

RAZVOJ I PRIMENA CILJNO VOĐENOG PROCESNOG SKLADIŠTA PODATAKA KAO OSNOVE ZA INTELIGENTNU ANALIZU PROCESA ODRŽAVANJA OPREME

By Miomir Rakić



¹
Univerzitet Singidunum
Departman za poslediplomske studije

Doktorski akademski program
Inženjerski sistemi u menadžmentu

Doktorska disertacija

**RAZVOJ I PRIMENA CILJNO VOĐENOG PROCESNOG SKLADIŠTA
PODATAKA KAO OSNOVE ZA INTELIGENTNU ANALIZU PROCESA
ODRŽAVANJA OPREME**

Mentor:
prof. dr Angelina Njeguš

Student:
Miomir Rakić, 465074/2010

Beograd, 2023. godine

1

UNIVERZITET SINGIDUNUM

DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE

Danijelova 32, Beograd

Kandidat: Miomir Rakić, master inženjer mašinstva

Broj indeksa: 465074/2010

Studijski program: Inženjerski sistemi u menadžmentu

Tema:

**RAZVOJ I PRIMENA CILJNO VOĐENOG PROCESNOG SKLADIŠTA
PODATAKA KAO OSNOVE ZA INTELIGENTNU ANALIZU PROCESA
ODRŽAVANJA OPREME**

1

Mentor:

Prof. dr Angelina Njeguš,

Redovni profesor, Univerzitet Singidunum, Beograd

Članovi Komisije:

Prof. dr Nebojša Bačanin Džakula

Redovni profesor, Univerzitet Singidunum, Beograd

Prof. dr Boris Delibašić

Redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu

Rezime

Problem unapređenja poslovanja sa stanovišta optimizacije procesa i smanjenja troškova je standardni cilj svakog poslovnog sistema. Novija unapređenja su se zasnivala na primenama najnovijih tehnologija, ali su se one prvenstveno bavile parcijalnim segmentom poslovanja, kao na primer kod održavanja opreme radnim nalogima i analizama rezultata otklanjanja kvarova. Nisu uzimale u obzir kompletan proces, od prijave kvara do trenutka otklanjanja kvarova. Zbog toga su predložena rešenja bila parcijalna i u nekim slučajevima davala potpuno pogrešne rezultate analiza.

Predloženo rešenje se bazira na definisanju načina obuhvata kompletnog procesa, izborom najoptimalnije standarda za snimanje, analizu i optimizaciju procesa i izborom odgovarajućeg formata podataka koji može da se usaglasi na analiziranim procesom i definisanim objektima snimljenim tokom procesa.

Zbog toga se rešenje baziralo na primeni odgovarajućeg standarda za tu vrstu procesa do koje se došlo primenom višekriterijumske analize i analizom dostupne stručne literature, zatim na primeni skladišta podataka kao opšte strukture podataka, a dodatnim analizama je usvojen procesno skladište podataka (Process Data Warehouse, PDW), sa ciljnim parametrima analize i definisanim graničnim vrednostima.

Ključni rezultati dobijeni analizom su pokazali da je primena izabranog standarda za snimanje procesa obezbeđena ključna baza elemenata koji su potrebni za optimizaciju, da je primenom objektnog PDW-a obezbeđena kvalitetna i realna baza podataka. Transformacijom podataka iz relacije u strukturu skladišta podataka, dobijena je jednostavna struktura koja je obezbedila dinamički pristup podacima i njihovo dinamičko grupisanje i specijalizaciju, a dodatna proširenja koja su se odnosila na granične i ciljane vrednosti su u potpunosti opravdale primenjen koncept. Ovim konceptom je prikazano da od prvobitnog polazišta da je sistem održavanja vrlo uspešan (uptime opreme na nivou >95%) kad se posmatra samo radni nalog, došlo se pokazatelja da u preko 30% intervencija, kad se pogleda kompletan proces, dolazi do kašnjenja u otklanjanju kvarova.

Ključne reči: procesno skladište podataka (PDW), ciljno vođen PDW, višekriterijumska analiza izbora standarda, granične vrednosti uspešnosti procesa

Abstract

The problem of business improvement from the point of view of process optimization and cost reduction is a standard goal of every business system. Newer improvements were based on the application of the latest technologies, but they primarily dealt with a partial segment of the business, such as equipment maintenance with work orders and analysis of the results of troubleshooting. They did not take into account the complete process, from the notification of the defect to the moment of elimination of the defects. That is why the proposed solutions were partial and, in some cases, gave completely wrong analysis results.

The proposed solution is based on defining the way to include the complete process, choosing the most optimal standard for recording, analyzing and optimizing the process and choosing the appropriate data format that can be reconciled with the analyzed process and the defined objects recorded during the process.

Therefore, the solution was based on the application of the appropriate standard for that type of process, which was achieved by applying multiple criteria analysis and analysis of the available professional literature, then on the application of a data warehouse as a general data structure, and with additional analyzes object process data warehouse was adopted, with target analysis parameters and defined limit values.

The key results obtained from the analysis showed that the application of the chosen standard for process recording provided a key base of elements needed for optimization, that the application of the object process data warehouse provided a high-quality and realistic database. By transforming data from a relational to a data warehouse structure, a simple structure was obtained that provided dynamic access to data and its dynamic grouping and specialization, and additional extensions related to threshold and target values fully justified the applied concept. With this concept, it was shown that from the original starting point that the maintenance system is very successful (equipment uptime at the level of >95%) when only the work order is observed, there were indications that in over 30% of interventions, when looking at the complete process, there is delays in troubleshooting.

Keywords: process data warehouse, goal driven PDW, multi-criteria analysis of standard selection, threshold values of process success

1 Sadržaj

1. UVOD	8
1.1. METODOLOŠKE OSNOVE ISTRAŽIVANJA	9
1.1.1. Problem istraživanja	9
1.1.2. Predmet istraživanja	11
1.1.3. Ciljevi i zadaci istraživanja	13
1.1.4. Hipoteze u istraživanju	14
1.1.5. Metode istraživanja	14
1.1.6. Naučna i društvena opravdanost istraživanja	16
1.2. STRUKTURA RADA	16
2. POSLOVNI PROCESI I STANDARDI ZA MODELOVANJE PROCESA	19
2.1. POSLOVNI PROCES: POJAM, VRSTE I TEHNOLOGIJE	19
2.2. ŽIVOTNI CIKLUS UPRAVLJANJA POSLOVNIM PROCESIMA	23
2.3. STANDARDI ZA SNIMANJE I ANALIZU POSLOVNIH PROCESA	25
2.3.1. Dijagram toka podataka	25
2.3.2. IDEF0 standard	27
2.3.3. IDEF3 standard	28
2.3.4. Notacija za modelovanje poslovnih procesa BPMN	29
3. SKLADIŠTE PODATAKA	31
3.1. POJAM I ISTORIJSKI OSVRT NA SKLADIŠTE PODATAKA	31
3.2. ARHITEKTURE SKLADIŠTA PODATAKA	34
3.2.1. Višedimenzionalna arhitektura	34
3.2.2. CIF arhitektura	37
3.2.3. Procena optimalnosti određene arhitekture	40
3.3. NOSIOCI PODATAKA UNUTAR SKLADIŠTA PODATAKA	42
3.3.1. Tabele činjenica	43
3.3.2. Dimenzione tabele	45
3.3.3. Ažuriranje podataka u dimenzionalnim tabelama i tabeli činjenica	47
4. PROCESNO SKLADIŠTE PODATAKA	53
4.1. OSNOVNI POJMOVI PROCESNOG SKLADIŠTA PODATAKA	54
4.2. TEORIJSKE PODLOGE PROJEKTOVANJA PROCESNOG SKLADIŠTA PODATAKA	58
4.3. KOMPONENTE RADNOG OKRUŽENJA ZA PROJEKTOVANJE PROCESNOG SKLADIŠTA PODATAKA	62
4.3.1. Projektantske komponente	62
4.3.2. Mogućnosti samih komponenti	64
4.4. POSTOJEĆI PREDLOZI ZA PROJEKTOVANJE PROCESNOG SKLADIŠTA PODATAKA I OSTVARENE PRIMENE	66
4.5. SPECIFIKACIJA PROJEKTOVANJA PROCESNOG SKLADIŠTA PODATAKA	73
4.5.1. Konceptualni nivo	74
4.5.2. Nivo implementacije	77
4.6. PROCESNO SKLADIŠTE PODATAKA ZA UNAPREĐIVANJE I POBOLJŠAVANJE PROCESA	78
4.6.1. pristupi analizi i unapređenju poslovnih procesa	81
4.6.1.1. pristup baziran na procesnom skladištu podataka	82
4.6.1.2. pristup baziran na rudarenju po procesima	88
5. ANALIZA NAUČNIH RADOVA	91

5.1.	PREGLED LITERATURE IZ OBLASTI ANALIZE I STANDARDA ZA SNIMANJE PROCESA	92
5.2.	PREGLED LITERATURE IZ OBLASTI SKLADIŠTA PODATAKA I PROCESNOG SKLADIŠTA PODATAKA	96
5.3.	KRITIČKI OSVRT NA POSTOJEĆU LITERATURU	99
6.	UNAPREĐENE METODE ZA RAZVOJ CILJNO VOĐENOG PROCESNOG SKLADIŠTA PODATAKA.....	102
6.1.	PROŠIRENI PROCES SNIMANJA I ANALIZE POSLOVNOG PROCESA	102
6.2.	PREDLOG ZA PROŠIRENJE STANDARDA BPMN.....	106
6.2.1.	<i>Nosioci podataka/objekata u BPMN</i>	<i>108</i>
6.2.1.	<i>Proširenje BPMN standarda kao osnove za njegovu integraciju sa Objektnim PDW.....</i>	<i>111</i>
6.2.2.	<i>Predlog proširenja atributa/kriterijuma koji opisuju objekte podataka.....</i>	<i>112</i>
6.2.2.1.	Atribut uticaja	114
6.2.2.2.	Definisanje tipa <i>dataObject</i> -a	115
6.2.2.3.	Definisanje stanja <i>dataObject</i> -a	115
6.2.3.	<i>Primena predloga proširenja standarda na SAP Power Designer alatu</i>	<i>116</i>
7.	PRIMENA UNAPREĐENE METODE NA PROCES ODRŽAVANJA OPREME.....	120
7.1.	PROCES ODRŽAVANJA OPREME	120
7.2.	ANALIZA I POBOLJŠAVANJE PERFORMANSI PROCESA ODRŽAVANJA OPREME	123
7.2.1.	<i>Primena proširenih koraka za snimanje i analizu procesa.....</i>	<i>123</i>
7.2.1.1.	Izbor procesa koji će se analizirati	123
7.2.1.2.	Izbor standarda za snimanje procesa i alata za primenu standarda	127
7.2.1.3.	Snimanje procesa.....	128
7.2.1.4.	Definisanje strukture objekata.....	129
7.2.1.5.	Prepoznavanje ograničenja i ciljeva	129
7.2.1.6.	Analiza postojeće IT platforme	129
7.2.1.7.	Izbor odgovarajuće strukture baze podataka	133
7.2.1.8.	Izazovi u generisanju klasičnog DW i procesnog DW	134
7.2.1.9.	Izbor odgovarajuće/odgovarajućih ETL procedura	138
7.2.1.10.	Izbor odgovarajućeg DW modela.....	141
7.3.	PILOT PROJEKAT RAZVOJA CILJNO VOĐENOG PROCESNOG SKLADIŠTA PODATAKA.....	143
7.3.1.	<i>Oblasti, podaci i tehnologije obuhvaćeni projektom</i>	<i>143</i>
7.3.2.	<i>Predloženo procesno skladište podataka</i>	<i>145</i>
7.3.3.	<i>Ciljno upravljanje procesnim skladištem podataka</i>	<i>148</i>
7.3.3.1.	Primena IDEFO standarda u integrisanju cilja u procese i aktivnosti.....	148
7.3.3.2.	Operacije nad procesima i aktivnostima.....	149
7.3.4.	<i>Pregled metode za analizu performansi i njihovo unapređivanje bazirano na ciljevima</i> <i>155</i>	
7.3.5.	<i>Arhitektura skladišta podataka pilot projekta</i>	<i>157</i>
7.3.6.	<i>Integracija ograničenja i ciljeva sa procesnim skladištem podataka</i>	<i>162</i>
7.3.6.1.	Izgradnja strukture cilja	163
7.3.6.2.	Integracija ciljeva sa PDW-om: konceptualni nivo	170
7.3.6.3.	Implementacija ciljeva sa PDW-om: Implementacioni nivo	176
7.3.7.	<i>Analiza podataka iz radnih naloga smeštenih u PDW i analiza ispunjenosti ciljeva</i>	<i>183</i>
7.3.7.1.	Analiza cilja: Ispunjen uslov raspoloživosti bankomata	185
7.3.7.2.	Analiza cilja: Ispunjen uslov vremena potrebnog za izlazak na teren	186
7.3.7.3.	Analiza cilja: Ispunjen uslov vremena potrebnog za rezoluciju kvara	193
7.3.7.4.	Pregled uticaja dana u nedelji i godišnjeg doba kao mogućeg uzroka neispunjavanja cilja.....	195
7.3.8.	<i>Pregled uticaja parametara perspektive na proces otklanjanja kvarova</i>	<i>197</i>
7.4.	PROVERA UPOTREBLJIVOSTI PODATAKA NA OSNOVU NOVO PREDLOŽENE METODE REALIZOVANE PRIMENOM OBJEKTOG PROCESNOG DW-A CILJNO VOĐENOG	198
7.4.1.	<i>Zbirni pregled ostvarenosti cilja sa stanovišta korisnika (banka).....</i>	<i>199</i>
7.4.2.	<i>Zbirni pregled ostvarenosti cilja sa stanovišta pružaoca usluge (kompanija)</i>	<i>200</i>
7.4.3.	<i>Zbirni pregled ostvarenosti cilja sa stanovišta servisa.</i>	<i>201</i>

8. ZAKLJUČAK	205
LITERATURA.....	208
PRILOZI	217
PRILOG 1. SPISAK TEHNIKA KOJE SU KONSULTOVANE PRI IZRADI DIMENZIONALNOG MODELA BAZIRANOG NA KIMBALL- OVOM KONCEPTU	217
PRILOG 2. PREGLED UTICAJA PARAMETARA PERSPEKTIVE NA POSMATRANI PROCES OTKLANJANJA KVAROVA	219
PREGLED SLIKA, TABELA I DIJAGRAMA	220
PREGLED SLIKA	220
PREGLED TABELA	222
PREGLED DIJAGRAMA	223

1. Uvod

U današnjem trenutku odvijanja poslovnih procesa, ključni zahtevi koji se postavljaju pred preduzećima je svakodnevna potreba za unapređenjem poslovanja koje se odvija kroz smanjenje troškova i poboljšanje proizvodnih ciklusa. Isti zahtevi se postavljaju i ⁶⁴ d sisteme koje se bave održavanjem opreme, jer su oni sastavni deo proizvodnih ciklusa, bilo da su u pitanju sopstveni ili je u pitanju uslužna delatnost za druge. Zbog toga je nužna potreba da se te analize rade na operativnim podacima koji se dobijaju praćenjem procesa koji su u toku, kao i podacima koji su rezultat prethodno završenih procesa u nekom jasno definisanom periodu vremena. Takvi podaci, uzevši u obzir vremenski period, mogu poprilično da variraju u zavisnosti od internih i eksternih uslova odvijanja procesa. Podaci o procesu, koji se logiraju na taj način nisu identični podacima koji se transferišu u forme koje su pogodne za analizu. Te transformacije se odvijaju sa određenim vremenskim kašnjenjima, što je prvi problem. Drugi problem je u strukturi podataka koji se na taj način prenose, jer najčešće ona ne odgovara strukturi samog procesa, odnosno podaci nisu u direktnoj vezi sa strukturom procesa, njegovim aktivnostima, objektima, ograničenjima i okruženjem.

Sledeći problem koji se javlja je usklađenost poslovnih specijalista koji treba da unaprede sistem i IT osoblja koje treba da im obezbedi podatke iz poslovanja. Svaki od ta dva segmenta ima svoje viđenje neophodnih podataka [1], jer IT osoblje ne razume procese, a poslovni eksperti ne razumeju poslovne podatke. Podaci koji se logiraju tokom realizacije procesa su definisani nekom od metoda ili standarda za analizu procesa i analizu podataka. Neadekvatan izbor standarda za posmatrani proces, bez obzira na napore projekatnata može biti potpuno uzaludan, jer u ovom trenutku ne postoje jasni kriterijumi koji ovo definišu i samim time ne postoji adekvatan način izbora odgovarajućeg standarda za traženi obim i namenu posla.

Na sve ove probleme javlja se i izazov u adekvatnoj strukturi podataka koja je osnova za analizu. Najčešće se koristi struktura skladišta podataka, ali ona ne zadovoljava [2], jer u toj strukturi nema ključnih graničnih i ciljanih podataka koji se odnose na kvalitet realizacije poslovnog procesa. Tu se podrazumevaju podaci koji se odnose na ciljne koeficijente merenja uspešnosti odvijanja procesa, vremensku dimenziju odvijanja procesa tokom vremena, klimatske promene, praznike i vikende, lokacijske podatke i sl., jer oni ne nastaju tokom procesa i samim time nisu upisani u logove.

Sa druge strane, klasično skladište podataka ne poznaje princip procesa, već je fokusiran na ključni element procesa, odnosno na ključne elemente procesa čineći zasebne celine unutar skladišta podataka [3], a ne jedinstvenu celinu koja odgovara procesu, sa njegovim početkom, krajem, objektima unutar procesa, kao i interakcijom procesa sa svojim okruženjem.

Zbog toga je bilo potrebno da se korišćenjem postojećih tehnika, tehnologija, metodologija i standarda definiše novi pristup kojim bi se ovi izazovi umanjili i/ili u velikoj meri eliminisali i kojim bi se poslovnim analitičarima obezbedila kvalitetna platforma za analizu poslovnog procesa.

1.1. Metodološke osnove istraživanja

1.1.1. Problem istraživanja

Tokom poslednje decenije skladišta podataka (*Data Warehouse*, DW) su postali osnovna komponenta u arhitekturi savremenih inteligentnih poslovnih sistema (Njegus, 2021). Skladišta podataka predstavljaju osnovu za efikasan pristup integrisanim i istorijskim podacima iz različitih, delimično heterogenih i autonomnih izvora informacija, kako bi podržali menadžere u njihovom planiranju i donošenju odluka.

Uprkos prednostima skladišta podataka, mnogi projekti propadaju zbog složenosti procesa razvoja. Jedan od glavnih problema u izgradnji skladišta podataka je identifikovanje i razmatranje informacionih potreba potencijalnih korisnika. Skladište podataka je projektovano prema skupu relevantnih poslovnih dimenzija (*subjects*) i svaki od ovih subjekata je usredsređen na poslovni proces. Skladište podataka je izgrađeno da odgovori na pitanja koja se svakodnevno postavljaju tokom poslovanja, a koja se ne fokusiraju na pojedinačne transakcije već na celokupni proces. Za donošenje odluka potrebne su metrike za procenu poslovnih procesa u skladu sa ciljevima poslovanja. Takve metrike se koriste u svakoj organizaciji za praćenje poslovnih procesa.

Postoji nekoliko pristupa razvoju skladišta podataka i to: (a) Korisnički orijentisan razvoj skladišta; (b) Razvoj skladišta podatka orijentisanog na operacione sisteme i (c) Razvoj skladišta orijentisan na poslovne procese. Kimball je opisao potrebu za razvojnom strategijom orijentisanom na poslovne procese. Međutim, *do sada nije objavljen nijedan pristup baziran na konkretnim višegodišnjim podacima iz operativnog poslovanja*. Samim time, izbor odgovarajućeg pristupa razvoju skladišta podataka može da dovede do situacije da nedostaju ključne informacije i da kao finalna konsekvencija toga, dobijemo nezadovoljavajući rezultat.

U poslednjih nekoliko godina iskristalizovao se novi pristup primene DW baze podataka koja je uspeła do pomiri dva segmenta jednog sistema: segment procesa i podataka. Taj poseban segment DW-a se naziva procesno skladište podataka (*Process Data Warehouse*, PDW) [4]. Razvoj i primenu PDW je ispratilo dosta radova na temu primene, prednosti i nedostataka. Ono što je bio fokus tih radova je naglašavanje mogućnost separacije pojedinih pod segmenata procesa, kao i njihovih elementarnih aktivnosti iz čitave šume procesa koje prati jedan složeni aplikativni sistem. Ono što je problematično u svim tim radovima je šarolikost tih pristupa i **nedovoljno usredsređivanje na sam proces**. Isto tako, osnovni problemi koji se javljaju kod procesnog DW su vezani za granularnost (nivo detaljnosti podataka) koji su uneti u DW. PDW DB zahteva da se unutar procesa, odnosno unutar aktivnosti koje čine proces, podaci raščlanjuju na isti nivo detaljnosti, jer u suprotnom, podaci, odnosno procesi neće moći da se adekvatno analiziraju.

Bez obzira na usvojenu arhitekturu, ključna stvar je predstavljanje modela podataka i modela procesa, koje mora biti apsolutno razumljivo korisniku. Izbor odgovarajuće metode je krucijalan za proces projektovanja skladišta podataka, jer ona ne samo da obezbeđuje kvalitet samog skladišta podataka, već i olakšava česte evolutivne promene nametnute okruženjem ili odlukama baziranim na zahtevima menadžera. Zahtev za razumevanjem poslovnih procesa je zbog toga osnovni korak u izgradnji takvih sistema, i samim time, skladište podataka mora da

bude kompatibilno sa poslovnim procesima, a u isto vreme i sa informacionim zahtevima korisnika.

U literaturi nije navedena niti jedna vrlo bitna analiza koja se odnosi na uspešnost izvršavanja samog procesa (aktivnosti) u odnosu na definisan cilj koji mora biti (ili bi trebao biti) izvršen. Ovo se prvenstveno odnosi na PDW koji je zasnovan na principima „ciljno orijentisanog“ (*Goal driven*, GD). Isto tako, treba posebno napomenuti i vremenski parametar vrednosti željenog cilja (koji je obavezan dimenzionalan atribut), koji može varirati u odnosu na vremenski momenat.

Na osnovu analize postojeće literature, zaključeno je da su retki tipovi DW koji pri projektovanju uzimaju u obzir cilj, kao vodilju pri realizaciji DW projekta. Isto tako, još je manje metoda i postupaka koje pri projektovanju DW integrišu procese i podatke i gde im je cilj željeni reper koji treba ostvariti. To direktno ukazuje na zaključak da ne postoji dizajn procesnog skladišta podataka, koji podržava sveobuhvatnu analizu postojećih procesa. Samim time, ne poznajući postojeće procese, ne postoji mogućnost ni njihovog unapređenja, na osnovu izmerenih vrednosti ponašanja postojećih procesa. Pošto postojeće metode ne vrše „poklapanje“ procesa i podataka – mera koje ti procesi generišu, ne postoji mogućnost validacije kvaliteta ispunjenosti cilja koji ti procesi moraju da postignu, odnosno kome teže. Izmerene vrednosti same po sebi ne ukazuju ni na šta ukoliko ne postoje referentne vrednosti (ciljane, granične i dr.) sa kojima ih treba uporediti.

Dodatno, prilikom analize i izbora najoptimalnijeg standarda s kojim bi se izvršilo snimanje poslovnih procesa, uočeni su određeni nedostaci u tim standardima. Neke nedostatke je teško ispraviti, a neki ne zahtevaju izmenu, već samo nadogradnju proširenjem nekih elemenata standarda, koji ne bi zahtevali velike izmene u samom standardu. BPMN standard u jednom svom segmentu poseduje mogućnost prepoznavanja objekata i definisanja njihove strukture i uticaja na odvijanje procesa, kao i uticaj na aktivnosti unutar procesa. Tu je prepoznat i glavni nedostatak primene ovog standarda, jer bez obzira da li je primena vezana za snimanje i analizu poslovnog procesa ili snimanje/analizu novog softverskog rešenja, ne postoji jasan koncept opisa podataka i/ili objekata koji ulaze, izlaze ili se transformišu unutar procesa. Podaci i/ili objekti koji se transportuju ili obrađuju između aktivnosti su stavljeni u drugi plan. U ovom radu se daju predlozi proširenja atributa/kriterijuma koji opisuju *DataObject* i *DataObjectReference* elemente unutar BPMN standarda u cilju omogućavanja višekriterijumskih analiza i njihovih uticaja na aktivnosti. Takođe, u alatu *SAP Power Designer* prikazano je proširenje meta modela, primenom ekstenzija, gde su se proširenja na nivou atributa, grupisanih na nivo novog *tab-a*, odnosno nove forme. Ove forme, a samim time i atributi su povezani sa *DataObject*-om, *DataObjectReferences* i *DataAssociation* elementima BPMN standarda. Kreiranjem ili modifikacijom tih elemenata, u okviru standardnih menija, dobijena su određena proširenja – ekstenzije, koje u potpunosti podržavaju gore navedene predloge proširenja BPMN standarda.

Početna motivacija autora za istraživanjem u ovom domenu bila je konkretna potreba za otklanjanjem problema tokom analize procesa održavanja opreme gde je došlo zbog sukoba rukovodećih i finansijskih institucija unutar kompanije i službe održavanja. Realni problemi s kojima se susreću današnje kompanije u oblasti održavanja opreme je kako pomiriti zahteve poslovnog partnera koji traži da mu se oprema što manje kviri i službe održavanja da su troškovi održavanja što manji. Ovi suprotstavljeni zahtevi, da bi se mogli ispuniti, zahtevaju konstantnu analizu poslovanja, koja se mora odvijati u dva segmenta. Jedan je analiza rezultata

operativnih događanja prilikom odvijanja samog procesa održavanja opreme, a drugi je analiza spoljnih uslova koji su višestruko kompleksni. Spoljni uslovi se odnose na ugovorne obaveze i ciljeve koje služba treba da ispuni i sa druge strane su eksterni uslovi sa kojima se susreću serviseri, dodatni problem stvaraju ograničenja koja su definisana i uslovljena regionalnim i vremenskim uslovima. Ovako formulisan problem je nametnuo potrebu da se pronalaženjem konkretnog rešenja obezbedi zadovoljenje obe strane i klijenta i same službe održavanja. U toku istraživanja u cilju rešavanja ovog problema i usaglašavanja na obostrano zadovoljstvo obe strane, prišlo se pronalaženju najoptimalnijeg pristupa koji je trebao da pomiri praksu i teoriju. Kroz praksu je problem analiziran posmatrajući postojeće aplikativno rešenje i dovoljnost podataka koji su obuhvaćeni njegovom primenom, a sa druge strane pristupilo se pronalaženju mogućih teorijskih rešenja koja bi trebala da nadopune postojeće rešenje ili da generišu potpuni novo.

1.1.2. Predmet istraživanja

Rad na rešavanju gore navedenog problema, uslovio je multidisciplinarni pristup pronalaženju rešenja koji je obuhvatio istraživanja u oblasti višekriterijumske analize, standarda za snimanje procesa, baza 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 raspoloživih struktura baza podataka, bilo je potrebno da se ustanovi koja struktura bi bila najpodesnija za zahtev koji se odnosio na unapređenje poslovanja službe održavanja. 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.

U ovom radu se opisuje potpuno novi pristup projektovanju skladišta podataka i to izvođenje struktura skladišta podataka iz modela poslovnih procesa, prošireno sa zahtevima i ciljevima koje pred njim postavljaju interni i eksterni korisnici. To je zahtevalo dodatnu aktivnost koja se odnosila na izbor odgovarajućeg standarda za analizu procesa koja je rađena primenom višekriterijumske analize. Prilikom analize i izbora najoptimalnijeg standarda s kojim bi se izvršilo snimanje poslovnih procesa, uočeni su određeni nedostaci u tim standardima. U okviru BPM koncepta, Business Process Modeling Notation (BPMN) je jezik za predstavljanje poslovnih procesa na najvišem nivou. Usprkos svojoj rasprostranjenosti i kompletnosti, BPMN ne podržava karakterizaciju poslovnih procesa koji se odnose na nefunkcionalne elemente. BPMN nije sposoban da prepozna i specificira ograničenja koja se odnose na performanse ili vremena za izvršavanje pojedinih aktivnosti unutar procesa. Ne postoje mogućnosti definisanja uticaja pojedinih faktora koji utiču na granjanje tokova aktivnosti, kao ni detaljnu specifikaciju i uticaj objekata i/ili podataka koji učestvuju u procesu.

BPMN standard u jednom svom segmentu poseduje mogućnost prepoznavanja objekata i definisanja njihove strukture i uticaja na odvijanje procesa, kao i uticaj na aktivnosti unutar procesa. Tu je prepoznat i glavni nedostatak primene ovog standarda, jer bez obzira da li je primena vezana za snimanje i analizu poslovnog procesa ili snimanje/analizu novog softverskog rešenja, ne postoji jasan koncept opisa podataka i/ili objekata koji ulaze, izlaze ili se transformišu unutar procesa. Podaci i/ili objekti koji se transportuju ili obrađuju između aktivnosti su stavljeni u drugi plan. S toga, u radu su dati predlozi za proširenje BPMN standarda.

Procesno skladište podataka (Process Data Warehouse, PDW) je koncept koji postoji nekoliko godina, međutim radovi objavljeni u toj oblasti su vrlo šturi i ograničeni ili na uske oblasti ili su nezavisni od okruženja i slično. U svetu je objavljeno svega nekoliko uspešnih implementacija (kao na primer HP-ov *cockpit*) poslovnog procesa. Razlog tome je neraspoloživost adekvatnih metoda, jasno definisanih koraka ili instrukcija koje bi menadžeri iskoristili kod analize performansi i poboljšavanja procesa, kao i specijalizovanih znanja projekatana PDW sistema, koji moraju da imaju sposobnost prepoznavanja postojećih procesa, njihove analize i unapređenja, kao i sposobnosti za prepoznavanje podataka koje koriste posmatrani procesi. Stoga, osnovni pristup se zasnivao na traženju odgovora na pitanje kako olakšati analizu performansi i unaprediti (poboljšati) poslovne procese korišćenjem poslovnog PDW, odnosno, kako pripremiti i napuniti PW i sa kojim podacima, da bi se na taj način omogućila pravovremena i tačna analiza i unapređenje poslovnih procesa. Pošto se ovakav tip pitanja može tumačiti na različite načine, a u zavisnosti od čitaoca i njegovog poznavanja i iskustva, treba razjasniti obim ovog istraživanja i fokusirati se na sledeće teme:

- U literaturi trenutno postoji veliki broj pristupa koji se bavi analizom i unapređenjem performansi procesa, što poprilično otežava razumevanje i izbor odgovarajućeg pristupa. Usled toga pojavljuju se dva problema, prvi, nepoznavanje karakteristika analiza poslovnih procesa i načina njihovih poboljšanja i drugo, ne postoji dovoljno istraženih skupova specifičnih i konkretnih pitanja, kao i relevantnih podataka koje se odnose na tu oblast. To sve opravdava potrebu da se identifikuju postojeći načini analize performansi i da se proanalizira način unapređenja procesa kroz dobro struktuiranu proceduru, zatim da se obavi analiza sadržaja ovih pristupa na osnovu različitih aspekata i na kraju izradi kategorizacija ovih pristupa.
- Model (struktura) PDW ima značajan uticaj kada se PDW koristi pri analizi performansi i samim time i na unapređenje poslovnih procesa. To zahteva razvoj takvog radnog okruženja koje će moći da identifikuje specifična područja (koje su u stvari komponente radnog okruženja) koje će se uzeti u razmatranje pri upoređivanju i vrednovanju strukture PDW. Zbog toga se ovde pristupio multidisciplinarnom pristupu, jer su se morali uzeti u obzir i standardi, metodologije i metode za analizu procesa i/ili podataka, jezici za modeliranje, strukture baza podataka, kao i razumevanje samog posmatranog procesa koji se želi analizirati, unaprediti ili korigovati.
- Iako koncept PDW postoji još od početka 2000-tih, rezultat broja uspešnih implementacija je mali, jer nema jasnih uputstava, metoda ili skupa instrukcija koje se mogu iskoristiti da bi se njima upravljalo unapređenjem poslovnih procesa korišćenjem PDW-a. Da bi se utvrdile potrebe za unapređenjem, mora se raspolagati i sa relevantnim podacima o izvršavanju procesa, koje opet treba povući iz PDW-a na takav način koji

omogućava korektnu, efikasnu i u kratkom vremenskom intervalu realizovanu izmenu procesa, jer u nedostatku adekvatnih i odgovarajućih metoda i tehnika, kvalitet dizajna je nešto što podleže različitim kritikama i potcenjivanjima, kao i nepoverenjem u kvalitet i opravdanosti pristupa. Usled toga je bilo izuzetno značajno da se ustanove metode koje će podržavati PDW u segmentu snimanja procesa, analizi performansi i u odlučivanju u izboru najpovoljnijih načina unapređenja procesa. Kvalitetna metoda može da predstavlja primenljivo rešenje koje direktno obezbeđuje podršku koje nedostaje, jer dobra metoda (zajedno sa koracima koje su kombinovane sa tehnikama) nudi postepen pristup u vođenju kompletnih procedura na kojima se zasniva analiza performansi i samim time obezbeđuje pravilan proces unapređenja poslovnih procesa i njihovih aktivnosti. Dok se stvara metoda, postoje mnoge nedoumice na koje autori nailaze, a koje je potrebno razmotriti sa stanovišta projektovanja i korišćenja PDW-a. Kad je u pitanju projektovanje, trebalo bi da se usvoji stav da veličina PDW, obično može da utiče na dobijanje (unutar analiza) neispravnih ili nerelevantnih podataka, da nedostaju ključne informacije i da se kao finalna konsekvencija toga, dobije ne zadovoljavajući rezultat. Sa druge strane, kada je u pitanju upotreba, poslovni eksperti su veoma često uslovljeni iskustvom i poznavanjem IT oblasti zaposlenih koji koriste PDW, a kada se na to dodaju problemi vezani za adekvatne i odgovarajuće metode i tehnike, to znatno limitira korisnike koji žele da u potpunosti iskoriste prednosti PDW-a za analizu i unapređenje procesa.

1.1.3. Ciljevi i zadaci istraživanja

Glavni cilj ovog istraživanja se može formulisati kao: Izbor, unapređenje i primena metode bazirane na procesnom skladištu podataka kojom se olakšavaju i utvrđuju smernice za analizu 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 ekstrakovanje, transformaciju i punjenje baza podataka iz operativnih baza kao i integracija sa okruženjem,

- Klasifikacija informacija iz naučne literature iz oblasti modeliranja skladišta podataka.

1.1.4. Hipoteze u istraživanju

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

Pojedinačne hipoteze u radu su:

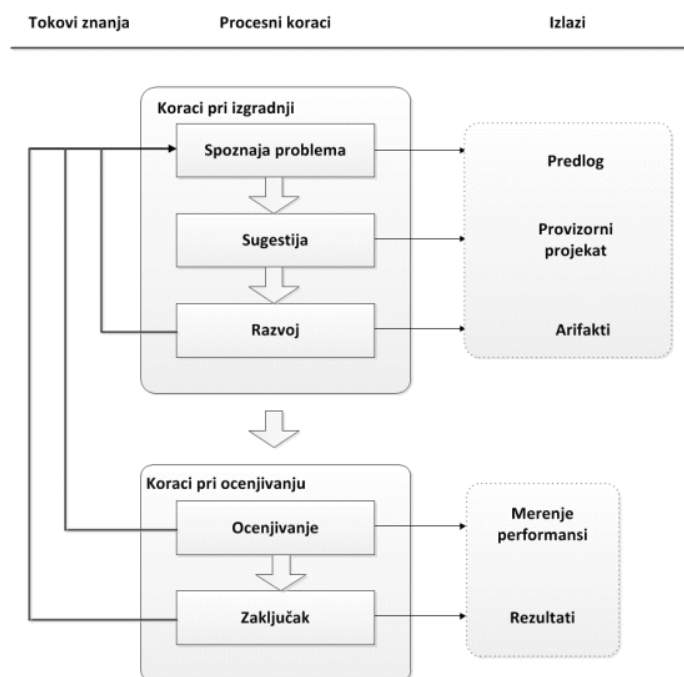
- H1. IDEF0 ili prošireni BPMN standardi za snimanje i modelovanje poslovnih mogu pružiti dovoljan broj činjenica neophodnih za analizu i unapređenje poslovnih procesa, kao i za kvalitetniji razvoj procesnog skladišta podataka.
- H2. Prepoznavanje objekata i definisanje njihove strukture, kao i uticaj 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.

1.1.5. Metode istraživanja

Istraživanje u oblasti informacionih tehnologija (IT) je povezano i sa tehnološkim aspektom (oprema) i sa ne tehnološkim postavkama (struktura organizacije ili je vezano za organizovanje i odgovornosti zaposlenih u kompaniji). Ovaj rad koristi naučni pristup projektovanju zbog toga što je cilj koji je predstavljen u ovom radu razvoj upotreba stvar, a ne razvoj ili objašnjavanje teorije koja će objasniti humanitarni ili organizacioni fenomen. Još davnih '90-tih godina je uveden pojam naučnog razvoja kroz cikluse koji se sastoje od pet faza: svest o problemu, komentar, razvoj, vrednovanje i zaključak [5]. Kasnije su dodate još dve aktivnosti: građenje i vrednovanje [6]. Finalno su dodatnim usaglašavanjima sve faze grupisane u samo pet faza, da bi se kasnije usvojilo dodatno grupisanje u dve kategorije: izgradnja i ocena [7] (Sli 44-1).

Osnovne metode koje su korišćene u ovom radu su: analiza, sinteza, apstrakcija, generalizacija, specijalizacija, dekonstrukcija, definicija, divizija, dedukcija, indukcija, analogija i eksperiment itd. Kako se one mogu grupisati na analitičke i sintetičke metode, u

analitičke metode spadaju analiza, apstrakcija, specijalizacija i dedukcija, dok u sintetičke metode spadaju sinteza, konkretizacija, generalizacija i indukcija.



Slika 1. Faze i kategorizacija naučnom pristupu projektovanju istraživanja

Analitička metoda podrazumeva istraživanja na njegove sastavne delove, odnosno na činioce strukture, funkcije veza i odnosa u određenom prostoru i vremenu. Ona obuhvata pronalaznje i korišćenje domaće i strane literature, kao i prepoznavanje primera iz prakse.

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 utiči na odvijanje poslovnih procesa, a koje je ne proizv sam proces, niti okruženje u kome se sam proces odvija.

Metodu specijalizacije čine postupci analize, odnosno saznavanja posebnog i jedinačnog 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. Npr. procesom specijalizacije opšti termin OPREMA se specijalizuje na bankomate, info kioske, POS terminale, pa se zatim npr. bankomati po jednom osnovu dele na samo stojeće i one koji se ugrađuju kroz zid, po drugom osnovu na proizvođača bankomata (NCR, Winkor, Diebold), po trećem po tipu spoljni ili unutrašnji, četvrtom – šifri bankomata (pošto banke kada kupuju bankomate kupuju određenu količinu istog tipa bankomata itd. U suštini se u osnovi specijalacije nalazi metoda apstrakcije.

Metoda ispitivanja i prikupljanja podataka u konkretnom slučaju odnosi se na podatke ostvarenim intervencijama u periodu od 7 godina, koje je podrazumevalo raščlanjivanje procesa na pod procese, kao što je prijava kvara, defekata 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 prijave-održavanje-rad po radnom nalogu.

1

1.1.6. Naučna i društvena opravdanost istraživanja

Po jednoj od metodoloških definicija, naučni ciljevi istraživanja mogu biti: opisivanje (naučna deskripcija), naučna klasifikacija (tipologizacija), naučno otkriće, naučno objašnjenje i naučna predikcija. Disertacija ima četiri stepena naučnog nivoa:

1. Naučnu deskripciju, koja se odnosi na opisivanje i izbor najoptimalnijih standarda za snimanje procesa, elemenata kojima se opisuju poslovni procesi, definišu objekti unutar procesa, definiše njihovu strukturu, kao i opis skladišta podataka;
2. Naučnu klasifikaciju, koja se odnosi na metode višekriterijumske klasifikacije, metode određivanja težinskih faktora i klasifikaciju za rangiranje standarda za snimanje procesa;
3. Naučno otkriće se odnosi na uvođenje objektnog procesnog skladišta podataka i način integracije internih objekata, kao i ciljnih i eksternih elemenata koji utiču na proces, kao i predlog načina formiranja strukturne sheme baze;
4. Naučno objašnjenje se odnosi na model integracije strukture objekata, aktivnosti unutar procesa i njihove povezanosti, kao i na opis i način povezivanja objekata i ciljnih i graničnih elemenata;

Naučna prognoza je data u zaključku u vidu praktičnog primera dizajna pilot projekta i rezultata analize uticaja ciljnih elemenata na procenu uspešnosti odvijanja poslovnog procesa. Pored naučne opravdanosti, teza pokreće teme koje je čine društveno opravdanom i potrebnom:

- Definisane kriterijuma kojima se vrši procena kvaliteta i upotrebljivosti standarda za snimanje procesa, a u zavisnosti od kvalifikacije procesa, zahtevane detaljnosti snimanja, kao i namene dobijenog snimka odvijanja poslovnog procesa.
- Implementacije objektnog procesnog skladišta podataka će omogućiti detaljnu analizu kompletnog posmatranog procesa, a ne samo nekih njegovih elemenata;
- Prepoznavanje strukture objekata, kao i uticaj objekata na proces i uticaj procesa na objekte, će omogućiti primenu ne samo u analizama i unapređenjima poslovnih procesa, nego i za naprednije analize koje se zasnivaju na primeni mašinskog učenja, kao i inteligentne automatizacije procesa.

7

1.2. Struktura rada

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 ¹osvrt na polazne hipoteze i potencijalne smernice naučnog rada u onim oblastima koje su u disertaciji delimično obrađene ili problematizovane.

2. Poslovni procesi i standardi za modelovanje procesa

2.1. Poslovni proces: pojam, vrste i tehnologije

Poslovni proces, poslovni metod ili poslovna funkcija je skup povezanih, strukturiranih aktivnosti ili zadataka od strane ljudi ili opreme u kojima određena sekvenca proizvodi uslugu ili proizvod (služi određenom poslovnom cilju) za određenog kupca ili kupce. Poslovni procesi se javljaju na svim nivoima organizacije i mogu, ali ne moraju biti vidljivi kupcima. Poslovni proces se često može vizualizovati (modelirati) kao dijagram toka niza aktivnosti sa preplićućim tačkama odlučivanja ili kao procesna matrica niza aktivnosti sa relevantnim pravilima zasnovanim na podacima u procesu. Prednosti korišćenja poslovnih procesa uključuju poboljšano zadovoljstvo kupaca i poboljšanu agilnost za reagovanje na brze promene tržišta [8]. Organizacije orijentisane na proces ruše barijere strukturalnih odeljenja i pokušavaju da izbegnu funkcionalne silose.

Poslovni proces počinje sa ciljem misije (spoljnim događajem) i završava se postizanjem poslovnog cilja obezbeđivanja rezultata koji obezbeđuje vrednost za kupca. Dodatno, proces se može podeliti na pod procese (dekompoziciju procesa), određene unutrašnje funkcije procesa. Poslovni procesi takođe mogu imati vlasnika procesa, odgovornu stranu za obezbeđivanje neometanog odvijanja procesa od početka do kraja.

Uopšteno govoreći, poslovni procesi se mogu organizovati u tri tipa, prema [9]:

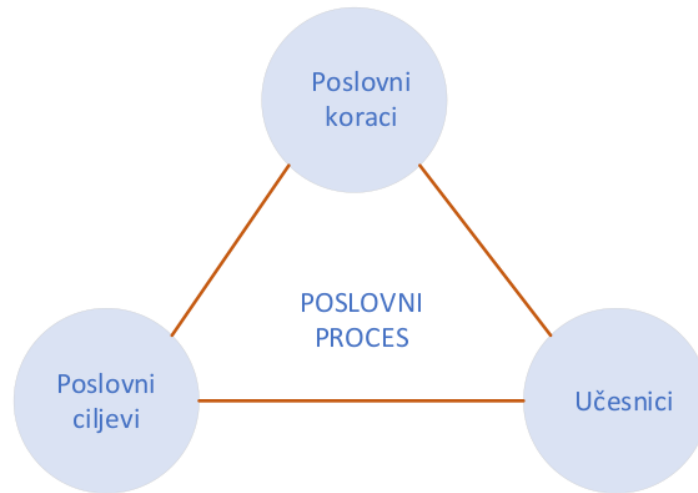
1. **Operativni procesi** - čine osnovnu delatnost i stvaraju primarni tok vrednosti, na primer, primanje narudžbina od kupaca, otvaranje naloga i proizvodnja komponente,
2. **Procesi upravljanja** - procesi koji nadgledaju operativne procese, uključujući korporativno upravljanje, budžetski nadzor i nadzor zaposlenih,
3. **Procesi podrške** - podržavaju osnovne operativne procese, na primer, računovodstvo, zapošljavanje, pozivni centar, tehnička podrška i obuka o bezbednosti.

Složeni poslovni proces može se razložiti na nekoliko pod procesa, koji imaju svoje atribute ali i doprinose postizanju opšteg cilja poslovanja. Analiza poslovnih procesa obično uključuje mapiranje ili modeliranje procesa i pod procesa sve do nivoa aktivnosti/zadatka. Proces se mogu modelovati kroz veliki broj metoda i tehnika. Na primer, notacija modeliranja poslovnog procesa je tehnika modeliranja poslovnih procesa koja se može koristiti za crtanje poslovnih procesa u toku vizualizacije snimanja procesa [1], [2], [4], [6]. Iako dekomponovanje procesa na tipove procesa i kategorije može biti korisno, mora se voditi računa o tome jer može dovesti do preplitanja i konfuzije. Na kraju, svi procesi su deo u velikoj meri ujedinjenog cilja, jednog od „stvaranja vrednosti za kupca“ [6]. Ovaj cilj se ubrzava upravljanjem poslovnim procesima, koji ima za cilj analizu, poboljšanje i sprovođenje poslovnih procesa [2].

Ključne komponente poslovnog procesa (Slika 2) se definišu u skladu sa sledećim preduslovima:

1. Proces mora da ima jasno definisane granice, kao i informaciju šta ulazi, a šta izlazi iz njega,
2. Proces ima strukturu koja mora biti jasno definisana,
3. Poslovni proces mora imati jasno definisan odnos sa okruženjem,

4. Koji su benefiti realizacije poslovnog procesa, odnosno koje su koristi,
5. Proces je samo jedan od procesa kompletnog poslovnog sistema kompanije,
6. Procesi mogu da budu specijalizovani, ali i univerzalni i svaki ima svoje specifičnosti i ograničenja,
7. Procesi moraju da budu jasni na svim nivoima,
8. Uključiti maksimalno vlasnika procesa pri snimanju.



Slika 2 Osnovne komponente poslovnog procesa

Najčešća podjela poslovnih procesa je u sedam koraka:

- Korak 1: Definisanje ciljeva poslovnog procesa
- Korak 2: Planiranje i mapiranje procesa
- Korak 3: Podešavanje akcija i definisanje zainteresovanih strana
- Korak 4: Testiranje procesa
- Korak 5: Implementacija procesa
- Korak 6: Praćenje rezultata odvijanja procesa
- Korak 7: Ponavljanje procesa

Tehnologija poslovnih procesa se odnosi na upotrebu tehnologije, kao što su softver i sistemi za automatizaciju, pojednostavljenje i optimizaciju poslovnih procesa. Pomaže organizacijama da poboljšaju efikasnost, smanje greške i uštede vreme i resurse na ručnom izvršavanju zadataka. Može se prilagoditi prema potrebi i može se koristiti u različitim industrijama. Softver za upravljanje tokovima posla, sistemi za upravljanje odnosima sa klijentima (CRM) i sistemi za planiranje resursa preduzeća (ERP) su nekoliko primera tehnologije poslovnih procesa.

Prednosti korišćenje softvera koji prate realizaciju poslovnog procesa su velike, naročito ako je softver uparen sa njegovim osnovnim funkcionalnostima:

- Smanjenje rizika; BPM softver pomaže u sprečavanju i popravljanju grešaka i uskih grla čime se minimiziraju rizici.

- Otklanjanje viškova; Procesi praćenja omogućavaju identifikaciju i eliminaciju dupliranih zadataka. Primena BPM softvera takođe poboljšava alokaciju resursa kako bi se obezbedilo da se ljudski napor ulaže samo u relevantne zadatke.
- Minimizirani troškovi; Poboljšana vidljivost procesa pomaže u smanjenju nepotrebnih troškova. Na ovaj način troškovi su svedeni na minimum, a uštede se povećavaju.
- Poboljšana saradnja; Transparentnost koju neguje BPM softver povećava saradnju između internih timova, kao i eksternih dobavljača i kupaca. Svi su svesni odgovornosti, kao i vremenskih rokova i uskih grla.
- Okretnost; Optimizovani procesi omogućavaju veću agilnost u organizacionim operacijama. Minimizirane greške, uskih grla i dupliranja omogućavaju brže odvijanje procesa.
- Poboljšana produktivnost; Kada su procesi u obliku piramide, odobrenja su brža i lakše je pronalaženje informacija. Zadaci se rutiraju uzastopno bez ljudske intervencije. Ove prednosti značajno povećavaju produktivnost timova.
- Veća efikasnost; Sveobuhvatne kontrolne table u BPM softveru pružaju pogled na performanse procesa iz ptičje perspektive. Pomaže menadžerima da osiguraju da su vremena realizacije kraća, a kvalitet veći.
- Veća usklađenost; Sa BPM softverom, lakše je i metodičnije kreirati tragove revizije i poštovati industrijske propise i standarde.

Osnovni atributi idealnog poslovnog procesa i kojima se teži pri realizaciji su sledeći:

1. Konačan; Dobar poslovni proces ima dobro definisanu početnu i završnu tačku. Takođe ima konačan broj koraka.
2. Ponovljiv; Dobar poslovni proces može se pokrenuti neograničen broj puta.
3. Stvara vrednost; Ima za cilj da prevede stvaranje vrednosti u izvršne zadatke i nema nijedan korak u procesu samo radi toga. Drugim rečima, ako bilo koji korak u procesu ne proizvodi novu vrednost, ne bi trebalo da postoji.
4. Fleksibilnost; Ima ugrađenu prirodu da bude fleksibilan na promene i nije krut. Kada se pojavi mogućnost poboljšanja procesa, proces omogućava da se ta promena apsorbira bez operativnog uticaja na njegove zainteresovane strane.

Poslovni procesi se mogu posmatrati i kroz prizmu osnovnih postulata:

1. **Automatizacija poslovnih procesa** je strategija vođena tehnologijom za automatizaciju poslovnog procesa kako bi se on postigao uz minimalne troškove i za kraće vreme. Izuzetno je koristan kako za jednostavne tako i za složene poslovne procese. Neke oblasti u kojima je automatizacija poslovnih procesa od velike pomoći su:

- Postizanje veće efikasnosti,
- Smanjenje ljudske greške,
- Prilagođavanje promenljivim poslovnim potrebama,
- Pojašnjavanje radnih uloga i odgovornosti,
- Itd.

2. **Upravljanje poslovnim procesima** (*Business Process Management, BPM*) je sistematski pristup kako bi procesi organizacije bili efikasniji i dinamičniji kako bi se zadovoljile promenljive potrebe poslovanja. Kontinuirano unapređenje je jedna od osnovnih

filozofija BPM-a i ima za cilj da ga stavi u centar svih BPM inicijativa i koji kontinuirano poboljšava izvršavanje poslovnih procesa.

3. **Modeliranje poslovnih procesa** je dijagramski/strukturalni prikaz toka poslovnih aktivnosti u organizaciji ili funkciji unutar organizacije. Njegova primarna upotreba je da dokumentuje i postavi osnovu trenutnog toka aktivnosti kako bi se identifikovala poboljšanja i poboljšanja za brzo izvršavanje zadataka. Obično prate standard kao što je notacija modeliranja poslovnih procesa (BPMN), što je globalno prihvaćen standard sa kojim se većina profesionalaca u procesima lako identifikuje.

4. **Unapređenje poslovnih procesa** je inicijativa strateškog planiranja koja ima za cilj preoblikovanje poslovnih procesa na osnovu operacija, nivoa složenosti, veština zaposlenih, itd. kako bi ceo proces učinio smislenijim, efikasnijim i doprineo ukupnom rastu poslovanja. To je prilično drastičan način da se ponovo otkriju efikasniji načini za vođenje poslovnog procesa umesto da se preduzimaju mali postepeni koraci. Obično počinje mapiranjem procesa i njegov osnovni cilj je da uskladi IT resurse sa ciljevima organizacije.

5. **Razvoj i upravljanje poslovnim procesima** (*Business Process Definition Meta model*, BPDM) je holistički proces dizajniranja, kreiranja i implementacije novih poslovnih procesa ili modifikacije postojećih. BPDM uključuje identifikaciju koraka i aktivnosti potrebnih za postizanje specifičnog poslovnog cilja i dizajniranje procesa koji je efikasan, efikasan i usklađen sa ukupnom strategijom organizacije.

6. **Reinženjering poslovnih procesa** je potpuni redizajn poslovnih procesa nakon detaljne analize kako bi se postigao drastičan uticaj. To uključuje identifikaciju osnovnih neefikasnosti, izdvajanje zadataka koji ne dodaju nikakvu vrednost, pa čak i primenu promene od vrha do dna u načinu na koji je proces dizajniran kako bi se ostvarila opšta transformacija.

7. **Optimizacija poslovnih procesa** uzima postojeći proces i koristi analitiku i alate za rudarenje poslovnih procesa da bi se otklonila uska grla i druge značajne neefikasnosti u procesu.

8. **Mapiranje poslovnog procesa** je procedura za dokumentovanje, pojašnjavanje i razbijanje sekvenci procesa u logične korake. Mapiranje se vrši ili u pisanom obliku ili se vizualizuje pomoću dijagrama toka.

9. **Analiza poslovnih procesa** je proces identifikacije poslovnih zahteva i odlučivanja o rešenjima koja najbolje rešavaju poslovne probleme. Ovo se može sastojati od poboljšanja procesa, razvoja politike, organizacione promene ili strateškog planiranja.

10. **Integracija poslovnih procesa** je sposobnost definisanja modela procesa koji definiše redosled, hijerarhiju, događaje i logiku izvršenja i kretanje informacija između sistema koji se nalaze u istom preduzeću.

11. **Simulacija poslovnog procesa** je alat za analizu poslovnih procesa za merenje performansi, testiranje dizajna procesa, identifikaciju uskih grla, testiranje promena i pronalaženje kako proces funkcioniše u različitim uslovima okruženja sa različitim skupovima podataka.

12. **Transformacija poslovnog procesa** je pojam koji označava radikalnu promenu niza radnji potrebnih za postizanje određenog poslovnog cilja. Ovo ima za cilj da osigura da su zaposleni, ciljevi, procesi i tehnologije kompanije usklađeni jedni sa drugima.

13. **Tok poslovnog procesa** je reprezentacija procesa koji se kreira. Obično izgleda kao obrazac ili dijagram toka. Svaki tok poslovnog procesa se sastoji od faza, a unutar svake faze postoje polja (ili koraci) koje treba ispuniti.

14. **Praćenje poslovnih procesa** je aktivno praćenje procesa i aktivnosti koje pomaže menadžmentu da stekne uvid u važne transakcije i procese unutar preduzeća. Ovo pomaže menadžmentu da razume kako njihovi procesi funkcionišu i da li su usklađeni sa poslovnim ciljevima kompanije.

2.2. Životni ciklus upravljanja poslovnim procesima

Formalno se pod poslovnim procesom podrazumeva skup aktivnosti koje se odvijaju uzimajući u obzir redoslednost i istovremenost radi ostvarivanja zajedničkog poslovnog cilja [10]. Opšta definicija može da glasi da su u pitanju poslovne aktivnosti, grupisane u poslovne procese i ciljem stvaranja nekih novih poslovnih vrednosti u poslovanju [11].

Upravljanje poslovnim procesima (*Business Process Management, BPM*) uključuje koncepte, metode i tehnike koje podržavaju dizajn, administraciju, konfiguraciju, usvajanje i analizu poslovnih procesa u cilju optimizacije kreiranih vrednosti [12], [10].

Primenom BPM-a, uočena je njegova neosporna vrednost, pa je postao jedan od neophodnih alata kojim organizacije analiziraju i unapređuju poslovne procese i time mogu da postignu znatnu konkurentsku prednost. Ovo je naročito došlo do izražaja procesom globalizacije kompanija. To je zato što BPM nudi strukturiran, koherentan i konzistentan način razumevanja, dokumentovanja, modeliranja, analizu, simulaciju, izvršavanje i merenje poslovnih operacija na nivou celog posmatranog sistema [13].

U literaturi postoji opisane više faza BPM životnog ciklusa, kao što je prikazano na Slika 3, [14]. Faze BPM životnog ciklusa su:

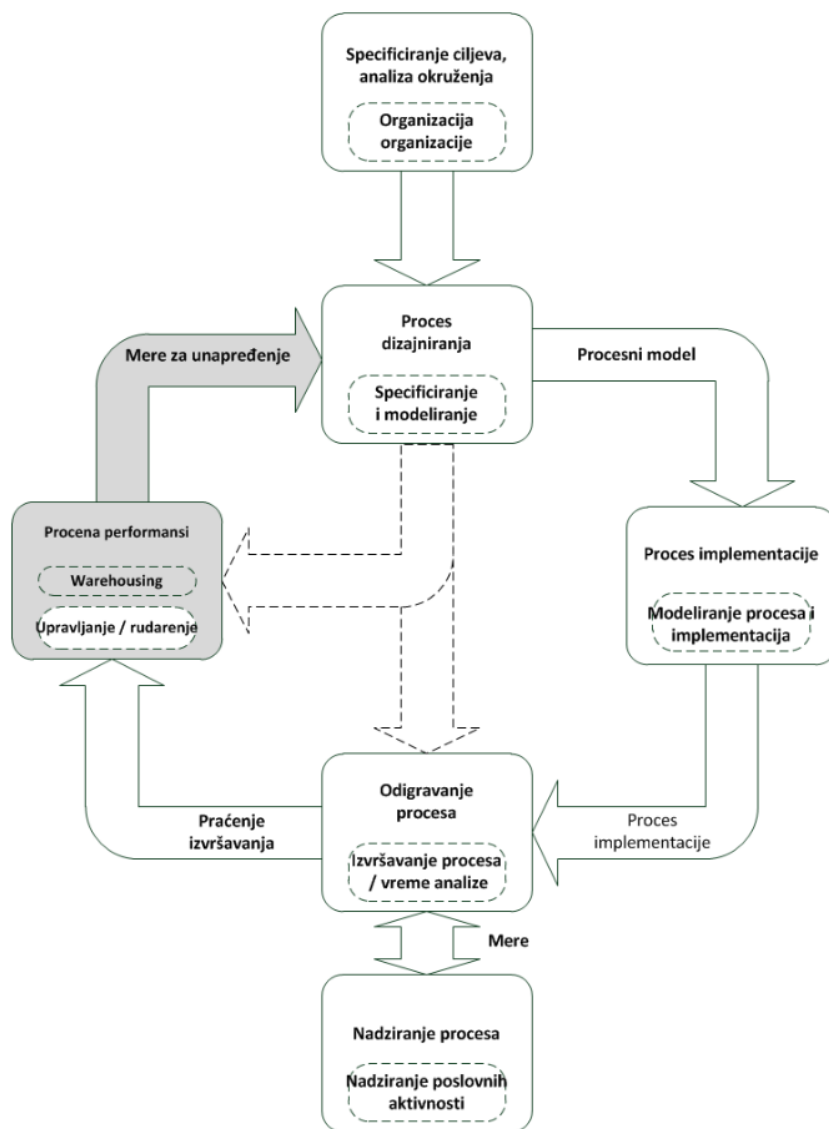
- Ciljevi projekta i analiza okruženja
- Dizajn procesa
- Proces implementacije
- Proces usvajanja
- Monitoring procesa, i
- Procena procesa (u cilju poboljšavanja).

Životni ciklus započinje *definisanjem projektnih ciljeva i analizom okruženja*, u cilju identifikacije željenog cilja poslovanja prepoznavanjem postojećeg redosleda odvijanja procesa, organizacione strukture i važećih pravila. Ovo se može nazvati i stanje *as-is*, odnosno aktualno stanje. Nakon toga, sledeća faza je *dizajn procesa* u kojoj se analizirani rezultati transformišu u formalnu specifikaciju procesa, koju nazivamo i procesni model.

U ovoj fazi se koriste razne tehnike, kao na primer tehnike validacije, simulacije i verifikacije da bi se procesi detaljno proanalizirali, opisali i generisali opisi realnog okruženja. Nakon toga dolazi faza *implementacije procesa* u kojoj se prethodno opisani procesi potvrđuju i realizuju u izabranom softverskom sistemu nazvanom *sistem za upravljanje poslovnim procesima (Business Process Management System, BPMS)*. Ukoliko već postoji aplikativno rešenje, tada se pristupa uparivanju aplikativnih funkcija sa procesima definisanim u prethodnoj fazi. Nakon završetka te faze procesi su spremni za izvršenje.

Faza *usvajanja procesa* (faza realnog testiranja u konfiguracijski približnom ili istom okruženju) je sledeća faza, u kojoj se procesi izvršavaju po specifikaciji. Svaka aktivnost se upisuje u log u cilju njihove kasnije analize, sa stanovišta tačnosti, funkcionalnosti, brzine i integralnosti u kompletan sistem (ako je posmatrani proces – sistem, deo veće celine).

U isto vreme, sa stanovišta administracije, *proces upravljanja i nadziranja (monitoring)* vizualizira status svake instance procesa, sa podacima o njenom izvršenju. Faza *utvrđivanja performansi* koja se u literaturi često naziva i analiza performansi ili analiza po izvršenju procesa, je završna faza u okviru životnog ciklusa upravljanja poslovnih procesa, čime se zaokružuje ceo proces. Ona koristi informacije generisane tokom izvršavanja procesa radi procene performansi procesa koji u osnovi služe za poboljšavanje i unapređenje procesa i njihovih performansi pri izvršavanju.



Slika 3 BPM, faze životnog ciklusa

U okviru ove faze, rade se i neophodne analize i daju smernice za unapređenje i poboljšavanje poslovnih procesa ili delova procesa, prikazanih pojedinom aktivnošću samog procesa. Isto tako, utvrđuje se ispravnost redoslednosti i istovremenosti procesa, definišu kritični putevi i zatim se vrši optimizacija sistema.

2.3. Standardi za snimanje i analizu poslovnih procesa

Snimanje poslovnih procesa je skup različitih aktivnosti koje primenjuje sistem analitičar, koje treba da obezbede detaljan uvid u veze procesa sa okruženjem, kao i samog procesa i njegovih komponenti. Prilikom snimanja, sistem analitičar posvećuje pažnju:

- Vezama procesa sa okruženjem i razmenom objekata sa drugim procesima
- Osnovnim elementima – aktivnostima koji su sastavni deo toka odvijanja procesa. Raščlanjivanje na aktivnosti do nivoa atomičnosti nam obezbeđuje detaljan uvid u sve elemente procesa, kao i internu strukturu,
- Prepoznavanje objekata, njihove strukture, interna i eksterna ograničenja kao i interakciju objekata sa aktivnostima,
- Prepoznavanje graničnih vrednosti, kao i ciljnih vrednosti koje aktivnosti unutar procesa i sam proces moraju da ostvare,
- Učesnike u procesu, njihova prava i ovlašćenja,
- Neophodne resurse da bi se proces izvršavao.

Za snimanje procesa se koriste metode, metodologija ili standardi, koji nam u većoj ili manjoj meri obezbeđuju sve elemente procesa, kako je navedeno u prethodnom poglavlju. Odabrali smo 4 standarda (A₁ do A₄) u cilju izbora najoptimalnijeg za potrebe koje nas očekuju nakon snimanja i na osnovu karakteristika sa kojima raspolaže svaki od standarda. Alternative (A₁, A₂, A₃ i A₄) su date kroz najrasprostranjenije standarde koji se trenutno primenjuju za snimanje procesa i njihovu kasniju analizu i to:

- DFD (A₁),
- IDEF0 (A₂)
- IDEF3 (A₃), i
- BPMN(A₃) [15].

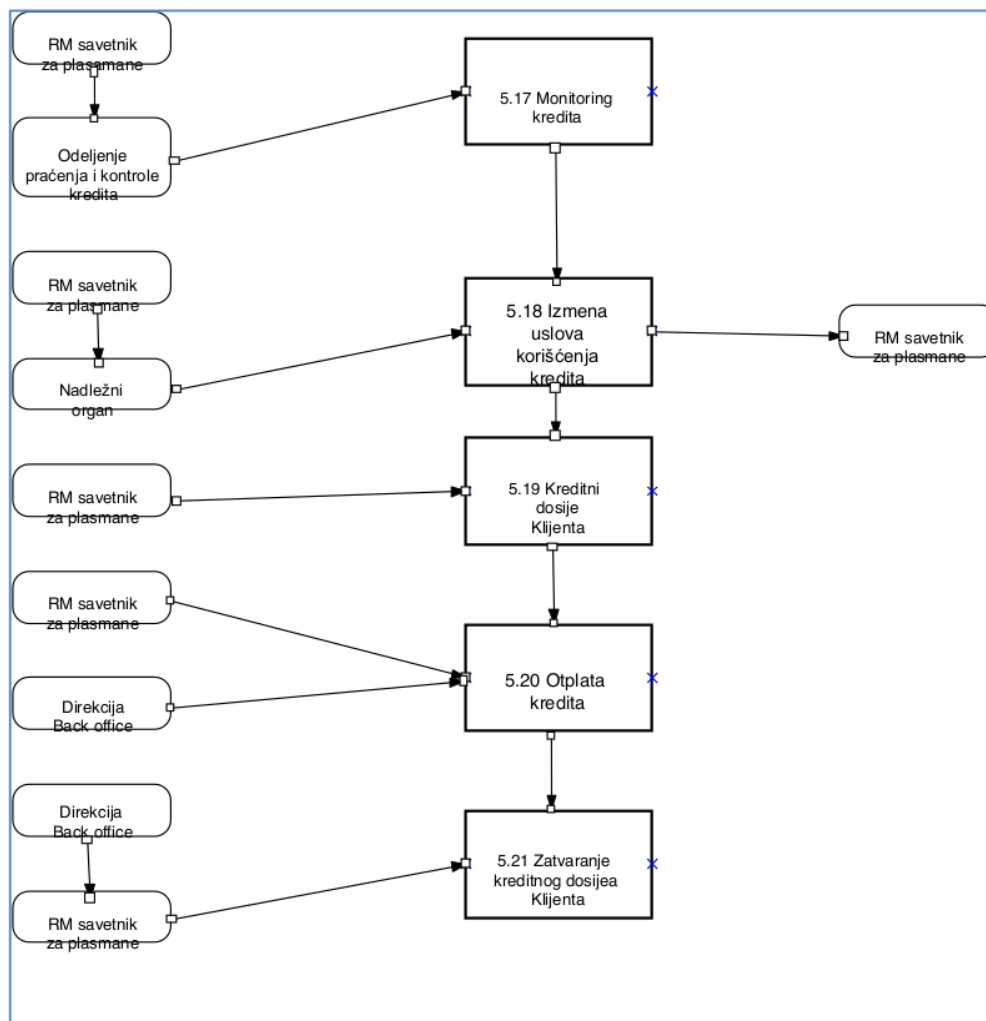
Svaki od ovih standarda ima svoje mogućnosti, specifičnosti, prednosti i nedostatke i imaju određena ograničenja u odnosu na tip procesa koji se snima.

2.3.1. Dijagram toka podataka

Dijagram toka podataka (DTP) ili DFD (*Data Flow Diagram*) [16], [17], [18] se koristi pri modeliranju procesa i fokusira se na tokove podataka između procesa vršeći pri tome analizu skladišta podataka radi maksimalnog povećanja njihove raspoloživosti i smanjenja vremena pretraživanja [19]. To je skup procesa koji se paralelno izvršavaju i on predstavlja skup paralelnih procesa i tokova podataka i skladišta između njih.

Grafički se opisuje preko procesa, toka podataka, skladišta podataka i spoljnih objekata. Proces je skup operacija kojima se transformiraju ulazni podaci u izlazne i koji definišu proces

3
ulaznim tokom podataka i i samim procesom koji se obavlja na osnovu jasno specificirane logike obrade, korišćenjem podataka iz ulaznog toka ili nekog skladišta podataka, a čiji je rezultat obrade izlazni tok podataka i/ili ažurirani podaci u skladištu podataka. On se označava brojnomo oznakom i nazivom procesa.



Slika 4 Primer dela dijagrama procesa „Odobrovanja kredita za obrtna sredstva“ po DFD standardu

3
Tok podataka je put (grafički označen strelicom) kojim protiču grupe objekata (dokumenti, formulari, obrasci, ...), koji pokazuje između kojih elemenata se odvija tok podataka. 3 skladište podataka (kartoteka, fascikla, datoteka, ...) služi za čuvanje podataka, odnosno definiše se kao tok podataka u mirovanju i povezano je isključivo sa procesima sistema preko tokova podataka. Ono omogućava akumuliranje sadržaja toka podataka, povezivanje sa procesima po principu ka/od skladišta. Eksterni objekti koji se koriste u standardu treba da izvrše povezivanje sa objektima van konteksta posmatranog sistema i predstavlja ponore i/ili izvore tokova podataka.

On omogućava pregled svih aktivnosti unutar procesa, ali je ograničen na tzv. „stranični“ prikaz, gde se proces deli po stranicama vezanim za format prikaza. Na taj način funkcionalnost globalnog uvida u proces je znatno otežan, naročito kad su u pitanju složeni procesi. Isto tako, u potpunosti pokriva prepoznavanje učesnika u procesu, ali slabije organizacionu strukturu. Standard je bio decenijama jedini standard za primenu u definisanju procesa u okviru sistema kvaliteta i pokriven je brojnim (ili skoro svim) SW alatima koji ga podržavaju.

Osim navedenog ograničenja vezanog za „stranični“ format, dodatno ograničenje se javlja kod višestrukog prelaska iz jednog dijagrama u više odvojenih dijagrama koji predstavljaju delove procesa, gde je jako otežan globalni pregled kompletnog procesa. Standard ne podržava uslovna granjanja i spajanja tokova podataka i ne omogućava pregled trajanja aktivnosti, kao i početne/krajnje vremenske i uslovne tačke aktivnosti. Pošto je ovaj standard najduže u upotrebi, brojni SW alati omogućavaju prebacivanje prepoznatih elemenata u druge standarde.

2.3.2. IDEF0 standard

Ovaj standard [20] nam omogućava detaljni pregled svih aktivnosti koristeći prikaz detaljnosti po dubini, gde na svakom nižem nivou imamo veći prikaz detaljnosti aktivnosti i tokova između njih. Standard omogućava prikaz istog procesa u zavisnosti od toga sa kog nivoa poslovanja se posmatra uz praćenje određenih ograničenja koja se odnose na grupisanje strelica (tokova) [21].

Nedostatak ovog standarda je da ne postoji celovit jedinstveni detaljni pregled kompletnog modela, dok mu je to u isto vreme i prednost, jer se projektant može fokusirati na određeni detalj unutar procesa. Kad je u pitanju kriterijum SW alati (softverski), ovaj standard od početka njegovog objavljivanja, a i dan danas, je pokriven sa brojnim kvalitetnim alatima za njegovu primenu [22]. Standard definiše određena ograničenja koja se odnose na broj dozvoljenih aktivnosti po dijagramu (3 – 6, maksimalno 8), obavezu usklađivanja ulazno/izlaznih strelica po hijerarhijskim dijagramima, (isto 3 – 6, maksimalno 8), podele strelica po ICOM¹ pravilu, itd. Alat je dodatno omogućio kreiranje entiteta na globalnom nivou, njihovu strukturu kroz attribute, kao i CRUD² IRUN³ pravila njihovih korišćenja, ali to ne pripada karakteristikama standarda i nije prikazano u ovom radu.

S obzirom na postavljene kriterijume neophodne za višekriterijumsku analizu [23] [24], standard u potpunosti prepoznaje elemente kriterijuma koji se odnose na objekte (ulazne, izlazne i interne), omogućava prepoznavanje elemenata koji kontrolišu i upravljaju procesom, strukturu procesa i opisom aktivnosti procesa, učesnicima u procesu i jednostavan je za korišćenje. Standard se slabije snalazi ili ne prepoznaje redosled, granjanje i objekte koji utiču na aktivnosti. Isto tako, velika mu je mana što ne prepoznaje mogućnost definisanja trajanja svake aktivnosti, te momenat njenog početka i kraja.

U slučaju složenih procesa, koji imaju duboku hijerarhijsku strukturu, teško je prelaziti sa nivoa na nivo i razumeti njihovu povezanost i integralnost aktivnosti po nivoima.

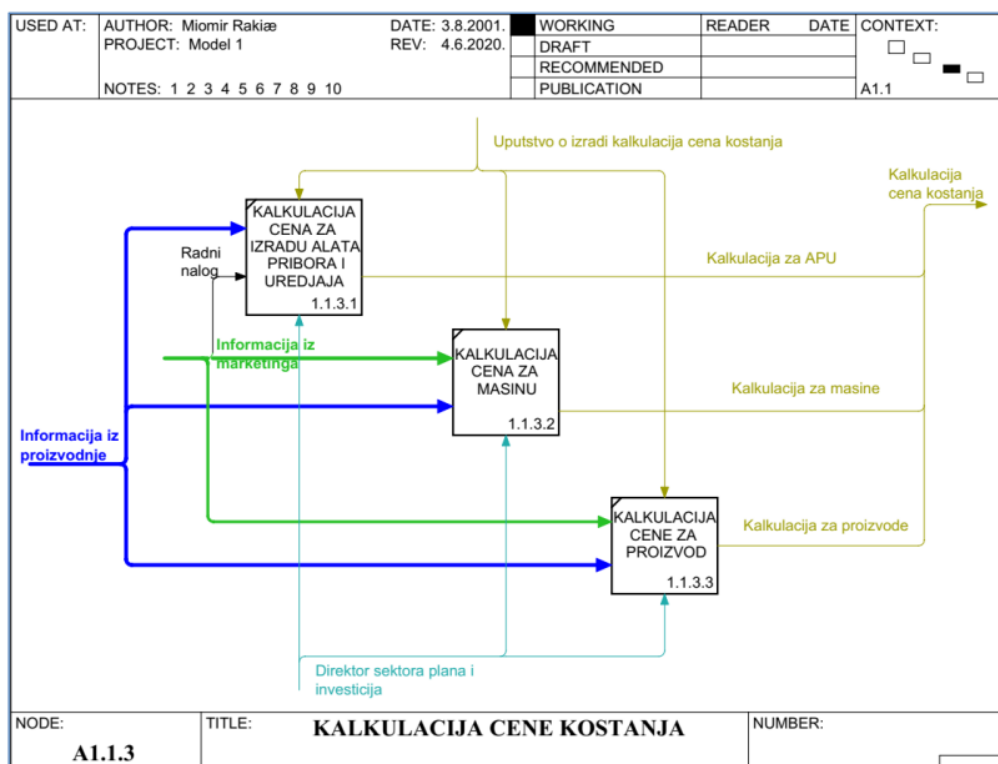
¹ ICOM; Inputs, Controls, Outputs, Mechanisms

² CRUD; Create, Read, Update, Delete

³ IRUN, Insert, Retrieve, Update, Nullified

Drugo ograničenje se odnosi na „slaganje – pozicioniranje“ aktivnosti na dijagramu, gde najvažnija aktivnost se pozicionira u levom gornjem uglu⁴. Ključno ograničenje koje ima izuzetan značaj na tumačenju odvijanja procesa i uticaja strelica na aktivnosti i obrnuto je pozicija ulaska strelice u aktivnost (ICOM pravilo), po čemu je standard specifičan.

Često primenjuje u okviru modeliranja procesa u vojnim krugovima i osim ISO standarda, primenjuje se i kao vojni standard u odeljenjima Ministarstva odbrane u SAD. U okviru standarda definisana je, ali nije jasno razrađena mogućnost prosleđivanja entiteta prepoznatih u IDEF3 standardu ka IDEF1X⁵ standardu.



Slika 5 Primer dijagrama procesa kalkulacija cene koštanja po IDEF0 standardu

2.3.3. IDEF3 standard

IDEF3 standard [25] opisuje ponašanje sistema. Ovaj model obuhvata određena ograničenja sistema, uključujući resurse kao i vremenske relacije. Osnovni gradivni blokovi IDEF3 opisa dijagrama toka procesa su: aktivnosti, veze, reference, tačke odluke i dekompozicije.

Prilikom analize su prepoznati UOB (*Unit of Behavior boxes*) i njihovi međusobni linkovi koji određuju dinamiku procesa. Kroz tačke odlučivanja definisan je redosled i

⁴ IDEF0 standard ne „slaže“ aktivnosti po redosledu izvršavanja, nego po važnosti – složenosti aktivnosti

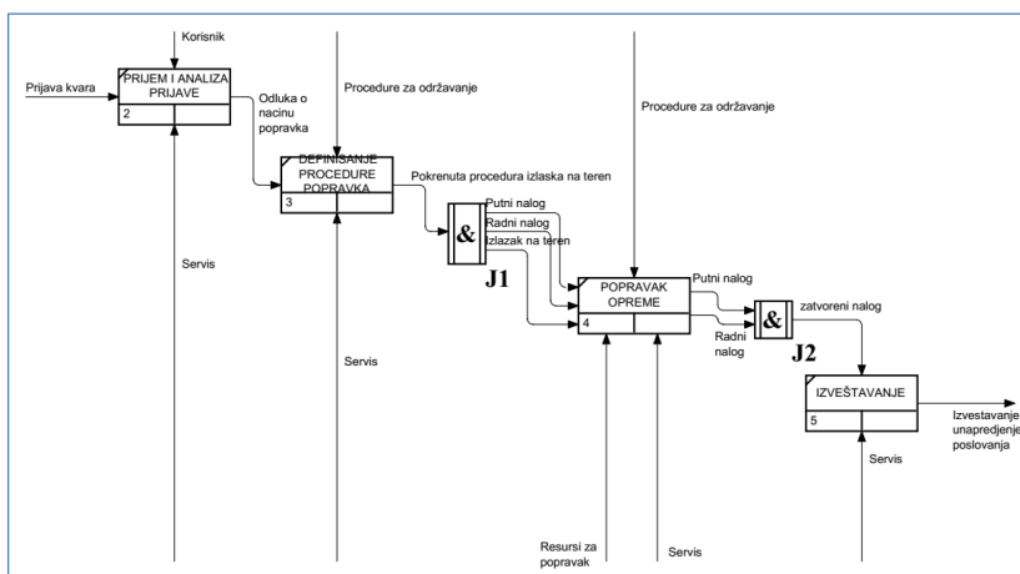
⁵ IDEF1X standard, **I**ntegration **D**EFinition for information modeling

istovremenost odvijanja aktivnosti, kao i paralelizam u početku kao i završetku određenih UOB. Ovo omogućava da se utvrde najkraće, najduže, kao i optimalne rute izvršavanja određenih segmenata UOB, kao i kompletnog posmatranog procesa.

Standard [25], [26] omogućava da se postupkom strukturne sistem analize proces i aktivnosti dekomponuju do atomskog nivoa nedeljivosti UOB. Pravila o broju aktivnosti i strelica je isti kao i kod IDEF0 standarda, ali za razliku od njega, unutar samog standarda je definisana opcija utvrđivanja trajanja i cene koštanja svake od aktivnosti, ali ne i momenat početka i kraja aktivnosti.

Kad je u pitanju kriterijum rasprostranjenosti SW alata, ovaj standard nije bio prepoznat u dovoljnoj meri od strane proizvođača softvera, tako da nije imao takvu rasprostranjenost kao npr. IDEF0. Bitna karakteristika ovog standarda, koji ga izdvaja od ostalih je bila njegova primena za definisanje istovremenosti i redoslednosti u odvijanju UOB. Na osnovu tih parametara, kao i vremena trajanja svake UOB, definisali su se kritični i optimalni putevi i omogućila se direktna optimizacija procesa.

U okviru standarda nisu predviđeni data objekti, što sa druge strane znatno uskraćuje mogućnost analize procesa, naročito kod utvrđivanja svih elemenata koji učestvuju u procesu, kao i o međusobnim uticajima objekata i UOB.



Slika 6 Prvi nivo dekompozicije procesa održavanja opreme po IDEF3 standardu

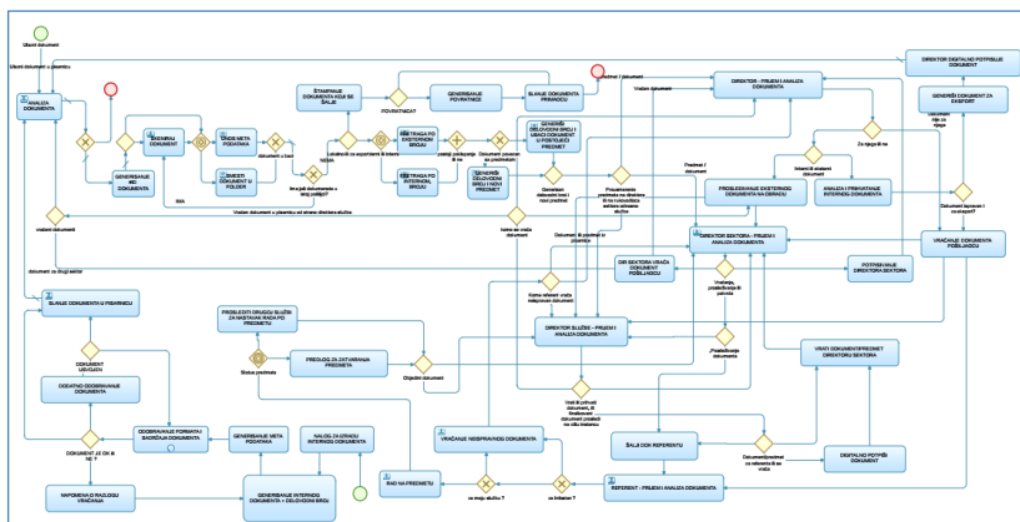
2.3.4. Notacija za modelovanje poslovnih procesa BPMN

Ovaj standard [27] je najnoviji od ovih četiri i omogućio je da se izvrši strukturna sistem analiza i da se prepoznaju aktivnosti, tokovi, objekti i tačke odlučivanja. Kod ovog standarda, poštuje se redosled izvršavanja aktivnosti, tako da je prva aktivnost u sekvenci uvek na levoj strani i ide se na desno. Strelice, koje označavaju tokove imaju ulaze/izlaze sa leve, odnosno desne strane i služe samo da naglase tok realizacije procesa.

Specifičnost ovog standarda je bogatstvo grafičkih simbola [28] koji se odnose na donošenje odluka, kao i simbola koji ukazuju na način aktiviranja određene aktivnosti u zavisnosti od inicijatora. I on, kao i prethodna dva, ima mogućnost prikaza strukturne sistem analize, odnosno detaljnijeg prikaza određene složene (kompleksne) aktivnosti, koja se dekomponuje [29]. Ovo dekomponovanje se odvija, po standardu, na istom dijagramu, mada alati, kao što je PowerDesigner omogućavaju generisanje drugog dijagrama.

U okviru standarda, postoje objekti (*dataObject* i *dataStore*) koji u sebi nose uopšten opis strukture objekta koji učestvuje u odvijanju procesa, ali standard ne definiše mogućnost prepoznavanja uticaja tog objekta na aktivnost i obrnuto, kao i njegove strukture od čega se sastoji taj objekat. Standard [30] nije definisao ni prepoznao mogućnost razmene *dataStore* objekta ka nekom modelu podataka.

S obzirom na trend u informacionim tehnologijama [31], gde se u zadnje vreme dosta pažnje ukazuje grafičkom dizajnu, a sam standard ima prijemčljive grafičke simbole, što po obliku, što po mogućim bojama, proizvođači softvera su proizveli i po kvantitetu i po kvalitetu brojne alate koji koriste ovaj standard kao primarni ili kao jedan od standarda za modeliranje procesa.



Slika 7 Primer modela procesa u pisarnici po BPMN standardu

3. Skladište podataka

3.1. Pojam i istorijski osvrt na skladište podataka

Kroz razne aktivnosti pokušavano je da se formira neko novo rešenje za unapređenje sistema za izveštavanje, predviđanje i analize, kao i unapređenje poslovanja [32]. Kao najjednostavnije, ali i najzahtevnije rešenje iskristalisalo se rešenje bazirano na konceptu skladišta podataka (*Data Warehouse, DW*).

Skladište podataka je baza podataka koja se koristi za izveštavanje [33]. Podaci u DW bazi su rezultat određenih transformacija izvornih podataka i njihovog smeštanja u DW bazu po određenim metodološkim pravilima. DW održava svoju funkcionalnost preko tri osnovna nivoa strukture:

- Nivo prikupljanja,
- Nivo integracije i
- Nivo pristupanja podacima.

Postoji više ključnih definicija DW-a:

- Skladište podataka je subjektno orijentisan, integrisan, nepromenljiv i vremenski stabilan skup podataka koji je organizovan u cilju podrške potrebama menadžmenta, odnosno, DW deo kompletnog poslovnog inteligentnog sistema [34],
- Skladište podataka nije ništa drugo do skup svih konstitutivnih subject područja u centralizovanom sistemu. Informacija je uvek spremljena u dimenzionalnom modelu [35],
- Skladište podataka je struktura podataka koja je optimizovana za distribuciju. Ona prikuplja i skladišti integrisani set istorijskih podataka iz više operativnih sistema i puni jedan ili više subject područja. Isto tako obezbeđuje pristup krajnjim korisnicima u cilju podrške uvida u podatke na nivou korporacije [36],
- Skladište podataka je proces u kome organizacija izvodi vrednosti iz svojih informacionih osnova korišćenjem posebnih spremišta nazvanih skladište podataka [37],
- Skladište podataka je dizajn i implementacija procesa, alata i okruženje u cilju upravljanja, kompletne i na vreme isporuke, tačnih i jasnih informacija u cilju donošenja odluka [38]. To je rešenje, a ne proizvod.

Sve se svodi na nekoliko podprocesa kojima se dobija DW, a to je vezano za prikupljanje podataka, njihovu obradu i zatim njihovo procesiranje. DW da bi bila operativna i funkcionalna neophodno da zadovolji popriličan broj zahteva, jedni su u domenu ažurnosti, drugi u domenu stalnosti podataka, treći su vezani za preglednost i upotrebljivost tih podataka [39], [40], [41], [42]. itd. U svakom slučaju, neki od najvažnijih su:

- Podaci koji su smešteni u DW bazu podataka su iste granularnosti - detaljnosti, jedinstveni su i konzistentni,
- Podaci obuhvataju integralni sistem, a ne pojedinačne i parcijalne oblasti,
- Podacima se pristupa na jedinstveni način, centralizovano,
- Podacima se može pristupiti sa bilo koje lokacije i sa bilo kog uređaja,

- **Sistem** mora **da** bude jedinstveno prihvaćen od svih zaposlenih u sistemu,
- Sistem mora da zadovolji sve zahteve koji su pred njega postavili projektanti i analitičari,
- Sistem mora da uključi interna i eksterna ograničenja, kao i ciljeve koje sistem treba da zadovolji,
- Kvalitet podataka je takav da u potpunosti, bezrezervno i pravovremeno može da donese ispravnu odluku baziranu na analizi tih podataka.

Koncept DW-a datira još iz kasnih 1980-tih, kada su IBM istraživači Barry Devlin i Paul Murphy razvili „poslovni DW“. U suštini, DW koncept je trebao da obezbedi arhitekturni model tokova podataka iz operativne baze podataka ka okruženju za podršku odlučivanja. Taj koncept je probao da pokrije svu silu problema koji se odnose na obezbeđivanje kvalitetnih i pravovremenih podataka neophodnih za analizu i unapređenje poslovanja, kao i na pokrivanje izuzetno velikih troškova sistema za podršku odlučivanju. U nedostatku DW-a, a u cilju potrebe za izveštavanjem, bilo je neophodno generisati veliku količinu podataka bez obzira na ispoljenu redundansu u njima samima, odnosno odstupanja od 3NF, koja je bila neophodna u oblasti projektovanja baza podataka.

Isto tako, veliki problem je bio i veliki stepen nezavisnosti od operativnog poslovanja realizovanog kroz ERP rešenja, najčešće baziranog na relacionom modelu. Pošto svako okruženje posluhuje različite korisnike, često su u operativnom radu i izveštavanju zahtevala korišćenje istih uskladištenih podataka.

Proces prikupljanja, čišćenja i integracije podataka iz različitih izvora, obično iz starih sistema koje korporacije koriste dug vremenski period (nazivamo ih *legacy systems*), su obično delimično replicirani u svako pojedinačno okruženje. Osim toga, sistemi u operativnoj upotrebi su često bili prinuđeni da menjaju strukturu i sadržaj podataka u zavisnosti od hitnih zahteva korisnika. Najvažnije od svega je bio nastanak **5** tehničkih i tehnoloških osnova da bi se uspešno primenio DW sistem. Tehnološke pogodnosti za primenu DSS & DW sistema su:

- Računarsko komunikacione tehnologije,
- 64-bitni procesori, RISC, SMP, MPP, NUMA arhitekture, **49** *RISC-Reduced Instruction set computer, CISC-Complex Instruction Set computer, SMP-symmetric multiprocessing, MPP-Massive parallel multiprocessors, NUMA-Non-uniform memory access,*
- RAID **5** jedinice diskova, *Redundant array of independent disks,*
- Veća **propusna moć** računarske mreže,
- Operativni sistemi: Mrežni, *Cluster, Grid* arhitekture, *Cloud* i dr.

Na žalost, postoji jedno veliko ograničenje, a koje se odnosi na premisu, da ako imate **12** HW **pete** generacije, SW **četvrte** generacije, kadrove treće **53** generacije i organizaciju druge generacije, sistem će raditi u drugoj generaciji. Odnosno, **lanac je jak koliko je jaka njegova najslabija karika**. Većina tadašnjih neuspešnih implementacija DW koncepta (bez obzira kog tipa i obima) nije zaživela zbog spomenutih problema.

Osnovno polazište su dva osnovna činioca:

1. Sistem za analizu i podršku odlučivanju

- DW kao kopiju transakcionih podataka specifično konfigurisanih za upite i analize [43].

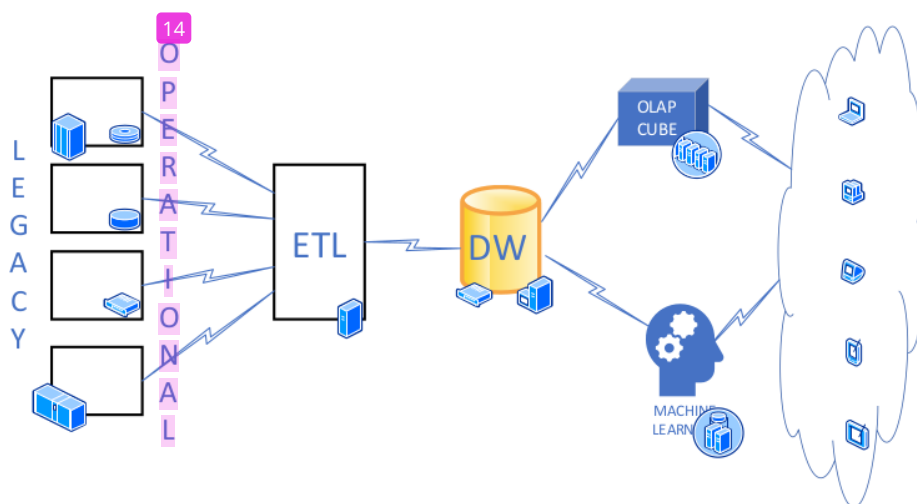
- Koristi se u procesu odlučivanja na svim nivoima organizacione strukture
- Koristi istorijske i operativne podatke kao ulaz
- Podržava matematičke modele analize poslovanja

17. Poslovnu inteligenciju (*Business Intelligence*), prema autoru termina, S. Dedijeru, koja je namenski razvijena da omogući upravljanje performansama organizacije

- Ukupne informacione potencijale staviti u funkciju donošenja najkvalitetnijih odluka kako bi se ostvarili utvrđeni strateški ciljevi,
- Jedinstvena verzija istine,
- Unapređenje strategije i planiranja,
- Unapređenje taktičkih odluka,
- Smanjenje troškova,
- Povećanje prihoda,
- Podatak → Informacija + Smisao = ZNANJE (sa ograničenim rokom trajanja).

Kao što se tokom godina menjao koncept i usavršavala arhitektura i metodologija primene DW-a, tako se menjala i terminologija koja se koristila pri opisivanju DW koncepta. Na primer, terminologija koja je zadržana je dimenzije, činjenice, promena vrednosti dimenzija, surogat ključevi, detaljnost (granularnost) tabele činjenica, generisane dimenzije i slično. Sa druge strane, tokom vremena su se neki termini delimično ili u potpunosti menjali, čak su neki zamenjeni i sa više termina, kako su se njihova značenja menjala ili proširivala, kao npr. [34]:

- *Artificial keys* je sada *surrogate keys*,
- *Data mart* je zamenjen sa *business process dimensional model*, *business process subject područje* ili *subject područje* zavisnosti od konteksta,
- *Data staging* je sada preimenovan u *extract*, *transform* i *load (ETL)*,
- *End-user applications* je zamenjen terminom *business intelligence applications*,
- *Helper tables* su sada *bridge tables* i dr.



Slika 8 Osnovni koncept skladišta podataka

3.2. Arhitekture skladišta podataka

Postoje dve ključne arhitekture koje se odnose na izbor DW strukture. Jedna je CIF (*Corporate Information Factory*), Bill-a Inmon-a, a druga je MD (*Multidimensional Architecture*), Ralph-a Kimball-a. U nastavku ovog poglavlja ukratko će biti objašnjene obe arhitekture (MD i CIF) i zatim naglašene ključne sličnosti i razlike između njih koristeći kriterijume vezane za opseg, perspektive, tokove podataka troškove i brzinu implementacije, kompleksnost i funkcionalnost. Na kraju će biti dato tumačenje razloga izbora arhitekture koja je usvojena za izradu ovog rada i njegove koristi.

3.2.1. Višedimenzionalna arhitektura

Višedimenzionalna tzv. MD arhitektura se zasniva na pretpostavci da sve analize inteligentnog poslovnog sistema (*Business Intelligence*, BI) u svojoj osnovi imaju višedimenzionalni dizajn. Može se reći da je u osnovi MD arhitekture u pitanju nivo koncepta, globalnog ili konceptualnog entiteta. Samim time, šema zvezde je bio vrlo elegantan model od koga se krenulo koji pokriva sve nivoe višedimenzionalnih meta podataka, koji čine osnovu dvodimenzionalnog skladišta podataka (kolone i redove). Taj koncept je korisniku mnogo jasniji i samim time prijemčljiviji. Samim time je postao jedan od najpopularnijih i najkorisnijih (a može se reći jedan od najbržih načina razvoja modela) dizajna koji se koriste u okruženju u kome se obično donose odluke.

Posebna pažnja je posvećena definisanju pojma *subject* područja i tu se javlja jedna od ključnih razlika između CIF i MD arhitekture. Za MD arhitekturu, agregirano *subject* područje šema zvezde je približno isto kao i *subject* područje u CIF arhitekturi. Atomičan nivo *subject* područja šeme zvezde sadrži detaljne podatke približno jednake sadržaju u CIF skladištu podataka. Isto tako, dizajn atomičnog nivoa *subject* područja (šema zvezda) je značajno drugačiji od dizajna CIF skladišta podataka (denormalizovane ERD šeme). Te razlike u modeliranju podataka formiraju glavne razlike u dizajnu vezano za te dve arhitekture.

Sva *subject* područja bazirani na šemi zvezde mogu ili ne moraju da se nalaze unutar iste instance baze podataka. Skup tih šema, u jednoj instanci baze podataka, se naziva Data Warehouse Bus Architecture. Za razliku od CIF, u MD arhitekturi odvojeno i fizički vidljivo skladište podataka ne postoji. Odnosno grubo rečeno, u CIF arhitekturi se iz sirovih podataka generiše skladište podataka pa se iz njega generiše *subject* područja, dok se kod MD arhitekture generiše skup *subject* područja koju su povezani BUS arhitekturom.

Zbog toga je MD arhitektura podeljena na dve grupe komponenti i procesa, takozvani *back* i *front room*. Možemo reći da je *back room* područje koje je sakriveno korisniku, dok je *front room* područje koje mu je na raspolaganju i koje mu je vidljivo.

Back room je područje u kome se podaci izvlače iz izvornih baza podataka i gde se nalaze procesi koji manipulišu podacima. Osim toga, tom delu pripadaju i tehnički meta podaci koji okružuju te procese koji manipulišu podacima kao i njihovo povezivanje sa operativnim – izvornim sistemom. *Back room* sličí CIF-ovoj „*Getting Data In*“ komponenti sa malim izuzecima kad je u pitanju osnovna notacija. Da bi odgovarao CIF-u, nedostaje ERD (Enterprise Relations Diagram) struktura skladišta podataka, dok sa druge strane imamo atomične i

agregirane šeme zvezda *subject* područja, koji se pojavljuju i koja će se kasnije detaljnije objasniti. Potonji se pojavljuju i u *back* i u *front room*-u.

BUS arhitektura (koja služi za povezivanje *subject* područja) se u suštini sastoji od dva tipa *subject* područja:

Atomična *subject* područja. Ta *subject* područja sadrže višedimenzionalne podatke na najnižem mogućem nivou imenilaca (najniži nivo detaljnosti koji je moguć unutar datog okruženja). Oni mogu da sadrži neke vrlo ograničene agregirane podatke u cilju poboljšanja performansi kod upita. Na primer, može se desiti (imamo više primera iz prakse) da se podaci namerno grupišu u dva ili više *subject* područja, gde u jednom imamo podatke na najnižem nivou atomičnosti, dok u drugom imamo agregirane podatke u cilju bržeg pristupa traženim podacima. Podaci su smešteni u model podataka zvezde šeme.

Agregirana *subject* područja. Ta *subject* područja sadrže podatke povezane sa osnovnim poslovnim procesima kao što su marketing, prodaja ili finansije. Oni imaju u sebi agregirane tabele iz više aktivnosti, integrisane u jednu tabelu.

Uopšteno, atomična *subject* područja podržavaju podatke koji se agregiraju za ta *subject* područja, ali to nije obavezno. Moguće je kreirati agregirano *subject* područje direktno iz data staging područja. Kao i sa atomičnim *subject* područjem, podaci su spremljeni u agregatnim *subject* područjima u šemi zvezda

Koji tip *subject* područja će se izabrati zavisi od poslovnih zahteva i performansi svake od tih struktura u **22** ektnom okruženju. Isto tako je važno shvatiti gde MD arhitektura počinje i gde završava, a u zavisnosti od toga da li se odnosi na individualnu poslovnu jedinicu ili na grupu poslovnih korisnika koji imaju specifične BI zahteve.

Ovde je u pitanju izolovan proces (održavanje opreme) koji nije povezan sa ERP-om preduzeća. Pokrenut je kao Pilot projekat, ali je kao takav (u punom kapacitetu) nastavio da samostalno funkcioniše. Tek se sa porastom zahteva za kontrolom ispunjenosti ugovornih obaveza došlo do zahteva za unapređenjem aplikativnog rešenja, da bi se omogućili ti novi zahtevi.

Jedinstveni fokus se reflektira na strukturu podataka, koja je optimizirana da se prilagodi jedinki ili grupi korisnika na odgovarajući način. Nema dve šeme zvezde koje su slične, svaka obezbeđuje optimalan način pristupa podacima za specifičan skup zahteva. Drugi ograničavajući faktor je količina podataka koja se nalazi unutar *subject* područja. Naime ukoliko je obim podataka velik, onda je vrlo problematično generisati agregirana *subject* područja.

Naime u praksi, najčešće se krene u kombinovana *subject* područja, gde se unutar istog *subject* područja nalaze i agregirani i analitički podaci, jer je to jednostavnije, a da se nije izvršila procena inicijalne veličine tabele, njen rast na mesečnom nivou, rast veličine indeksa i slično. Na primer, u alatu ERwin, postoji mogućnost analize rasta tabela i na osnovu toga se može oceniti i predložiti tip *subject* područja, ali i ono što je bitnije DBA (*Data Base Administrator*), a to je planiranje prostora unutar DB sistema, koji se odnosi posebno na podatke, ključeve, pa na indekse, itd. (Slika 9).

Često se, a u zavisnosti od potrebe, prave dva (pa čak i tri) *subject* područja, jedan sa agregiranim podacima (izveštaji i pregledi se VRLO brzo dobijaju) i drugi i treći koji su atomični ili kombinovani, ali zahtevaju mnogo DUŽE vreme odziva i na njima nije lako raditi analize koje utiču na promenu (privremenu) vrednosti podataka.

Front room je interfejs namenjen poslovnim celinama (organizacionim celinama) ili direktno pojedincima. On se može porediti sa CIF-ovim „*Getting Information Out*“ komponentama. Potpuno je jasno da interfejsi za podršku odlučivanju (koji se nazivaju i *Access Services*) i njihovi odgovarajući alati za pristup kod krajnjih korisnika pripadaju tom delu arhitekture. Ta dva tipa *subject* područja se također javljaju i u *front room*-u kao izvorni podaci za te interfejse i alate. Osnovno načelo *front room*-a je naglašavanje ili sakrivanje složenosti koja se nalazi u *back room*-u od korisnika, jer korisnici se niti razumeju, niti im je uopšte bitno koja je količina energije, vremena i resursa potrebna za kreiranje *back room*-a. U suštini, to ih ne interesuje, niti mogu da razumeju, niti imaju vremena za udublјivanje u tu problematiku (čast izuzecima).

Volumetrics

Settings | Report | Parameters

Table:

- AKTIVNOST_ODRZAVANJA_
- DEFEKTAZA
- EKSTERNI_RADNI_NALOG
- JEDINICA_MERE
- KARAKTERISTIKA
- KARAKTERISTIKA_OPREME
- KVAR
- LOKACIJA
- MARKA_VOZILA
- OBJEKAT_POPRAVKA
- OPIS_KVARA
- OPREMA
- Paste_Errors
- POSLOVNI_PARTNER
- PRIJAVA_KVARA
- RADNI_NALOG**

Sizing Input

Table Row Counts

Initial: 1000 Max: 50000 Grow By: 100 per Month

Column Properties:

Column	Datatype	Alloc	Avg Width	Pct NULL
broj_defektaze	smallint	2		
broj_radnog_naloga	smallint	2		
datum_i_vreme_otvaranja	datetime	8		
datum_i_vreme_primopred	datetime	8		0
datum_i_vreme_zatvaranja	datetime	8		0
indikator	varchar(1)	1	1	0

Sizing Estimates

Average Row Size: 66

Initial Table Size: 0 K

Initial size of Index(es): 0 K

Include Indexes

☒ PK ☒ AK

☒ FK ☒ IE

Storage

Physical Object: <default>

OK Cancel

Slika 9 Procena inicijalne veličine tabele i njen kasniji rast

U *front room*-u korisnik počinje sa posmatranjem i analizom osnovnih podataka u *subject* području, a isto tako i posmatranjem *subject* područja koji su generisani za jednokratnu upotrebu (to su *ad hoc subject* područja kreirana za specifične poslovne zahteve). Važno je obratiti pažnju da oni ne istisnu ili zamene prava *subject* područja, inače će se javiti haos. Ovaj problem se može javiti ukoliko projektant nije dobro utvrdio osnovne procese, podatke koji se prikupljaju pri tim procesima, a i ono što je najvažnije, a to su zahtevani izveštaji. Naročito treba obratiti pažnju na BCS (*Balance Score Cards*) i KPI (*Key Performance Indicators*) indikatore, koji moraju biti prepoznati i detaljno proanalizirani, jer su oni osnova za dalju analizu i unapređenje procesa.

Korisnički alati za pristup se sastoje od OLAP *engine*-a, alata za izveštavanje i upite, i čak u nekim slučajevima i alata za data mining. Treba obratiti pažnju da proces izgradnje šeme zvezde ograničava korisnost tih *subject* područja za kompletan i nepristrasan data mining i statističku analizu, kao i za istraživačke analize. Ukoliko su podaci smešteni samo u šemi

zvezda, tada skoro nemamo mogućnost da se pronađu nepovezani obrasci ili korelacije u podacima koji se čak nalaze u istom redu. Pošto zvezda sadrži samo poznate relacije, obrasci ili korelacije između nepovezanih setova podataka se ³⁸ mogu pozivati.

Front room isto tako sadrži i mogućnosti koje se odnose na upravljanje upitima i servise za praćenje aktivnosti. Na taj način se direktno može uticati na održavanje odgovarajućih performansi za svaku instalaciju *subject* područja. Upravljanje upitima uključuje servise kao što su preusmeravanja upita, inteligentno agregiranje i slično. Nadziranje aktivnosti omogućava i prikupljanje informacije o korišćenju tih baza podataka u cilju provere optimalnosti (ili da li su u definisanim rasponima) performansi i kvaliteta podrške korisniku.

Pošto je pristup odozdo na gore kod višedimenzionalnih sistema dominantan, za čas se mogu prekoračiti korporativna ili sistemska pravila kada se konstruiše šema zvezda. Kada ne postoji zahtev da se koristi pristup odozgo na dole, izloženi smo opasnostima da previdimo ograničenja koja se odnose na šemu zvezde (a i pahulje i galaksije) da šema zvezda postane usko grlo implementacije, jer ne može da se lako i pod punom kontrolom omogući povezivanje više tih šema, pogotovu kada koriste iste dimenzione tabele, te samim time može da se prouzrokuje nekonzistentnost, uz najgori scenario konflikte kroz celi sistem. Iskusni i jaki multidimenzionalni projektanti kao i iskusni ERD modelari, prevladavaju taj problem svojim iskustvom koje im obezbeđuje prepoznavanje tih potencijalnih problema.

Godinama se MD pristup modifikuje sa ciljem prevazilaženja nemogućnosti pogleda na celokupan sistem. Poznat je sukob koncepata gde CIF vidi sve „odozgo“ (teorijski, samo nikad ne izgradi tu osmatračnicu), dok MD pristup ima ograničenje da nikad ne izgradi celokupan sistem, već uvek „zapne“ negde u među fazama. Uveden je termin i metodologija tzv. usaglašene dimenzije kao jednog od načina da se prevaziđe taj nedostatak. Prema Kimball-u, usaglašene (ili zajedničke) dimenzije su identične u svakoj tabeli činjenica kojima su pridružene. Idealno, to podrazumeva da je usaglašena – zajednička dimenzija identična u svakoj šemi zvezde koja je koristi. Primer toga je Radni nalog, Ugrađeni delovi, Oprema. U konkretnom primeru, kada se spominje dimenzija **vreme**, ona i njena struktura moraju biti identični u svim slučajevima, bez obzira u kojoj tabeli činjenica se pojavljuje. Ako spominjemo tabelu činjenica RADNI NALOG, vremenska struktura je identična kao i kod tabele činjenica REZERVNI DELOVI, UGOVOR, itd.

Drugi način zaobilaska ovog problema (nedostatka) je kreiranje *data staging* područja. U tom skladištu, projektant konsoliduje dimenzionalne atribute u jednu odgovarajuću dimenziju (dimenzionalnu tabelu) koju replicira u sve zahtevane šeme zvezde. Na žalost, to izaziva dodatne probleme, jer kod iole kompleksnije strukture baze, treba da to kreira, publikuje, održava i koristi u svim *subject* područjima. Jednom konsolidovane, odgovarajuće dimenzije se permanentno smeštaju u područje *data staging*-a. U nastavku teksta će se detaljnije objasniti problematika održavanja dimenzionih tabela i podataka u njima. Zbog te kompleksnosti je razvijen takozvani BUS koncept skladišta podataka koji se koristi u CIF arhitekturi.

3.2.2. CIF arhitektura

Na početku je CIF (*Corporate Information Factory*) [44] razvijen u cilju razjašnjavanja komponenti arhitekture, koja je u početku bila vrlo jednostavna. Ranih 90-tih, u pitanju su bile samo nekoliko komponenti, spojenih međusobno logičnom strukturom. Od tada se i konceptualni i logički CIF menjao i evoluirao, uostalom kao i ostali deo tehnologije.

Reflektovao je izmene na logičkom i konceptualnom nivou koje je BI arhitektura morala da emulira i samim time je bio dinamički koncept kome su se dodavale određene komponente.

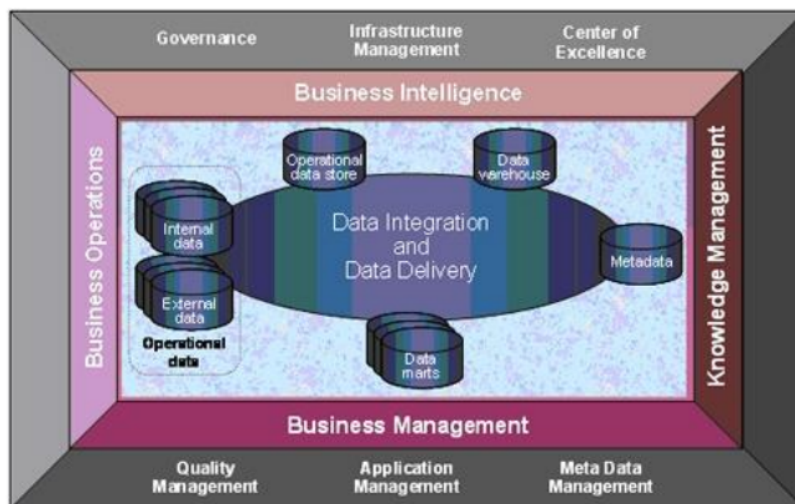
CIF-ove osnovne komponente su ostale i danas:

- Skladište podataka (*Data warehouse*),
- Operaciona skladišta podataka (*Operational data store*),
- Predmetna (*Subject*) područja i
- Meta podaci (*Metadata*).

Da bi prihvatio nove trendove i zahteve koje se postavljaju u oblasti informacionih tehnologija, kao i u oblasti upravljanja sistemima, osnovni CIF je proširen određenim komponentama i mogućnostima i preimenovan je u prošireni CIF (*Extended Corporate Information Factory* ili *CIF^e*). Došlo je do zahteva za favorizovanjem sledećih faktora:

- Poslovni planovi,
- Poslovni procesi,
- Zaposleni,
- Performanse poslovnih procesa, odnosno poslovanja.

Zbog tih favorizovanja, osnovne komponente podataka nisu menjane, ali su se procesi i tehnike koje se koriste za kreiranje i pristup tim podacima drastično promenile i usavršili. Integrisane su u zajedno u jedan proces: proces integracije i isporuke podataka (*Data Integration* i *Data Delivery*). Slika 10 prikazuje komponente proširenog modela CIF-a. To je bila osnova koja je omogućila mogućnost stratejskih analiza sa tekućim informacijama, jer je omogućila prosledjivanje podataka iz analitičkih operacija ka operativnim izvorima. Bez obzira na sve te zahteve, osnovni koncept, koji je osnova za generisanje DW, mora da uključi i primeni tradicionalan ETL proces. Ista tehnologija se koristi i za *subject* područja i zbog toga se primenjuje ODS⁶ kad su u pitanju kompleksni integracioni procesi, kao i bezuslovni zahtev, da u stvari postoji samo „jedna istina“, kad su u pitanju podaci u sistemu.



Slika 10 Komponente proširenog modela CIF-a (*CIF^e*)

⁶ Operational data store

Za razliku od logičkog i konceptualnog nivoa, fizički nivo ima važne dodatke koje uključuju:

- Virtualno operativno skladište podataka (*virtual operational data store*, VODS). Osnovna namena VODS-a je da obezbedi fleksibilnije okruženje za ODS okruženje. Na taj način se upiti vrše na više različitih izvora u cilju kreiranja VODS-a.
- Ne strukturirani podaci. Pre formiranja CIF-a, jedini podaci koji su se mogli naći su bili strukturirani. Sada postoje i Ne strukturirani podaci (mejlovi, atačmenti uz mejlove – *pdf*-ovi, *txt*, *Doc* fajlovi i dr.), kao deo CIF-a. Ne strukturirani podaci su legitimni izvori podataka za strukturnih podataka isto tako, načini pristupa, manipulacije i obrade Ne strukturiranih podataka se razlikuju od strukturiranih podataka. Osnovni faktor za kontrolu Ne strukturiranih podataka je ETL alat.
- Ne strukturirana vizualizacija. Svet vizualizacije je ključan i dominantan u oblasti poslovne inteligencije (*Business Intelligence*, BI). Jedno od bitnih područja vezano za BI je manipulacija brojevima – dodavanje, oduzimanje, pregled unutar podataka, raščlanjivanje podataka na delove od kojih je sastavljen, itd. Ne strukturirani sistemi, sa druge strane nisu samo brojevi, već i tekstovi. Primenjuju se nove tehnologije koje koriste tekstualne vizualizacije. Te tekstualne vizualizacije su u stvari veliki skok u odnosu na postojeću BI tehnologiju, kao i što je bila BI tehnologija u odnosu na tehnologije koje su koristile strukturirane podatke.

U međuvremenu je Inmon, kao zagovornik CIF arhitekture i pristupa odozgo na dole, predstavio i novi koncept DW, takozvani DW 2.0 [45], koji ima sledeću arhitekturu (Slika 11). Karakteristike tog novog koncepta su da se uključuje pojam vlastitog životnog ciklusa podataka. Pojam životnog ciklusa se odnosi na levi deo slike, u kome se nalaze podaci koji su:

- Interaktivni (tekući),
- Integrisani (skoro tekući),
- Operativni, ali stariji,
- Arhivski (na drugim medijumima, i slično).

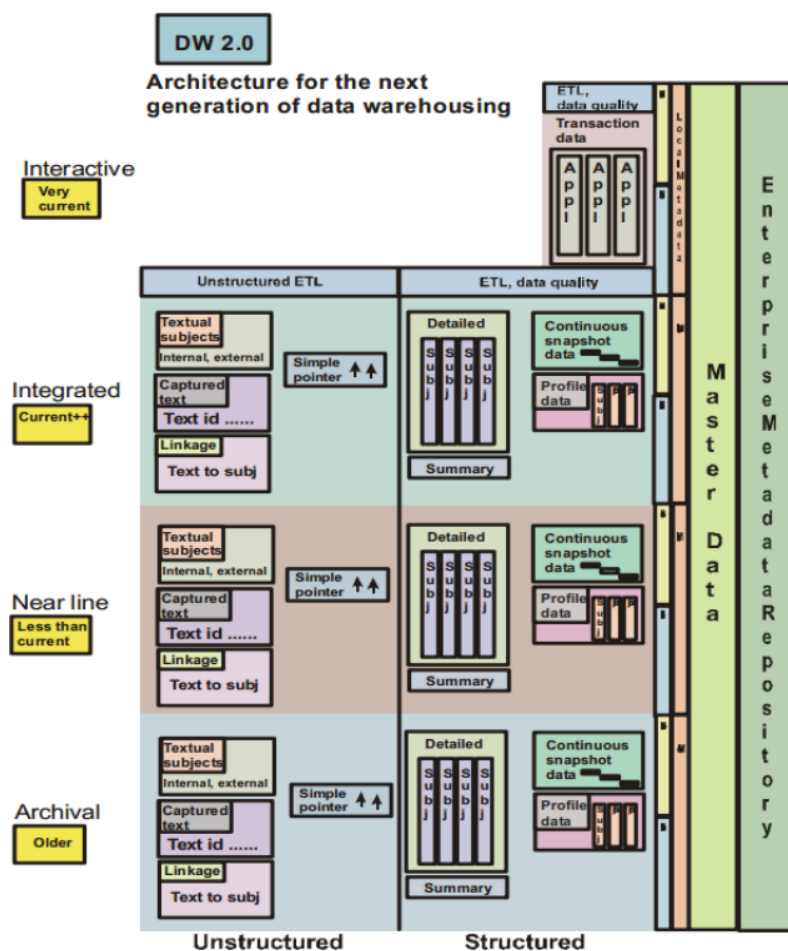
Osim potrebe za tim podacima, moraju se uključiti i podaci koji se odnose na praćenje celokupnog procesa, kao i za evidentiranje trenutnog željenog cilja. Time se dolazi do zahteva za određenim proširenjem atributa koji se odnose na podatke u tabelama činjenica. Naime, kada se izvrši zapis neke činjenice, koja predstavlja neku izmerenu vrednost (kao na primer vreme otklanjanja kvara na bankomatu, vreme prijema pacijenta i postavljanje dijagnoze i slično), potrebno je evidentirati i granične uslove koji se odnose na to merenje, ciljne vrednosti koje se odnose na tu izmerenu vrednost, kao i vremenski interval na koji se odnosi ciljane vrednost. Na primer, ako je vreme popravka konkretnog bankomata morala da bude u granicama od 4 sata (ako je u pitanju vikend), odnosno na primer 3 sata, ako je u pitanju radni dan, mora da postoji i takva uneta vrednost (informacija) jer u suprotnom, rezultati analize ne mogu bi valjani. Isto tako, ako je na primer u pitanju godišnje doba, onda u Crnoj Gori je vrlo bitno da preko leta, otklanjanje kvara bude kraće nego što je preko zime, itd. Ovaj koncept je primenljiv ukoliko je baza podataka konzistentna, sveobuhvatna (sa stanovišta svih procesa koji se odvijaju unutar kompanije), ažurna, sa definisanim pravilima odvijanja i sa jasno definisanim ciljevima za svaki proces.

3.2.3. Procena optimalnosti određene arhitekture

Kao što je prethodno napomenuto, dva giganta kada je u pitanju DW su Bill Inmon i Ralph Kimball i oni su osnova svih suprotstavljanja i sučeljavanja. Inmon podržava takozvanu *hub and spoke* arhitekturu (takozvanu *Corporate Information Factory*), dok Kimball promoviše *subject* područje *bus* arhitekturu sa usaglašenim dimenzijama. Ima i ostalih alternativnih, ali su ove dve opcije dijametralno suprotne i svaka od njih ima svoje pobornike.

Pri izboru optimalne arhitekture, posmatrano je 5 osnovnih arhitektura koje proističu iz ove dve osnovne [46]:

1. Nezavisna *subject* područja (*independent subject area*),
2. *Subject* područje *bus* arhitektura,
3. *Hub and spoke* arhitektura,
4. Centralizovan DW (kad nema zavisnih *subject* područja),
5. *Federated subject* područja.



Slika 11 Koncept DW 2.0

Pregled uspešnosti je dat sledećom tabelom:

Tabela 1 Uspešnost DW arhitektura

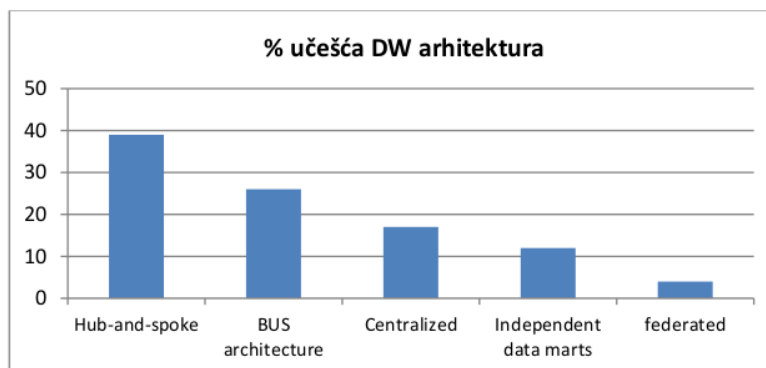
	Nezav ⁶³ data mart- ovi (independent data marts)	Data mart bus arhitektura	Hub and spoke arhitektura	Centralizovan data warehouse (kad nema zavisnih data martova)	Federated data martova	OCENA, prosek
Kvalitet informacija	4,42	5,16	5,35	5,23	4,73	4,978
Kvalitet sistema	4,59	5,6	5,56	5,41	4,69	5,17
Individualni uticaj	5,08	5,8	5,62	5,64	5,15	5,458
Organizacioni uticaj	4,66	5,34	5,24	5,3	4,77	5,062
OCENA, Prosek	4,6875	5,475	5,4425	5,395	4,835	5,167

Uspešnost je rađena na osnovu istraživačkog izveštaja [47] i merena su 4 osnova merljiva uticaja na uspešnost:

- Kvalitet informacija koje su sadržane u arhitekturi,
- Kvalitet celokupnog sistema,
- Individualan uticaj i
- Organizacioni uticaj.

U literaturi se mogu naći druge arhitekture, ali su one pod celine ovih 5 osnovnih. Prikazane su na Dijagram 1. Na osnovu istraživanja [46], predominantne arhitekture su *Hub-and-spoke*, pa *BUS* arhitekture, centralizovane i tako dalje. Platforme na kojima su realizovani projekti su Oracle (sa preko 41%), Microsoft (sa preko 19%) i IBM (sa preko 18%).

Drugi pristup, kad su u pitanju izbori arhitekture su obimi podataka i namena projekta. Za konkretan projekat, obuhvatiće se samo određena oblast poslovanja kompanije i to vrlo uski segment održavanja opreme (konkretno održavanja bankomata) i na njoj će se dati koncept primene savremenih tehnologija u oblasti informacionih sistema.

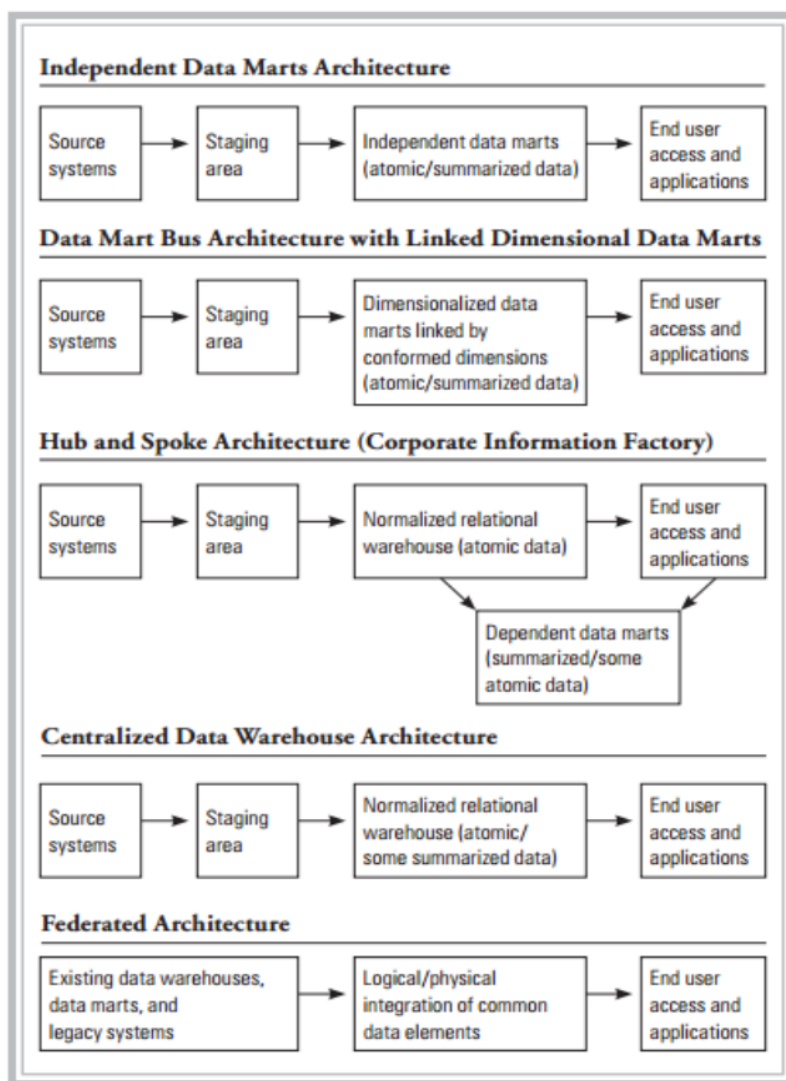


Dijagram 1 % učešća DW arhitektura

Za ovaj slučaj je izabrana arhitektura *Independent subject area Architecture with Linked Dimensional subject area*, jer se smatra da je ona najpodesnija, s obzirom na:

- skup oblasti koje se žele prikazati ovom tehnologijom,
- obim podataka koji je obuhvaćen,

- tipovima podataka koji se nalaze u bazama podataka i
- iskustvom sa kojim raspolaže doktorant iz ove oblasti.



Slika 12 Pet osnovnih arhitektura

3.3. Nosioi podataka unutar skladišta podataka

Nosioi podataka unutar strukture dimenzionalnog DW su dimenzione tabele i tabele činjenica. Zbog svoje grafičke strukture, često ih nazivaju šema zvezda, mada postoje i složenije strukture tipa pahulja i tipa galaksija, u zavisnosti od veza i složenosti dimenzionalnih tabela sa tabelama činjenica (nivoima, brojem i vezom). Osnovna struktura dimenzionalnog modela se može podeliti na:

- Dimenzionalne tabele i
- Tabele činjenica.

Osim ovih elemenata dimenzionalnog modeliranja, posebna pažnja je posvećena njihovom načinu povezivanja, kao i generisanju tzv. surogat ključeva. Dodatni problem koji se javlja je usvajanje tipa ažuriranja tih tabela (tip 0 do tip 7) [34]. Da bi se omogućilo generisanje tabela dimenzija i tabela činjenica, treba primeniti četiri (ili pet) osnovna koraka, a to su:

1. Definirati opseg podataka,
2. Izvršiti selekciju podataka,
3. Izvršiti prečišćavanje podataka,
4. Izvršiti transformaciju,
5. Eventualno primeniti i peti korak koji se odnosi na agregaciju podataka.

S obzirom na veličinu (broj slogova) koje tabela ima u ovom primeru, odlučeno je da se sve smesti u jednu dimenzionu tabelu.

3.3.1. Tabele činjenica

Tabela činjenica sadrži detalje poslovnih događaja i adresira jedinstveni poslovni problem, proces ili korisničku potrebu. Tabele činjenica su vrlo velike jer sadrže milione slogova i koriste stotine gigabajta prostora. Pošto dimenzionalne tabele sadrže opise činjenica, činjenična tabela zbog može biti redukovana na kolonu dimenzije koja je spoljni ključ i numeričku vrednost činjenice. DW može sadržavati više činjeničnih tabela. Svaka činjenična tabela može biti kreirana na osnovu zahteva korisnika ili poslovne funkcije čije podatke o realizaciji logira. Činjenične tabele su povezane sa tabelama dimenzija vezama preko poslovnih funkcija u šemama koje se zovu šeme zvezde ili šeme galaksije. Takva poslovna specifična šema može biti deo centralnog DW-a ili može biti implementirana u pojedinačne odvojena *subject* područja.

Vrlo velike tabele činjenica mogu da se fizički podele u cilju lakše implementacije i dizajnerskih razmatranja i pravila. Particije su obično sinhronizovane sa jednom dimenzijom, obično vremenskoj dimenziji. Najčešće vremenske dimenzije, kao podaci u DW-u su po svojoj prirodi istorijski. OLAP (*OnLine Analytical Processing*) kocke, koje su izgrađene primenom particionisanja tabela činjenica, se takođe segmentiraju da bi se usaglasile sa podelom samih tabela činjenica. U njoj se čuvaju numerički podaci o izmerenim vrednostima činjenice koju one predstavljaju, a odnose se na praćenje performansi poslovanja. Prema osnovnim pravilima dimenzionalnog modeliranja, ti izmereni podaci – činjenice o posmatranom poslovnom procesu, a predstavljeni tom konkretnom tabelom činjenica, treba da se smeste u jedno tzv. *subject* područje, odnosno strukturu zvezda. Ovde se termin *fact* – činjenica, koristi da bi se predstavila trenutna mera⁷ uspešnosti poslovnog merila koje predstavlja ta tabela. Mere se obično dodaju na dimenzije. Na primer, broj RN po korisniku, broj rezervnih delova po bankomatu, broj kvarova po bankomatu i korisniku, itd. Izračunate vrednosti su vrednosti koje su rezultat primene nekih funkcija na jednu ili više vrednosti. Primer tih mera je na primer rezultat množenja vremena trajanja određene operacije i broj izvršenih operacija. Detaljnost tih

⁷ Mere su vrednosti koje kvantifikuju činjenice i one su numeričke.

evidentiranih stanja (izmerenih) u nekom trenutku vremena, ali i tzv. zrnatošću (detaljnošću, granularnošću) te izmerene vrednosti nam opisuje područje merljivosti ili željenog cilja. Znatost tabele činjenica je definisana listom dimenzionalnih tabela.

Pošto podaci koji se smeštaju u tabele činjenica čine najveći deo bilo kog *subject* područja sistema, nije dozvoljeno njihovo multipliciranje na više mesta u sistemu (za razliku od dimenzionalnih tabela). Osnovno je da svaki slog u tabeli činjenice ukazuje na jednu izmerenu vrednost u nekom određenom trenutku ili poziciji i to je predstavljeno jednim slogom, odnosno zapisom u tabeli. Sa projektantskog stanovišta, ključno je da svi slogovi imaju istu granularnost, odnosno da imaju isti nivo detaljnosti, jer u suprotnom nije moguće vršiti uporedne analize uspešnosti poslovanja.

S obzirom na strukturu podataka i namenu tabela činjenica, podaci koji se u njih upisuju su numerički. Izuzetno retko se upisuju tekstualni podaci i tada je tekstualna mera opis nečega i opisuje diskretnu listu vrednosti. Zbog toga se u procesu ETL-a, jedan deo aktivnosti koristi da bi se izvršilo i usaglašavanje i eliminisanje alfa tipova podataka i izvršilo njihovo unificiranje i prebacivanje u numeričke podatke. Isto tako, nikad se ne smeštaju redundantne vrednosti u tabele činjenica, čak i kad je tekst jedinstven za svaki slog pojedinačno. Redundantne vrednosti se moraju uneti u dimenzione tabele. To je obično vrlo složen i filigrantski posao, jer na primer izvorni sistemi iz kojih se unose podaci o na primer polu osobe, mogu biti uneti u formatima „m“, „M“, „0“, „muško“ ili „MUŠKO“, itd. to znači da DBA mora da prethodno proveri strukturu i tipove izvornih podataka i da za svaku transformaciju izvrši pojedinačno prebacivanje sa jednog izvornog značenja na zajedničko novo značenje.

Sledeći problem o kome treba misliti je problem NULL vrednosti u tabelama činjenica. Ovo je još složeniji problem, jer treba napraviti kompromis između definisanja atributa koji će sačinjavati tabelu činjenica, odnosno, prepoznavanja atributa iz izvornog (operativnog modela) iz koga se preuzimaju podaci. Naime ove NULL vrednosti ukazuju na aktivnosti koje se nisu dogodile ili za njih iz nekog razloga nema podataka. Ukoliko se posmatra odnos zauzetosti prostora u bazi podataka koji se odnosi na tabele činjenica i tabele dimenzija, odnos je obično 10% za dimenzionalne i 90% za tabele činjenica. Sa druge strane veličina tabele činjenica može biti uslovljena i tipom same tabele činjenice koja može biti:

- Transakciona,
- Agregirana ili OLAP,
- Prazna,
- Konsolidovana,
- Presečna, odnosno periodična (*snapshot*), ili
- Akumulirani presek.

Svaka od njih ima svoju specifičnost u nivou agregiranosti i u nivou detaljnosti i spadaju u prvu grupu takozvanog fundamentalnog koncepta. Pošto u ovom projektu, opisanom radu koristimo kao fundamentalnu strukturu Kimbalov koncept, važno je napomenuti da je ovaj koncept prvi od devet konceptata koji su prepoznati (Prilog 1). Ostali koncepti se odnose na tehnike kreiranja bazičnih dimenzija, tehnikama koje se odnose na bazične tabele činjenica, koncept koji „pokriva“ integraciju sa konformnim dimenzijama. Sledeće su konekcija i usaglašavanje sa hijerarhijama, naprednim tehnikama modeliranja tabela činjenica kao i šemama specijalnih namena [48].

Ukoliko se uzmu u obzir oba koncepta (Kimbal i Inmon) postoje preko 80 tehnika priznatih u svetu koje ih podržavaju. Logički model tabele činjenica ima kolonu spoljnog ključa za primarni ključ na svakoj dimenziji. Kombinacija tih spoljnih ključeva, koji su u stvari primarni ključevi povezanih dimenzionih tabela, definišu primarni ključ tabele činjenica. Tip definisanog kompozitnog ključa će biti određen tipom zahtevanog particionisanja, zahtevanim performansama učitavanja i tako dalje.

Tabela činjenica rešava više ka više relacije između dimenzija pošto se dimenzione tabele spajaju preko tabele činjenica. Ovaj postulat dodatno usložnjava projektovanje DW sistema, pošto su „stari“ projektanti bili opterećeni poštovanjem 3NF kao osnove i toga su se maksimalno pridržavali, a ovde u suštini se sa 3NF „vraćamo u neku ruku“ na 2NF, gde dolazi do ove denormalizacije. Detaljnost tabela činjenica je određena sadržajem kolone činjenice koja je identifikovana dok se pod pojmom granularnosti definiše mera nivoa detaljnosti, a u zavisnosti od individualnih unosa u tabeli činjenica i zahteva za podacima koji su prepoznati ili traženi iz operativnog sistema iz koga izvlačimo podatke.

Posebna pažnja pri analizi veličina tabela činjenica su njihovi ključevi i indeksi. Većina tabela činjenica ima više ključeva, koji su preneti iz tabela dimenzija i oni se označavaju oznakom FK⁸. Ti ključevi ih direktno povezuju sa dimenzionalnim tabelama i njihovim primarnim ključevima, PK⁹. Kada se ključevi u tabeli činjenica poklapaju sa njihovim odgovarajućim primarnim ključevima u tabeli dimenzija, tada kažemo da smo ispunili zahtev za pravilnim *referencijalnim integritetom*. Tada se činjeničnoj tabeli može pristupiti preko dimenzionalne tabele, uz potpunu sigurnost da je u pitanju odgovarajući mapirani slog.

Poseban segment pristupa tabeli činjenica je pristup preko ključa koji je u stvari napravljen kao podgrupa spoljnih ključeva. Taj ključ se često naziva *kompozitni* ili *ulančani* ključ. Tako da ovde postoji pravilo da svaka tabela činjenica u dimenzionom modelu ima kompozitni ključ i obrnuto, svaka tabela koja ima kompozitni ključ je tabela činjenica. **Drugim rečima, može se reći da u dimenzionom modelu svaka tabela koja izražava više prema više relacije mora biti tabela činjenica.** Sve ostale tabele su dimenzione tabele. Ono o čemu treba voditi posebnu pažnju je da tabela činjenica izražava relaciju tipa više prema više između dimenzija i dimenzionog modela.

3.3.2. Dimenzione tabele

Satelitske pozicije u dimenzionalnom modelu čine tabele dimenzija, koje se formiraju, kao sateliti, oko tabele činjenica. Dimenzionalne tabele sadrže podatke koji su u stvari atributi, koji opisuju pojedinačne subjekte u tabelama činjenica. U relacionom modelu su to najčešće šifarnici ili nomenklature. Obično se prilikom generisanja dimenzionalnih tabela koristi preslikavanje $I \leftrightarrow I$ tih tabela u tabele dimenzija uz određene modifikacije koje se odnose na hijerarhiju, dodatno agregiranje i sl. Sa druge strane moguće je kombinovati dva ili više šifarnika u jednu dimenzionalnu tabelu ($M \rightarrow I$). Ovo je direktno povezano sa kvalitetom isprojektovanog modela, koji je osnova za generisanje DW modela, odnosno sa znanjem i iskustvom projektanta koji je realizovao izvorni model.

⁸ Foreign key

⁹ Primary key

Dimenzionalne tabele imaju tri osnovna tipa polja, odnosno atributa:

- primarni ključ,
- polje u kome je definisan hijerarhijski nivo i
- polje sa atributom.

Primarni ključ dimenzionalne tabele je spoljni ključ tabela činjenica i na taj način se vrši njihovo povezivanje, s tim da se dešava nekim slučajevima, da su dimenzionalne tabele povezane sa više tabela činjenica. Takav koncept dimenzionalne tabele se naziva *conforming* dimenzija (deljene ili zajedničke tabele) i njihovo projektovanje je vrlo specifično i osetljivo.

Jedna od ključnih osobina dimenzionalnih tabela je definisanje hijerarhija, odnosno nivoa hijerarhija. Specificiranje hijerarhije određuje granularnost, odnosno nivo detaljnosti kojima se prati neka promena zapisana u tabeli činjenica. Na primer detaljnost može biti godina, kvartal, mesec, dan, ali može biti i nivo nedelja, dana, sata, minuta itd. Dodatna komplikacija je da određena hijerarhija može da ima i višestruke vremenske hijerarhije, kao na primer, kalendarska i fiskalna godina, a da je dubina koja određuje detaljnost podataka ista. Još kompleksnija je tema kada se presek poslovanja sa godine u godinu odvija različitih datuma (DELL-u fiskalna Nova godina počinje 1 februara, Microsoft-u 30. juna itd.).

Tabele dimenzija tekstualno opisuju poslove. Za dimenzionalne tabele uopšte nije čudno da imaju veliki broj atributa i kolona, jer ti atributi opisuju zapise, odnosno izmerene vrednosti u tabeli činjenica. Postoji pravilo da u tabelu dimenzija treba uključiti što je moguće više atributa, pa nije nemoguće da postoje tabele sa po 50, pa čak i 100 atributa, kao na primer dimenzionalna tabela koja se odnosi na vreme, samo se onda postavlja pitanje kako održavati tu tabelu. Primer je održavanje podataka o verskim praznicima, pa na primer o temperaturnim kolapsima, sportskim događajima, blokiranjima pojedinih regiona ili ulica zbog određenih manifestacija ili štrajkova i slično. Svaki od tih atributa može biti jedan od elemenata analize poslovanja ili konkretnog poslovnog procesa ili aktivnosti.

Atributi dimenzija igraju vitalnu ulogu u skladištima podataka. Ne samo da su izvor praktično svih interesantnih ograničenja i označavanja izveštaja, već su ključ koji omogućava da skladišta podataka budu korisna i razumljiva. U mnogim slučajevima, smatra se da su skladišta podataka dobra onoliko koliko su im dobri atributi dimenzija. Snaga skladišta podataka je direktno proporcionalna kvalitetu i dubini (detaljnosti) atributa dimenzija. Što se više vremena provede u obezbeđivanju jasnih terminoloških opisa poslovanja, to će biti bolje skladište podataka. Isto tako, što se više vremena provede u popunjavanju vrednosti u kolonama atributa, to će skladište podataka biti bolje. Drugim rečima, više vremena provedenog u obezbeđivanju kvalitetnih vrednosti u koloni atributa, to je bolje skladište podataka. Najbolji atributi su tekstualni i diskretni. Atributi treba da se sastoje od realnih reči, a ne kriptovanih skraćenica.

Po pravilima koja važe za projektovanje DW, uvek treba težiti minimiziranju korišćenja koda ili šifara u tabelama dimenzija menjajući ih sa tekstualnim atributima koji jasnije i verbalnije opisuju činjenice. Često se javlja problem inteligentnog kodiranja, gde npr. prva dva znaka imaju neko određeno značenje, druga dva znaka neko drugo itd. U tim slučajevima se kodirano polje razbija na podgrupe i unose tekstualna značenja. Na taj način se korisnicima oni prezentuju kao razdvojeni atributi dimenzija, koji mogu biti filtrirani, grupisani ili prikazani na lak i jednostavan način. To je najčešći pojavni primer kod klasifikacija rezervnih delova ili alata u metaloprerađivačkoj industriji. I tada su u proizvodnim IT rešenjima u početku postojali samo

„govoreći“ složeni ključevi, da bi im se tek kasnije pridodali „ne govoreći“ ključevi, obično tipa *integer* ili *smallint*, u zavisnosti od planiranog – predviđenog broja pojava određenog elementa.

Drugi faktor o kome se mora voditi računa su surogat ključevi kojima se obezbeđuje jedinstvena identifikacija slogova u dotičnoj dimenziji. U tim slučajevima se koristi GUID (*Globally Unique Identifier*) i/ili identifikacioni ključevi se ponekad koriste kod podataka koji se izvode na osnovu distribuiranih ključeva da bi se obezbedila njihova jedinstvena identifikacija.

Surogati su veštački ili sintetički proizvodi koji se koriste u cilju zamene prirodnog proizvoda. Ovo je odlična definicija za surogat ključ koji se koristi u DW-u. On se koristi u cilju direktne zamene prirodnog ključa. U isto vreme, on je neophodna generalizacija prirodnog generisanog ključa i jedan je osnovnih elemenata dizajna DW-a. Da budemo potpuno precizni, svako povezivanje dimenzionalnih tabela i tabela činjenica u DW okruženju se zasniva na surogat ključevima, a ne na prirodnim ključevima. Najnovija usvojena pravila u oblasti projektovanja DW se zasnivaju na premisi da se automatski menja svaki prirodan ključ koji dolazi iz eksternih izvora u DW sa DW surogat ključem, svaki put kada se unosi slog u dimenzionalnu tabelu ili tabelu činjenica. Isto tako, pravilo je da je surogat ključ anonimni *integer* tip podatka.

U oblasti projektovanja DW baza podataka, izuzetno je važno odvojiti „produkcione“ ključeve od DW ključeva, jer se ključevi u produkciji generišu na osnovu zahteva, vrlo često su „govoreći“ i komplikovani za korišćenje. Zbog toga je surogat ključ izuzetno važan sastojak u procesu definisanja stabilnih, fleksibilnih i kvalitetno definisanih baza podataka. Zauzeti prostor je smanjen, a brzina pretraživanja indeksa je znatno ubrzana.

3.3.3. Ažuriranje podataka u dimenzionalnim tabelama i tabeli činjenica

Naime, promenom nekog od atributa u dimenzionoj tabeli, kompletno se može promeniti tumačenje nekog izmerenog podatka u tabeli činjenica. Na primer, ako je u nekom trenutku ugovora, odziv na intervenciju bio na nivou 2 sata, a kasnije se taj parametra promeni na 1 sat, sve analize dobijaju potpuno drugo tumačenje. Za razliku od tabela činjenica, gde su promene podataka vrlo frekventne, tabele dimenzija se vrlo retko menjaju. Sama njihova struktura i još više, zavisnost koju izazivaju podaci koji su u njima smešteni izazivaju velike glavobolje projektantima. Pošto se izmene podataka u dimenzionalnim tabelama javljaju vrlo sporadično, usvojen je termin *slowly changing dimensions*. Kroz dve iteracije je u razvoju DW metodologije definisano osam tipova promena podataka unutar dimenzionalnih tabela i nazvane su Tip 0 do Tip 7 [34], [35].

Tabela 2. prikazuje uticaj svake od SCD (*Slowly changing dimensions*) tehnike i analizu njihovih uticaja na merljivost performansi u tabeli činjenica.

Tip 0: Zadržavanje originala

Kod ovog tipa, vrednost dimenzionalnog atributa se nikad ne menja. Na taj način su činjenice uvek grupisane njihovim originalnim vrednostima. Tip „0“ odgovara bilo kom atributu koga nazivamo „originalom“, kao što je korisnikov inicijalni kreditni nivo ili bilo koji trajni identifikator. Tip „0“ se takođe primenjuje kod najčešćih dimenzionalnih atributa.

Tabela 2 Pregled tipova ažuriranja dimenzionalnih tabela

SCD Tip	Aktivnost u dimenzionoj tabeli	Uticaaj na analizu činjenice
Tip 0	Nema promene vrednosti atributa	Činjenici se pridružuje atribut sa originalnom vrednošću
Tip 1	Prepisuje se vrednost atributa	Činjenici se pridružuje trenutna vrednost atributa
Tip 2	Dodavanje novog sloga dimenzije sa profilom nove vrednosti atributa	Činjenici se pridružuje nova vrednost atributa sa uticajem na činjenicu kad se pojavi
Tip 3	Dodavanje nove kolone u cilju očuvanja prethodne i sadašnje vrednosti atributa	Činjenica se pridružuje i trenutnoj i prethodnoj vrednosti koja je alternativa
Tip 4	Dodavanje mini dimenzione tabele koja sadrži attribute koji se češće menjaju	Činjenica je pridružena atributu koji se češće menja, ali se odnosi na trenutak događanja činjenice
Tip 5	Dodavanje tipa 4 (mini dimenzije) zajedno sa prepisivanjem tipa 1 mini dimenzionalnog ključa u osnovnoj dimenziji	Činjenica je pridružena atributu koji se češće menja, a koja se odnosi na trenutak pojave same činjenice, plus promena vrednosti atributa koji se češće menja
Tip 6	Dodavanje tipa 1 prepisujući attribute u tip 2 slog dimenzije i prepisivanje svih prethodnih slogova dimenzija	Činjenici je pridružena vrednost atributa u trenutku njene pojave, plus tekuća vrednost
Tip 7	Dodavanje dimenzionalnog sloga tipa 2 sa novom vrednošću atributa, plus pogled ograničen na tekući slog i/ili vrednost atributa	Činjenici je pridružena vrednost atributa u trenutku njene pojave, plus tekuća vrednost

Tip 1: Preklapanje (*Overwrite*)

Pretpostavimo da smo uočili da je atribut adresa lokacije bankomata (region) i da je u pitanju bankomat lociran u Beogradu. Greškom je navedena ulica „D. Tucovića“ umesto „Cvijićeva“. U pitanju je ISPRAVAK pogrešno unetog podatka. To je klasična promena vezana za tip 1. Promene vezane za tip 1 se primenjuju za korekciju grešaka i za situacije kada se svesno bira da ne ostaju tragovi promena u istorijskim zapisima. Normalno, većina DW startuje sa tipom 1 kao osnovom. Ove izmene nisu samo kad je u pitanju greška, već se može javiti kod službenih promena naziva ulica, prezimena (kod sklapanja braka) i slično.

Iako je SCD tip 1 najjednostavniji i na izgled najjednostavnija izmena, postoji veliki broj stvari o kojima treba misliti:

1. Tip 1 uništava bilo kakvu istoriju pojedinog polja. U ovom primeru, izveštaj koji ograničava ili grupiše polje lokacija (adresa) se menja. DW zahteva eksplicitnu, jasnu politiku za polja koja tipa 1 koja kaže “ispravljamo greške” ili „Mi ne čuvamo i/ili održavamo istoriju promena na tom polju čak i kad ih menjamo“.
2. Unapred izračunate agregacije (uključujući i materijalizovane poglede i automatski sumirane tabele) koje zavise od polja grad i ulica lokacije ATM-a moraju biti

prebačene u *offline* u momentu prepisivanja i ponovo preračunate pre nego se vrate u status *online*. Agregacije koje ne zavise od promenjenog polja (grad i ulica) se ne diraju i ostaju nepromenjene. Primer je ako je u pitanju promena grada, pa je vreme izlaska na intervenciju bilo jedno, sada je drugo, a raspoloživost u % je računata na osnovu prve, a ne druge lokacije.

3. U okruženju finansijskih izveštaja sa procesima tipa kraj meseca koji se zatvaraju ili zaključavaju i u bilo kojim izveštajima koji se zasnivaju na nepromenljivosti (zakonski ne smeju da se menjaju posle nekog određenog trenutka), promene tipa 1 mogu biti nezakonske. U tom slučaju se obavezno primenjuju promene tipa 2.
4. Prepisivanje jednog dimenzionalnog polja u relacionom okruženju izaziva minimalne uticaje na bazu, ali može da izazove katastrofalne promene i uticaj na OLAP okruženje ukoliko prepis zahteva ponovnu izgradnju strukturu kocke.
5. Sve distribuirane kopije dimenzije zaposlenih, kao i agregacije, moraju biti izmenjene istovremeno u celom sistemu kod izmena tipa 1 ili će sve logike u upitima koji ulaze u detalje biti oštećene. U distribuiranom okruženju, izmene tipa 1 (a i tipa 3) zahtevaju da se izmeni i verzija dimenzije i isto tako da se kroz sve aplikacije koje se ukrštaju sa tim promenjenim podacima ažuriraju upiti.

U čistoj dimenziji tipa 1 gde su sva polja u dimenziji subjekt prepisivanja, tip 1 promena kao npr. promena grada lokacije bankomata će se tipično odnositi i uticati jedino na one zapise (slogove) koji se odnose na npr. bankomat sa oznakom „KOMBG077“. Nažalost u mnogo složenijim okruženjima, gde su neka polja tipa 1, a sva ostala tipa 2, čin prepisivanja polja grad stanovanja mora prepisati sva polja za ATM „KOMBG077“. Drugim rečima, tip 1 utiče na celu istoriju, ne samo na tekuća događanja i zapise.

Tip 2: Dodavanje nove dimenzije

Recimo da osim promene grada želimo da pratimo i vreme kad se određena promena dogodila. Pretpostavimo isto tako i da je naša politika vezana i za čuvanje traga o promenama adresa naših bankomata u DW. To je klasičan tip 2. Tip 2 zahteva unos novog sloga bankomata za „KOMBG077“ od datuma kada je nastala promena. To ima mnogo interesantnih sporednih dejstava:

1. Tip 2 zahteva generisanje primarnog ključa na dimenziji bankomat. Na primer, „KOMBG077“ prirodan ključ u tabeli OPREMA je npr „000223“. Taj ključ je „lepak“ koji drži zajedno (povezuje) sve slogove zajedno. Ne preporučuje se generisanje pametnog ključa za SCD tip 2 koji sadrži prirodni ključ. Problem sa prirodnim ključem nastaje specijalno kad se želi povezati nekoliko nekompatibilnih sistema (osnovnih sredstava) sa drugačije formatiranim prirodnim ključem. Umesto toga, treba da se kreiraju potpuno veštački primarni ključevi koji su najjednostavniji sekvencijalni *integer* ključevi. Takvi ključevi se nazivaju *surogat* ključevi. Novi surogat ključ se pravi svaki put kada proces tipa 2 menja dimenziju.
2. Pored primarnog surogat ključa, preporučuje se dodavanje 5 dodatnih polja dimenziji koja prolazi procesiranjem tipa 2. Ta polja su:
 - Primarni ključ opreme
 - Prirodni (izvorni) ključ opreme
 - Atributi opreme

- Početak važenja
- Predviđeni (fiktivni) datum važenja
- Efektivni ključ datuma (koji je veza sa kalendarom)
- Razlog izmene
- Indikator

Vreme/datum su puni vremenski zapisi koji predstavljaju trenutak vremena između kada je neka promena nastala i vremena promene kada je sledeća promena nastala ili postala aktuelna. Vreme/datum kraja do kad je neka aktivnost ili podatak bio aktivan mora biti apsolutno identičan sa datumom/vremenom kada je drugi podatak postao aktivan. Isto tako, mnogi postojeći aktivni slogovi dimenzija moraju imati i fiktivni krajnji datum u budućnosti. Efektivni ključ datum/vreme povezuje standardni kalendar dimenzione tabele u cilju viđenja promena dimenzija filtriranih po atributu kakva je npr. fiskalna godina ili period. Rezon promene tekstualnog atributa treba da se izvuče iz prethodno isplaniranih razloga za promene, u našem primeru su to atributi opreme (bankomata) (kao što je premeštanje bankomata, vraćanje bankomata u magacin i sl). Na kraju, *current flag* ili tekući indikator – zastavica obezbeđuje izdvajanje samo tekućih – aktivnih članova dimenzije koji su aktualni u trenutku upita. Tih pet administrativnih polja omogućavaju korisniku i aplikaciji koja pristupa tim podacima mnogo više mogućnosti za postavljanje upita.

Sa dimenzijama koje prolaze procesiranje tipa 2, velika pažnja mora biti posvećena iskorišćenju korektnih savremenih surogat ključeva iz tih dimenzija iz svake od tih uključenih tabela. To obezbeđuje da su odgovarajući dimenzioni profili pridruženi aktivnostima tabela činjenica. Procesi ETL-a kojima se uparuju dimenzione tabele sa tabelom činjenica u trenutku punjenja se naziva *surogat key pipeline*.

Tip 3: Dodavanje novog polja

Iako su tip 1 i tip 2 primarne i glavne tehnike koje u potpunosti ispunjavaju zahteve za izmena dimenzija, potrebna je i treća tehnika koja omogućava i alternativnu realnost. Za razliku od fizičkih atributa koji imaju samo jednu vrednost u nekom određenom vremenskom trenutku, neki atributi korisnika mogu imati nekoliko legitimnih vrednosti u zavisnosti od ugla posmatranja datog korisnika. Korisnici i BI aplikacije trebaju da imaju mogućnost izbora u trenutku postavljanja upita koju od tih realnosti treba uključiti.

Prema tome, tip 3 dodaje novo polje u slogu dimenzije, ali ne kreira novi slog. Novo polje dodajemo kada imamo novu klasifikaciju za npr. korisnika ili proizvod. Na primer, želimo da menjamo odredište korisnikove prodajne teritorije pošto mi prerađujemo mapu teritorije ili želimo da bezuslovno promenimo kategoriju lokacije. U oba slučaja, dopunjuje se originalni dimenzioni atribut sa „starim“ atributom, tako da možemo da prelazimo sa jedne na drugu realnost. Klasičan primer je lokacija bankomata i da li je bankomat lociran u prizemlju ili negde na spratu tržnog centra (lamela, prolaz, ...). ovo je novi atribut koji dodatno (uz postojeći) opisuje lokaciju bankomata. Tip 3 se razlikuje od tipa „2“ jer smo mogli da odlučimo da su i stari i novi opis promene tipa „3“ tačne u isto vreme.

Tip 4: Dodavanje mini dimenzije

Tip „4“ se koristi kad se grupa dimenzionalnih atributa deli na odvojene dimenzije. Taj je pristup koristan kada su vrednosti dimenzionalnih atributa relativno nestabilni. Često

korišćeni atributi u tabelama sa više miliona slogova u dimenzionalnim tabelama su kandidati za mini dimenzionalne attribute, čak i u slučaju da se ne menjaju često. Surogat ključ se pridružuje svakom jedinstvenom profilu ili kombinaciji vrednosti atributa u mini dimenziji. Surogat ključ, i u osnovnoj dimenziji i u mini dimenzionalnom profilu se fiksira kao spoljni ključ u tabeli činjenica.

Tipovi „5“, „6“ i „7“ su tehnički hibridni tipovi koji su izvedeni kombinovanjem osnovnih tipova, a sve u cilju podrške najčešćim zahtevima koji trebaju da sačuvaju vrednosti istorijskih atributa. Dodatno omogućavaju izveštavanje o istorijskim činjenicama, a u zavisnosti od tekućih vrednosti atributa. Hibridni pristup obezbeđuje mnogo veću analitičku fleksibilnost, ali uz negativan faktor koji se odnosi na povećanu kompleksnost struktura i veza unutar DW modela.

Tip „5“: Dodavanje mini dimenzija, a Tip „1“ je *outrigger*

Osnova Tipa „5“ je bazirana na Tipu „4“ mini dimenzije, proširenjem „tekućeg profila“ mini dimenzionalnih ključeva u bazi dimenzija koji su prepisani kao atributi tipa „1“. Ovaj pristup, koji se naziva i Tipom „5“, zato što je „4“ i „1“ jednako „5“, omogućava da se trenutno pridruženim vrednostima mini dimenzionalnih atributa pristupi u isto vreme zajedno sa ostalim baznim dimenzijama bez njihovog linkovanja sa tabelom činjenica. Osnovne dimenzije i tekuće mini dimenzionalne *outrigger* tabele se obično predstavljaju kao jedinstvene tabele (iako one to nisu u fizičkom smislu). Osnovno je da se obrati pažnja da *outrigger* atributi imaju jasna imena kolona, da bi omogućili jasni diferencijaciju od atributa u mini dimenzijama, jer su mini dimenzije linkovane sa tabelama činjenica. ETL procedure moraju posebnu pažnju da posvete izmenama ili prepisivanjima mini dimenzione reference svaki put kada se menja važeća mini dimenzija i da obezbede istorijsku evidenciju svih tih promena. Ukoliko *outrigger* pristup ne obezbeđuje zadovoljavajuće performanse kod upita, tada se mini dimenzije moraju i fizički ugraditi (i izmeniti) u osnovnu, baznu dimenziju.

Tip „6“: Dodavanje atributa Tipa „1“ dimenziji Tipa „2“

Tip „6“ se gradi na tehnici tipa „2“, ali je isto tako proširen tekućim atributom u dimenziji, tako da slog činjenice može biti filtriran ili grupisan ili po vrednosti u Tipu „2“ u trenutku kada se mera dogodila ili sa atributskom važećom vrednošću. Tip „6“ je dobio nadimak koji je predložio jedan inženjer iz HPa, zato što je u pitanju rad Tipa „2“, sa kolonom Tipa „3“, a koji je prepisan sa Tipom „1“, tj. obe varijante 2+3+1 i 2x3x1 daju 6. Takvim pristupom, se svi trenutni atributi menjaju na prethodne Tipa „2“ pridružujući im delove trajnih ključeva.

Tip „7“: Dupliranje dimenzija Tipa „1“ i Tipa „2“

Sa tipom „7“, tabela činjenica sadrži duple spoljne ključeve za datu dimenziju: surogat ključ koji je linkovan sa dimenzionalnom tabelom gde se tip „2“ atributa prati, plus dimenzioni trajni ključ koji je povezan sa trenutnim slogom u dimenziji Tipa „2“, u cilju predstavljanja vrednosti trenutnog atributa. Tip „7“ pruža istu funkcionalnost kao i Tip „6“, ali je obogaćen sa duplim ključem umesto fizičkog prepisivanja trenutno važećeg atributa sa Tipom „6“. Projektanti ETL rešenja da imaju dosta iskustva da bi izbegli konfuziju kod definisanja i praćenja koji je trenutni važeći dimenzionalni atribut. U Tabela 3 je dat pregled tipova održavanja podataka unutar dimenzionalnih tabela, a s obzirom na objašnjenja data u ovom poglavlju.

Tabela 3 Izabrani tipovi održavanja dimenzionalnih tabela

Dimenzionalna tabela	Tip ažuriranja							
	Tip 0	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 5	Tip 6	Tip 7
dim_oprema_1	7				X			
dim_oprema_2	X	X						
dim_rezervni deo	X	X						
dim_zaposlen		X						
dim_datum		X						
dim_rasponi						X		

4. Procesno skladište podataka

Na osnovu analize i postavljenih standarda modelovanja procesa, postavlja se pitanje gde smestiti podatke realizovanih instanci poslovnog procesa koji su logirani, radi pojednostavljenja procesa koji se odnose na analizu i unapređenje posmatranih procesa. Analiza poslovnih procesa je prepoznala dva osnovna koncepta:

- Koncept skladišta podataka i
- Analiza i unapređenje poslovnih procesa.

Ova dva elementa su na prvi pogled nespojiva, jer se jedan odnosi na strukturu podataka koji trebaju da posluže za analizu poslovanja, a drugi element se odnosi na modeliranje i analizu poslovnih procesa i aktivnosti koji ih sačinjavaju. Trebalo je pronaći kako i na koji način najjednostavnije i najsvrsishodnije izvršiti njihovo povezivanje i što je još bitnije, njihovu potpunu integraciju.

Integracija se sama nameće, samo je bilo pitanje načina, jer se ovde obuhvataju dva koncepta koja su u trendu u svetu. Takvom integracijom možemo da postignemo i ispunimo cilj koji smo postavili, a to je da se korišćenjem postojećih podataka i postojećih procesa omogući njihovo prestrukturiranje i njihovo povezivanje sa procesima koji ih generišu. Ti podaci moraju omogućiti brzu i pravovremenu informaciju, što znači da treba da omoguće jednostavnu analizu sirovih podataka i njihovu transformaciju u informaciju. Treba napomenuti da ta informacija ima ograničeni rok trajanja i da se i o tome mora voditi računa pri izvlačenju ključnih informacija iz ovakvog sistema.

Tehnologija skladišta podataka je već u većoj ili manjoj meri našla primenu u mnogim oblastima, kao što su npr. finansijske institucije, zdravstvo, agrikultura, praćenje rada složenih industrijskih sistema, itd. Kombinacija DW i OLAP i data mining [49] tehnologija je isplivala u prvi plan u zadnjih desetak godina i posebno se primenjuje u složenim sistemima, gde i najmanji % poboljšavanja poslovanja donosi milionske uštede [50]. Ono što je bitno za te sisteme, je da su oformljeni i fokusirani na podatke (koje su ekstrahovali, primenom ETL-a u DW). Isto tako, možemo reći da su ti sistemi skoro do savršenstva doveli metodologiju i procedure ETL-a. Ono što tim sistemima nedostaje je pregled procesa, kao celine i pregled ispunjenosti cilja koje su ti procesi trebali da ostvare.

Imamo masu podataka iz operativnog poslovanja, ali ne znamo početak i kraj tih podataka, kao što ne znamo i sa čime treba da uporedimo te podatke (nakon silnih analiza i prikaza). Primećujemo nažalost, da skup tog softvera i hardvera, kao i utrošeno vreme za ETL, ne obezbeđuje odgovarajuću osnovu za analizu performansi izvršenih poslovnih procesa [51]. To je zbog toga što su podaci, spremljeni u DW izvučeni iz operativnih aplikativnih baza podataka (ono što postoji), dok podatke koje nemamo u OLTP sistemu, kao na primer vreme provedeno u razgovoru sa korisnikom (pokušaj popravka „na daljinu“), ili razlog za kašnjenje kod dolaska kod korisnika na lokaciju, ili razlog prekoračenja vremena za rezoluciju problema itd., pokušavamo da obuhvatimo drugim metodama i tehnikama.

Zbog ovih nedostataka u OLTP podacima, koji se direktno prenose ETL-om (ali potpuno korektno i tačno) u DW, izuzetno je teško izvršiti analizu, a još teže doneti odluku o unapređenju performansi nekog procesa. Prevazilaženje tog problema se može rešiti

korišćenjem procesno orjentisanog DW-a, odnosno jednostavnije, uvođenjem procesnog warehouse-a [52].

Prepoznajući taj nedostatak, brojni autori su proteklih godina objavljivali razne studije koje se odnose na prevazilaženje problema nedostajućih podataka unutar DW. Prvenstveno su se odnosile na predstavljanje sopstvenih alata, kao što su na primer *Kokpit poslovnih procesa* [53], ili *Business Process Intelligence System* [54]. Ono što je bitno je da se ogromna većina tih studija bazira na procesnom skladištu podataka (*Process Data Warehouse*, PDW), odnosno da je prihvaćen kao osnova za analize koje se odnose na funkcionisanje procesa (i njegovih aktivnosti). PDW je centar tih alata i arhitekture i omogućava korisnicima da upravljaju, analiziraju i optimizuju procese. Ono što je pozitivno je da napokon imamo „početak i kraj“ svakog procesa unet u formi DW, koji se naziva procesni warehouse. To još uvek nije bilo dovoljno za potpunu analizu, jer je nedostajao element sa kojim možemo da uporedimo te dobijene rezultate.

Kao što je deo studija bio baziran na prepoznavanju i uvođenju PDW kao specifičnog oblika DW, u kome je fokus bio stavljen na podatke koji se vezuju za životni ciklus procesa, tako je drugi segment istraživanja bio okrenut strukturi DW koja bi najbolje pokrila zahteve koje je sada postavio PDW. Te analize su iskristalisale strukture kao što su višedimenzionalni model podataka i slično, opšte ili specifične, a sve u zavisnosti od oblasti, kao na primer u zdravstvu ili hemijskoj industriji ili vezano za autore i njihove afinitete. Pošto je bilo evidentno da postoje nedostaci u dizajnu, dodata su dva tipa praćenja koja bolje omogućavaju proces kreativnog dizajna. To su *proizvod* i *praćenje procesa* [55].

Poprilično je napora i vremena potrošeno da se formalizuje model odgovarajućeg skladišta u okviru DW-a, ali na žalost sličnog napora nije bilo kad je u pitanju procesni warehouse. Autorski radovi vezani za PDW su fokusirani na razvojne metode i alate koji pomažu menadžerima kod unapređivanja poslovnih procesa korišćenjem PDW-a (tu je jasna želja za prodajom „sopstvenog alata“, a ne prvenstveno naučnog doprinosa na formalizaciji metode i strukture podataka unutar PDW-a). Nasuprot tome, ovaj korak olakšava korisnicima korišćenje PDW-a, predlažući i primenjujući pristup vođen ciljem ka spremljenim warehouse podacima i na taj način on:

- a) omogućava pravila i procedure za identifikaciju i učitavanje podataka koji su neophodno potrebni za specifične aktivnosti pri analizi procesa,
- b) omogućava relevantne dimenzije za analizu i na taj način izbegava problem izbora odgovarajućih dimenzija,
- c) omogućavaju upravljanje PDW bez pisanja bilo kakvog koda/upita.

4.1. Osnovni pojmovi procesnog skladišta podataka

Procesno skladište podataka (*Process Data Warehouse*, PDW) je svoje osnove preuzeo iz sistema za upravljanje poslovnim procesima, SUPP (*Business Process Management System* BPMS). Taj sistem je specifičan po tome jer propisuje da se praćenje procesa bazira na zapisu informacija o izvršenju poslovnog procesa. U ovom kontekstu, termin je metrika, u smislu da se mere i zapisuju rezultati izvršenja procesa. Ovde je naglasak na kompletan poslovni proces, koji ima svoje početne, radne i završne aktivnosti unutar procesa. Te informacije, zapisane na

taj način, sadrže podatke koji se odnose na početak i završetak procesa (aktivnosti), ulazne i izlazne podatke (koje su ušle, odnosno izašle iz procesa), agente, odnosno resurse – mehanizme pomoću kojih je izvršen proces, kao i o statusu procesa.

PDW je koncept koji postoji nekoliko godina [52] i radovi objavljeni u toj oblasti su vrlo šturi i ograničeni ili na uske oblasti [56], [57] ili nezavisni od okruženja [58], višedimenzionalnog modela ili su vezani za tradicionalni pristup bazama podataka, kao što su agregacije, indeksacije i slično. U svetu je objavljeno svega nekoliko uspešnih implementacija (kao na primer HP-ov *cockpit*¹⁰) poslovnog procesa [59]. To je zato što nije bilo raspoloživih adekvatnih metoda, jasno definisanih koraka ili instrukcija koje bi menadžeri iskoristili kod analize performansi i poboljšavanja procesa [60], [61], kao i potrebama za specifičnim znanjima projekatata PDW sistema, koji moraju da imaju sposobnost prepoznavanja postojećih procesa, njihovom analizom i unapređenjem, kao i u isto vreme i izuzetnim sposobnostima da prepoznaju podatke koje koriste posmatrani procesi. Odnosno moraju imati u neku ruku multidisciplinarna znanja i iskustva (baze podataka i poslovni procesi)

Osnovni pristup se zasnivao na traženju odgovora na pitanje kako olakšati analizu performansi i unaprediti (poboljšati) poslovne procese korišćenjem poslovnog skladišta, odnosno, kako pripremiti i napuniti PDW i sa kojim podacima, da bi se na taj način omogućila pravovremena i tačna analiza i unapređenje poslovnih procesa. Treba napomenuti da postojeći operativni aplikativni sistem ne prati niti unosi informaciju o cilju koji je trebao da se izvrši, niti o stepenu izvršenja cilja. Isto tako, ne postoji informacija o vremenskom rasponu na koji se odnosi cilj, jer cilj se može menjati u nekom vremenskom intervalu. Isto tako, ovaj sistem ne omogućava, u ovom trenutku, analizu raspona cilja koji se treba ostvariti. Obim istorijskih podataka koji su na taj način prikupljeni, su moguća osnova za detaljnu analizu i unapređenje posmatranog procesa. Ono što je važno je da se ovakvim sistemom može izvršiti analiza po tri osnova, a to su analize onoga što se dešavalo u prošlosti, analiza trenutnih dešavanja, te analiza i mogućnost predikcije eventualnih budućih dešavanja.

Nedostatak ovog sistema je raspon podataka iz prošlosti, jer se podaci u operativnom nivou čuvaju svega unazad nekoliko meseci, dok se stariji podaci čuvaju na (obično) godišnjem nivou i to godina po godina. Samo čuvanje je obično rezultat nekog *bekapa* po principu svi podaci u jedan *backup* zapis ili fajl. Samim time, poređenje tih podataka je izuzetno kompleksno i složeno i zahteva učešće administratora baze podataka (*DataBase Administrator*, DBA) i specijalista za kreiranje izveštaja. Zbog toga se iznedrio novi koncept, procesno skladište podataka (*Process Data Warehouse*) ili kraće PDW, koji je kreiran kao posebna *read only* baza podataka i koja se koristi samo u procesu analize i unapređenja, odnosno kao podrška sistemu za odlučivanje, u cilju njihovog unapređenja i poboljšanja [62], [63]. U literaturi se mogu naći brojne studije koji preporučuju upotrebu PDW jer smatraju da [64], [63], [65] taj sistem jedini može da sagleda kompletan proces i da omogućiti kompletan uvid u podatke koji opisuju sam posmatrani proces.

BPMS čuva (pohranjuje) logove jedino na nivou nekoliko meseci, ali se podaci dinamički, u *on line* režimu menjaju, dok kod PDW, podaci su u nepromenljivom obliku (odnosno, ažuriraju se najčešće kroz tzv. *batch* obrade) i samim time su ne izbrisivi. Isto tako, PDW sadrži veliku količinu (obim) istorijskih podataka koji su na raspolaganju za numeričke i

¹⁰ Ovde se pod kokpitom podrazumeva vizualni izgled ekrana koji liči na kokpit aviona i pomoću kojeg se prate statusi sistema.

grafičke analize. Isto tako, PDW je posebna, *read only* baza podataka koja nema uticaj na performanse na operativni BPMS, odnosno potpuno su odvojene po svim osnovnim projektantskim principima. To znači da posebni procesi (*engine*), nezavisno pokreću oba sistema. Na nivou baza podataka, baze su drugačije kreirane (transakcioni i DW koncept), dok su sistemi koji ih koriste potpuno drugačije osmišljeni i isprogramirani. Prvi za što brži upis i ažuriranje, dok drugi za brzu analizu i dobijanje izveštaja.

Zbog strukture baze podataka (skladište podataka, načina organizacije podataka – višedimenzionalni pristup, drugačiji način formiranja ključeva itd.), vreme pristupa i procesiranja upita je drastično brže nego preko klasičnih sistema za izveštavanje koji se baziraju na OLTP strukturi [50]. Podaci unutar PDW su obuhvatili i istorijske i tekuće podatke (ali obično na nivou dan ili nedelja unatrag), retko se zahteva da to budu „skoro“ *on line* podaci, pa se i zbog toga podacima pristupa brzo, uz mogućnost višestruke agregacije, odnosno sumiranja i grupisanja.

Druga prednost ovakve strukture je ažurnost indeksa i pretprocesiranje indeksnih putanja, što obezbeđuje da se unutar *batch* obrada mogu svaki put ponovo generisati indeksni ključevi, kao i pretprocesirane putanje koje značajno ubrzavaju pretraživanja. Podaci koji se nalaze unutar PDW baze, ne moraju da budu vezani samo za rezultate izvršenja samih procesa, već se podaci mogu kombinovati sa drugim izvorima, što značajno povećava njihovu upotrebnost.

Kad je u pitanju meta proces koji se odnosi na preuzimanje podataka iz različitih izvora i njihovu transformaciju i punjenje u PDW bazu, moraju se prethodno utvrditi i klasifikovati sami podaci, način njihovog punjenja kao i/ili frekvencija njihovog završetka. Podatke koje izvlačimo iz logova u kojima su zapisani rezultati izvršenja samih procesa, odnosno aktivnosti samog procesa, mogu biti klasifikovani kao:

1. Podaci koji se odnose na vreme, kao što su vreme početka i završetka procesa, vreme trajanja i vreme čekanja (mirovanja),
2. Podaci koji se odnose na resurse (mehanizme) koji su bili iskorišćeni pri realizaciji procesa, učesnici i oprema pri izvršenju procesa, delovi koji su bili zamenjeni, vozilo koje je bilo upotrebljeno pri prevozu, eventualno čekanje na nedostajući resurs, i kao treće
3. Podaci koji se odnose na kvalitet realizacije samog resursa, a koji se odnose na uspešnost izvršenja procesa, neuspešnost izvršenja procesa, broj ponavljanja procesa, nepotpunost izvršenja procesa zbog nedostatka nekog od resursa ili zbog problema sa okruženjem i sl.

Sa druge strane, uvidom u literaturu, drugi autori usložnjavaju sistem integracijom procesnih podataka sa sistemima za dodatno snimanje samih procesa i integracijom operacionih i procesnih podataka. Ovaj razlog je najčešće iz nedovoljne familijarnosti i nemogućnosti razumevanja same suštine odvijanja procesa i prepoznavanja svih njegovih elemenata. Isto tako, većina autora ima problema sa prepoznavanje informacija koje kolaju kroz procese, od trenutka ulaza, transformacije i formiranje novih podataka unutar tih procesa i njihovo prenošenje drugom procesu.

Sve ovo ukazuje na specifičnost primene procesnog skladišta i njegovu kompleksnost. To značajno ograničava primenu, jer ovaj vid DW mogu da primenjuju projektanti koji imaju

iskustva i sa modelovanjem procesa i sa modelovanjem podataka. Zbog toga ova metoda, bez obzira na njene očigledne prednosti i visoku upotrebnu vrednost nije do sada zaživela u praksi.

Nadgradnjom ovih složenih sistema korišćenjem ekspertnih i inteligentnih opcija poboljšava se mogućnost same analize ovih procesa, njihov monitoring i poboljšano upravljanje. To obezbeđuje bolje osnove za Data Mining analize, koje koriste napredne algoritme koji prepoznaju i uočavaju specifična ponašanja (kroz takozvane *pattern-e* ---> mustre ponašanja), uz bolje mogućnosti predviđanja ponašanja samog procesa, performansi samog procesa, aktivnostima koje ga čine, kao i boljeg korišćenja resursa.

PDW dizajn se bazira na višedimenzionalnoj formi generisanja DW baze podataka, a pošto u sebi obuhvata i model podataka i model procesa, možemo da kažemo da je u stvari to metodologija „proizvodnje“ projekta. Konceptualno su to tri elementa, koji se međusobno prepliću i integrišu:

- Projektovanje PDW,
- Metodologija, i
- Model podataka.

Metodologija je definisan i propisan skup smernica kojima se rešavaju problemi koji u sebi sadrže specifične komponente, kao što su metode, zadaci, faze, tehnike i alati [66]. Njen osnovni zadatak je da se kroz smernice koje je ona propisala izvrši analiza informacionih zahteva da bi se što sveobuhvatnije kompletirala struktura PDW-a.

Projektovanje PDW se bazira na perspektivama glavnih učesnika u projektovanju, i to:

- Korisniku,
- Podacima koji će biti pohranjeni unutar PDW baze podataka, i
- Cilju koji se želi ostvariti ili postići.

Ovo su limitirajući faktori pri projektovanju, jer direktno utiču na kvalitet i obim podataka, kao i njihovu strukturu. Najvažniji pristup je pristup preko definisanja cilja (i njegovih pod ciljeva) koji se žele postići, jer daju najpotpuniji pogled na posmatrani proces.

Pri izboru perspektive treba biti izuzetno oprezan, jer pogrešan izbor može projektanta odvesti na potpunu stranputicu. To je najčešći slučaj kod perspektive koja je bazirana na korisniku. Tu se javlja više problema, od toga na kom organizacionom nivou se nalazi korisnik i samim time je ograničeno i njegovo poznavanje problematike. Korisnik na visokom nivou dobro poznaje taj nivo odvijanja posmatranih procesa, dok je njegovo poznavanje procesa na nižem nivou problematično. Zbog toga je, kad su u pitanju korisnici i njihova perspektiva, potrebno koristiti korisnike iz više organizacionih nivoa. Tada se javlja problem granularnosti, jer prepoznate dimenzije i izvedene mere variraju u zavisnosti od organizacionog nivoa, pa su samim time i nestalne i čak i pogrešne. Dodatno se postavlja metodološko pitanje i sa kojim korisnikom i na kom nivou krenuti u prve razgovore, naročito u okruženjima gde je problematično poznavanje celog sistema od strane korisnika koji su postavljeni na visoke pozicije unutar korporacije.

Metodologije koje se baziraju na podacima, a kada posmatramo samu detaljnost podataka na daleko upotrebljivijem nivou i namenjene su prvenstveno *data mining* analizama uz mogućnost dobre osnove za analizu unetih podataka.

Model podataka je definisan kao integrisan skup za opisivanje i manipulaciju podacima, relacijama između podataka i ograničenjima na podacima u jednom sistemu. Ako to prenesemo na PDW, tu se podrazumeva opis ili struktura PDW-a. Dve osnovne namene data modela su:

- Obezbeđivanje jasne i nedvosmislene komunikacije između projektanta i korisnika u cilju identifikovanja i potpunog razumevanja podataka unutar posmatranog sistema, i
- Obezbeđivanje jasne i nedvosmislene notacije i pravila komuniciranja (grafičkog ili matematičkog tipa) između projektanta i korisnika u cilju prepoznavanja važnosti identifikovanih podataka.

Model podataka, njegova struktura i sadržaj su izuzetno bitni pri projektovanju PDW jer su oni osnova na kojoj se bazira potreba korisnika za analizom i unapređenjem procesa.

Pri generisanju modela podataka, projektant se mora unapred odlučiti između dva osnovna koncepta, odnosno strukture podataka. To su relacioni i višedimenzionalni model podataka. Oba modela imaju svoje prednosti i nedostatke za upotrebu u PDW. Kad je u pitanju relacioni model, njegova ključna prednost je izbegavanje redundantnosti podataka i samim time potpuna integracija podataka (ukoliko se poštuju sva pravila normalizacije). Vrlo je upotrebljiv kad su u pitanju česte promene na podacima (*insert, update, delete*). Sa druge strane, višedimenzionalne strukture se primenjuju kad nema zahteva za *on line* promenama podataka (preferiraju se *batch* obrade u periodima manjeg intenziteta rada na sistemu), i kad su bazirane na čestim zahtevima za brzim pregledom podataka ili za analiziranje unetih podataka. Isto tako, višedimenzionalna struktura obično u sebi sadrži mnogo duže istorijske raspone podataka od normalizovanih relacionih baza.

Samim time se nameće i izbor višedimenzionalnog modela i strukture za primenu u PDW-u.

4.2. Teorijske podloge projektovanja procesnog skladišta podataka

Kad je u pitanju projektovanje (*design*) PDW, kroz literaturu i u prethodnim poglavljima, napomenuto je da nije definisano jednoznačno opšte okruženje kojim bi se prikazale prednosti rešenja, odnosno kojim bi se razvio aplikativni model kojim bi se predstavile sve prednosti PDW rešenja. Zbog toga je fokus stavljen na dve dimenzije koje su najvažnije za projektovanje samog PDW-a, a to su: okruženje za projektovanje PDW procesa i ključni elementi PDW dizajna.

Radno okruženje je IT infrastruktura pomoću koga i unutar koga će se raditi PDW i koje ³⁶ na najadekvatniji način da obuhvati perspektive koje su iskorišćene za generisanje PDW-a. Sa druge strane, faktori koji utiču na dizajn su odgovorni za određivanje nivoa detaljnosti i izbor i doslednu primenu notacije (grafičke ili numeričke) za modeliranje PDW-a.

U nedostatku adekvatnih i odgovarajućih metoda i tehnika, kvalitet dizajna je nešto što podleže različitim kritikama i potcenjivanjima, kao i nepoverenjem u kvalitet i opravdanosti pristupa [67] [68]. Zbog toga je bilo izuzetno značajno da se ustanove metode koje će podržavati PDW u segmentu snimanja procesa, analizi performansi i u odlučivanju u izboru najpovoljnijih načina unapređenja procesa.

Poslovni proces je skup aktivnosti, a te aktivnosti imaju definisanu redoslednost i istovremenost pri svom izvršavanju. Osnova im je da su kreirane tako da im je osnovna namera

ispunjenje zacrtanog poslovnog cilja. Prilikom projektovanja modela, aktivnosti moraju biti usklađene se različitim perspektivama, jer analiziranje procesa je u stvari multi disciplinaran postupak, koji mora uzeti u obzir ove četiri perspektive:

- Organizaciona perspektiva
- Informacijska perspektiva
- Funkcionalna perspektiva, i
- Perspektiva ponašanja posmatranog procesa.

Organizaciona perspektiva: ova perspektiva treba da prepozna, opiše i utvrdi distribuciju odgovornosti za izvršenje aktivnosti unutar procesa. Osnova je u prepoznavanju učesnika (čoveka, organizacione jedinice ili softverskog paketa), i definisanje njegove odgovornosti za jednu ili više aktivnosti. Taj nivo perspektive se direktno koristi za kontrolu svih prepoznatih učesnika u posmatranom procesu.

Informacijska perspektiva: ova perspektiva je zadužena za prepoznavanje resursa koji se koriste u procesu. Resursi mogu biti iskorišćeni ili proizvedeni unutar procesa (odnosno aktivnosti na najnižem nivou koje čine proces). Resursi mogu biti raznoliki, kao na primer informacije (podatak), proizvod, usluga, predmet i slično.

Funkcionalna perspektiva: ova perspektiva analizira i prepoznaje procese i njihove pod procese, odnosno aktivnosti unutar njih. Samim time prepoznaje interne i eksterne međuzavisnosti unutar procesa na istom nivou, kao i među zavisnosti procesa – aktivnosti koje se dešavaju između procesa (aktivnosti) na različitim nivoima. Svaka aktivnost u potpunosti se određuje svojim imenom, kao i elementima koje ulaze i izlaze iz nje. Isto tako, aktivnost koja NE proizvodi ništa, ne može biti definisana kao aktivnost.

Perspektiva ponašanja: ova perspektiva vodi računa o tokovima podataka i aktivnostima unutar procesa; gde prethodni tok opisuje tok informacija između aktivnosti, a sledeći tok opisuje aktivnost koja će se tek izvršiti u zavisnosti od ostalih. Za opis redosleda izvršenja aktivnosti, kao i definisane istovremenosti (paralelnosti), koriste se tri konstrukcije kontrolnih tokova: redoslednost, paralelno izvršenje i uslovna grananja.

25 Usvajanjem ANSI-SPARC¹¹ arhitekture, kao osnove za apstraktno projektovanje sistema za upravljanje bazom podataka (*Database Management System, DBMS*) sistema, možemo da kažemo da se DBMS sistem sastoji od tri osnovna nivoa. To su konceptualni, logički i fizički nivo. Interesantno je da iako svi DBMS prihvataju ANSI-SPARC arhitekturu, ona nikada nije postala zvanični standard, kao i da postoje mnoga unapređenja i modifikacije same arhitekture.

Model na *konceptualnom* nivou opisuje obim stvarnog sveta predmeta alatima koji su nezavisni od formalizacije, kao što su model entiteta i relacija i koji je korisniku razumljiv. Sastoji se od entiteta, relacija i ključeva. *Logički nivo* gradi model podataka koji je zavistan od vrste sistema za upravljanje bazom podataka (DBMS), kao na primer relacioni, ali je nezavistan od pojedinačnog DBMS i korisnički je delimično ili potpuno razumljiv. On se sastoji od entiteta, atributa, relacija između entiteta, indeksa i ključeva. Fizički nivo je opis implementacije baze podataka za sekundarno skladištenje, koji zavisi od DBMS na kome će se izvršiti implementacija. On se sastoji od organizacije fajlova i indeksa, logova, *tablespace*-ova itd. Bez obzira na usvojenu arhitekturu, ključna stvar je predstavljanje modela podataka i

5
¹¹ American National Standards Institute, Standards Planning And Requirements Committee

modela procesa, koje mora biti apsolutno razumljivo korisniku, ali u isto vreme, zanatski, sa svim elementima koje čine DB strukturu.

Model podataka i model procesa se može predstaviti na dva načina, grafičkom notacijom i primenom matematičkih simbola i matematičkom formalizacijom. Grafička notacija je skup vizualnih notacija, gde svaka ima svoj pojedinačni koncept. Kao što je prethodno napomenuto, na primeru modela podataka koji ima definisan i predstavljen konačan skup koncepata sa relacijama između njih i ukoliko grafičkom notacijom možemo da taj skup prikazemo u potpunosti, onda možemo da kažemo da je i primenjeni skup grafičkih notacija primenljiv i konačan. Matematički formalizam, sa druge strane koristi matematičke simbole koji prikazuju svaki pojedini element. Grafička forma je razumljivija pošto je sastavljena od vizualne notacije koja je jednostavnija za shvatanje; opet sa druge strane, korišćenje matematičkog formalizma je jednostavnije za definisanje operacija, na primer kod operacija agregiranja.

Studije koje su se bavile korisnicima i njihovim razumevanjem, su potvrdile da je grafička prezentacija daleko razumljivija od matematičke. Sličan je primer između Unix i Windows operativnog sistema. I danas je Unix operativni sistem bolji, ali je Windows rasprostranjeniji, zbog svog grafičko korisničkog interfejsa (*Graphical User Interface*, GUI). U daleko većoj prednosti su dimenzionalni dijagrami u odnosu na ER dijagrame, pa je implikacija tog stanovišta da se, kada se priča o upotrebi alata za podršku odlučivanju, DW procesnog tipa gradi korišćenjem *Star sheme* (šeme zvezde).

Izbor odgovarajuće metode je krucijalan za proces projektovanja DW-a, jer ona ne samo da obezbeđuje kvalitet samog DW-a, već i olakšava česte evolucije nametnute okruženjem ili odlukama baziranim na zahtevima ključnih menadžera.

Zahtev za razumevanjem poslovnih procesa je zbog toga osnovni korak u izgradnji takvih sistema i samim time, skladište podataka mora da bude kompatibilno sa poslovnim procesima, i u isto vreme i sa informacionim zahtevima korisnika.

Postoji nekoliko pristupa razvoju skladišta podataka i to:

- **Korisnički orijentisan razvoj skladišta:** Većina autora [69] opisuje neformalni način konstruisanja struktura skladišta podataka. Očigledno je da su značajni pokazatelji zasnovani na ključnim faktorima uspeha kompanije. Ovi faktori zavise od strategije upravljanja i ciljeva kompanije. Odgovarajuće dimenzije se odnose na uticaje na kritične faktore uspeha. Ipak, ne postoji unapred određen put za dobijanje ovih faktora. Na konkretniji način, [70] opisuje upotrebu intervjua u prikupljanju zahteva za informacijama. Najveći problem sa razvojem skladišta orijentisanog na korisnika je potencijalno neznanje korisnika
- **Razvoj skladišta podatka orijentisanog na operacione sisteme:** Konkretnija strategija razvoja skladišta je da se analiziraju modeli podataka osnovnih operacionih izvora i da se identifikuju relevantne transakcije [71]. Najveći problem operaciono orijentisanog razvoja skladišta je ograničenje modela podataka. Modeli podataka nepotpuno određuju poslovanje preduzeća.
- **Razvoj skladišta orijentisan na poslovne procese:** Kimball je opisao potrebu za razvojnom strategijom orijentisanom na poslovne procese [35], [34]. *Do sada nije objavljen nijedan pristup baziran na konkretnim višegodišnjim podacima iz operativnog poslovanja.* Osnovna prednost strategije razvoja orijentisane na poslovne

procesu je u tome što model poslovnog procesa sadrži formalni opis informacionih zahteva korisnika. Još jedna prednost je mogućnost da se identifikuju informacioni zahtevi koji ne mogu biti zadovoljeni sa stvarnom ponudom informacija izvornih sistema.

Samim time, izbor odgovarajućeg pristupa razvoju skladišta podataka može da dovede do situacije da nedostaju ključne informacije i da kao finalna konsekvenca toga, dobijemo ne zadovoljavajući rezultat [60].

U poslednjih nekoliko godina iskristalizovao se novi pristup primene DW baze podataka koja je uspela da pomiri dva segmenta jednog sistema. To je segment procesa, pod procesa i aktivnosti i drugi, segment podataka koje su te aktivnosti logirale. Taj poseban segment DW-a se naziva procesno skladište podataka [4].

Njegova velika prednost je u mogućnosti da se određeni procesi analiziraju samostalno, kao jedinke, odnosno atomska dešavanja, a sa druge strane omogućavaju raščlanjivanje procesa na njegove atomske elemente, u cilju analize pojedinih segmenata samog procesa i mogućeg unapređenja, na nivou pojedinačnog segmenta procesa, a samim time i celog procesa, „u kompletu“.

Razvoj i primenu PDW je ispratilo dosta radova na temu primene, prednosti i nedostataka. Ono što je bio fokus tih radova je naglašavanje mogućnost separacije pojedinih pod segmenata procesa, kao i njihovih elementarnih aktivnosti iz čitave šume procesa koje prati jedan složeni aplikativni sistem. Ono što je problematično u svim tim radovima je šarolikost tih pristupa i **nedovoljno usredsređivanje na sam proces**, dok su podaci koji se unose u sistem PDW baze uvek u prvom. Ovaj problem je očitao nastao kao rezultat znanja i iskustva samih autora vezano za poznavanje modeliranja procesa i modeliranja podataka. Primena PDW je tražila jednu specifičnu strukturu projekatata, koji imaju sposobnosti, znanja i iskustava u kombinaciji i prepoznavanju, kako i u analizi i procesa i baza podataka.

Poznato je da se tematikom DW bave prvenstveno profesionalci kojima je osnovna preokupacija modeliranje podataka, dok sa druge strane, problematiku praćenja realizacije samog procesa znaju samo specijalisti koji su se u svojim karijerama bavili analizom i unapređivanjem procesa. Vrlo je mali broj IT (a i šire) profesionalaca koji su u svojoj karijeri realizovali projekte kojima su objedinjavali i modeliranje procesa i modeliranje podataka, a da su u isto vreme migrirali sa transakcionog (OLTP) na skladište podataka (i slične) modele (OLAP).

Do sada su se u skoro 100% slučajeva pojmom i primenom DW bavili prvenstveno stručnjaci kojima je osnovna preokupacija bila baza podataka i veze unutar tih struktura. Autor ovog rada se skoro 30 godina bavi obema tehnikama, i analizom i modeliranjem podataka i analizom i modeliranjem procesa. Isto tako, osnovni problemi koji se javljaju kod procesnog DW su vezani za granularnost (nivo detaljnosti podataka) koji su uneti u DW bazu podataka. PDW DB zahteva da se unutar procesa, odnosno unutar aktivnosti koje čine proces, podaci raščlanjuju na isti nivo detaljnosti, jer u suprotnom, podaci, odnosno procesi neće moći da se adekvatno analiziraju. Zbog svega ovoga, bilo je potrebno da se uporede i raščlane postojeće varijante projektovanja procesnog skladišta, uz detaljan pregled teorijskih osnova na kojima se bazira sam DW i koji je osnova kod projektovanja razvojnog okruženja. Dati je i pregled osnovne literature koja je izučavala pristup procesnog DW-a, sa osnovnim zaključcima u kojima se ukazuje na prednosti i nedostatke te metode.

4.3. Komponente radnog okruženja za projektovanje procesnog skladišta podataka

Pri izboru radnog okruženja, unutar koga će se izvršiti projektovanje PDW-a, potrebno je identifikovati specifična područja, koja će biti kandidati za njihovo usvajanje kao komponente samog radnog okruženja. Komponente se mogu podeliti u dve osnovne skupine:

- Projektantske komponente, i
- Mogućnosti same komponente

Projektantske komponente su one komponente koje omogućavaju i obezbeđuju sam proces projektovanja (najčešće se nazivaju metodologija), kao i one uz čiju pomoć se realizuje sam projektantski proces (na primer, višedimenzionalni model). One su povezane sa opštim karakteristikama samog projektovanog DW-a.

Mogućnosti samih komponenti se odnosi na one sposobnosti koje obuhvataju one karakteristike koje su zadužene za podršku zahteva sistema koji se odnose na analize. To su komponente koje su specifične za projektovanje PDW-a.

4.3.1. Projektantske komponente

U projektantske komponente spadaju komponente koje se odnose na metodologiju projektovanja, nivo projektovanja, koncept modeliranja i notaciju modela.

Metodologija projektovanja

Projektantska komponenta je vezana za proceduru generisanja PDW strukture u formi višedimenzionalnog modela. Usvojena metodologija projektovanja je osnova za obezbeđivanje poslovnih zahteva koji nisu unapred predviđeni kao i olakšavanje čestih izmena nametnutih okruženjem. Parametri za te komponente su osnovni pristup i primenjena metodologija. Osnovni pristup definiše pristup provere sistema i njegove sposobnosti da proizvede PDW. Mogući pristupi tom parametru su u ovom konkretnom primeru odozgo na dole, odozdo na gore i hibridni (mešani) pristup. Primenjena metodologija definiše tip metodologije koja je korištena pri projektovanju PDW. Mogući tipovi metodologija su na primer metodologije zasnovana na podacima, metodologija zasnovana na korisničkim zahtevima i metodologija bazirana na ispunjenju cilja.

Nivoi projektovanja

Komponente projektovanja se odnose na rezultat procesa projektovanja nazvanog višedimenzionalni model. Ova komponenta opisuje nivo baze podataka na kojoj je opisana sama baza podataka. To podrazumeva da je potrebno da ukoliko želimo da projektovana baza bude kompletna, imamo sva tri nivoa, a prema ANSI-SPARC arhitekturi.

Parametri ove komponente su nivoi detaljnosti i strukture nazvani *konceptualni model*, *logički model* i *fizički model*. Moguće vrednosti tih parametara mogu biti „da“, „ne“ i „ne razmatra se“. Vrednost parametra je „da“ ukoliko je predstavljeni višedimenzionalni model opisan na specifičnom nivou (konceptualni, logički ili fizički), „ne“ ukoliko model nije opisan

na specifičnom nivou i „ne razmatra se“ ukoliko ne postoji eksplicitna potreba za korišćenje tog nivoa.

Konceptualni nivo treba da prepozna koje tabele činjenica i tabela dimenzija će biti generisane (odnosno na konceptualnom nivou su to entiteti), koji su im ključevi, način njihove povezanosti, tipovi obnavljanja podataka (tip 0 do tip 7) i iz kojih tabela iz operativnih baza će biti punjeni i na koji način (ETL procedure).

Logički nivo treba da prepozna sve atribute, ključeve i indekse svih tabela, i detaljno (do nivoa pojedinog atributa i funkcija koje se primenjuju nad tim atributom) da izvrši mapiranje podataka sa operativnog nivoa na DW nivo.

Fizički treba da „spusti“ logički model na fizičko okruženje (RDBMS), uz definisanje svih fizičkih parametara koji se odnose na nivo baze, nivo *tablespace*-ova, fizičke rasprostranjenosti tabela, indeksa, logova i drugih specifičnosti koji se odnose na odabrani – usvojeni RDBMS.

Koncept modeliranja

Komponenta procesa projektovanja koja je vezana za koncept koji je iskorišćen u proizvodnji izlaza (višedimenzionalnog modela) iz procesa projektovanja se zove PDW struktuiran odnosno višedimenzionalni model. Ta komponenta opisuje koncept koji se koristi za opis strukture baze podataka i prikazuje razlike u elementima dizajna, kao na primer dimenzije, činjenice, vremensku varijantu itd., a može da varira u zavisnosti od usvojene metodologije dizajniranja.

Pri proceni ove komponente umesto definisanja parametara treba preferirati korišćenje meta modela za ocenu i poređenje, pošto meta model predstavlja kompletan set koncepata i njegovih mogućih relacija. Struktura meta modela procesnog DW se sastoji od:

- Činjenica
 - Mera
 - Imena
 - Domena
- Dimenzija
 - Atributa dimenzije
 - Imena
 - Domena
 - Nivoa agregacije

Meta model omogućava grafičko predstavljanje osnovnog koncepta i njegove relacije i samim time drastično pojednostavljuje njihovo poređenje.

Notacija modela

Trenutno je u upotrebi mnoštvo notacija kojima se može predstaviti struktura DW, ali su one parametar sam za sebe. Ne postoje notacije koje su u ovom trenutku specifične i primenljive jedino za PDW. Pošto je PDW specijalan pod tip DW, mogu da se koriste sve notacije koje se koriste za generisanje DW, kao na primer ADAPT, UML, dimenzionalan model činjenica (*Dimensional Fact Model*), itd. U ovom radu je korištena komponenta koja se zove višedimenzionalni model i ona je izbor notacije koji je korišten pri njenom projektovanju. Ona predstavlja strukturu generisane baze podataka u formatu više dimenzija.

4.3.2. Mogućnosti samih komponenti

Ove komponente se odnose na spremljene podatke, podršku ostvarivanju cilja i podržanim analizama. Komponente direktno proizlaze iz radnog okruženja procesa projektovanja, a svaka komponenta omogućava:

I. Podržane analize - Te komponente su povezane sa mogućnostima koje nudi višedimenzionalni model, definisan perspektivama. Te perspektive su funkcionalna, ponašajuća, organizaciona i informaciona. Ove perspektive ne treba mešati sa perspektivama korisnika i njihovim pogledom na posmatrani proces! Osnovno je da se definišu perspektive i za svaku pojedinačnu perspektivu njen skup parametara (to su formalni parametri analize). Vrednost svih parametara je predstavljena skalom, gde su moguće vrednosti na toj skali: „naglašen“, „uključen“, „uzet u obzir“, „ignorisan“ i „nema informacija“. Vrednosti se baziraju na osnovu odgovora na pitanja koja su prikazana u nastavku.

- Naglašen, ukoliko je posmatrani parametar fokusiran na pristupu, odnosno, na sva pitanja koja definišu parametre je odgovoreno pozitivno,
- Uključeno, ukoliko je analiza parametra pokrivena pristupom, odnosno, nije odgovoreno na po neko (jedno ili dva) pitanje koja definišu parametre,
- Uzeto u obzir, ukoliko su neki aspekti analize parametara prisutni direktno ili neki aspekti nisu razumljivi, odnosno, postoji pozitivan odgovor na samo jedno pitanje koje definiše parametre,
- Ignorisano, ukoliko analiziran parametar nije podržan, odnosno, na sva pitanja koja se odnose na definisan parametar nema odgovora.

Kada se uzimaju u obzir odgovori na pitanja, posebna pažnja mora biti posvećena odgovorima tipa „Uzeto u obzir“ ili „Ignorisano“. Problem leži u tome da taj jedan jedini odgovor koji usmerava parametar u tu „nišu“ može biti i pogrešan. U nastavku će biti definisane perspektive i analizirani parametri.

Funkcionalna perspektiva. Ova perspektiva nam pokazuje „koji“ se elementi procesa izvršavaju i tokove entiteta relevantne za te procesne elemente. Za proučavanje funkcionalne perspektive, PDW podržava sledeće parametre analize:

- a) **Analiza aktivnosti** - analizira odgovore na pitanja u pogledu performansi i izvršenju aktivnosti. Za podršku analize aktivnosti, PDW treba da odgovori na sledeća pitanja: „koje aktivnosti se izvršavaju, koje aktivnosti nisu uspele, koje aktivnosti nisu izvršene u potpunosti“. Ovi parametri pokazuju da li mogu i na koji način da se izvrše aktivnosti unutar nekog procesa.
- b) **Tokovi informacionih entiteta** - da bi podržao tu analizu, PDW treba da odgovori na sledeća pitanja: „koji su informacioni tokovi između elemenata procesa i koji elementi su uključeni u tokove“.
- c) **Analiza podprocesa** - da bi podržao tu analizu, PDW treba da odgovori na sledeća pitanja: „kako je proces dekomponovan i grupisan, kako pod procesi rade zajedno da bi se ostvario zajednički (ali i pojedinačni) cilj“.

Perspektiva ponašanja. Ova perspektiva predstavlja odgovore „kad“ i „kako“ se pozivaju elementi (aktivnosti unutar procesa) i kako se ostvaruje njihovo izvršenje. Za proučavanje perspektive ponašanja, procesno skladište treba da podrži sledeće:

- **Analizu redosleda izvršavanja** - da bi podržala tu analizu, PDW treba da odgovori na sledeća pitanja: „koji elementi će biti izvršeni serijski, a koji paralelno itd“.
- **Analiza vremena ciklusa** - da bi podržao tu analizu, PDW treba da odgovori na sledeća pitanja: „vreme potrebno za izvršenje svakog procesa, početno i krajnje vreme procesa“.
- **Analiza pojava anomalija** - da bi podržao ovu analizu, PDW treba da odgovori na sledeća pitanja: „koje su se anomalije dogodile (ili mogu da nastanu) u toku izvršenju procesa“.
- **Analiza putanje** - da bi odgovorio na ovu analizu, PDW treba da odgovori na sledeća pitanja: „koji se put paralelno prati dok se odvija sam događaj“,
- **Analiza završetka (kraja)** - da bi podržao ovu analizu, PDW treba da dobije odgovore na sledeća pitanja: „da li se pojavila i koliko puta mrtva petlja za vreme izvršenja procesa“.

Organizaciona perspektiva. Ova perspektiva predstavlja „gde“ i „od koga“ je element procesa pozvan (aktiviran) i prisustvo ili odsustvo resursa koji pokreću aktivnost. Za izučavanje organizacione perspektive, sledeće analize moraju biti podržane:

- **Analiza resursa** - treba da se odgovori na pitanja koji su resursi slobodni i koji su resursi upotrebljeni.
- **Analiza organizacionih jedinica** - potrebni su odgovori na pitanja koje su organizacione celine pridružene procesu.
- **Analiza učesnika** - treba da odgovori na pitanja koji je broj učesnika pridruženih procesu i broj procesa pridruženih učesnicima.
- **Analiza softvera i servisa** - da bi podržao tu analizu, PDW treba da odgovori na pitanja koji je softver pridružen procesu i koja je uloga svakog softvera u procesu.

Informacijska perspektiva. Ova perspektiva se odnosi na podatke koji su pruženi, iskorišćeni i proizvedeni od strane elemenata procesa. Isto tako, treba da se dobiju podaci o informacijskim entitetima proizvedenim ili manipulisanim od strane procesa, strukturu informatičkih entiteta i relacije između njih. Da bi se proanalizirale informacijske perspektive, moraju se podržati sledeće analize, odnosno PDW mora da odgovori na sledeće:

- a) analiza ulaz: koja je količina i vrsta ulaza potrebnih da bi se pokrenuo proces.
- b) analiza iskorišćenja (trošenja): koji su resursi iskorišćeni tokom izvršenja procesa.
- c) analiza izlaza: koliko je puta proces uspešno izvršen.

Pri svim ovim analizama, u literaturi nije navedena niti jedna vrlo bitna analiza koja se odnosi na uspešnost izvršavanja samog procesa (aktivnosti) ovde se podrazumeva definisanje cilja koji mora biti (ili bi trebao biti) izvršen. Ovo se prvenstveno odnosi na PDW koji je zasnovan na principima „ciljno orijentisanog“ (*Goal driven*, GD). Isto tako, treba posebno napomenuti i vremenski parametar vrednosti željenog cilja (koji je obavezan dimenzionalan atribut), koji može varirati u odnosu na vremenski momenat.

II. Podrška ostvarenju cilja

Podrška ostvarenju cilja je vrlo bitan aspekt analize procesa. On mora da uključi elemente koji se odnose na sam cilj, rezultate ostvarenosti cilja, kao i vremenske okvire samog cilja. Zbog toga, ovim radom se proširuju parametri koji se odnose na skup unetih podataka prilikom merenja rezultata samog procesa i samim time se komponenta *podrška cilju* dodaje listi komponenata, uz proširenje parametara koji se odnose na vrednosti željenog cilja, stepen ispunjenosti cilja, vremenski trenutak merenja, kao i na vremenski okvir na koji se odnosi željena vrednost ostvarivanja cilja. Ova komponenta, podrška cilju, ima dva parametra:

- Razmatranje cilja pri procesu projektovanja i
- Analiza zasnovana na cilju.

Vrednosti komponente koja se odnosi na razmatranje cilja mogu da imaju vrednost „da“ i „ne“. „da“ znači da je cilj razmatran za vreme procesa projektovanja i „ne“, ukoliko nije uziman u obzir. Vrednosti komponenti koje se odnose na *analize bazirane na cilju* su također „da“ ukoliko je cilj korišćen pri analizi procesa i „ne“ ukoliko nije bilo mogućnosti da se cilj iskoristi pri analizi procesa zasnovanog na ostvarivanju cilja.

III. Podaci koji se nalaze u sistemu PDW

Analize podržane od strane PDW zavise od podataka koji su uneti u bazu podataka, odnosno PDW sam za sebe ne donosi nikakvu dodatnu vrednost, već se dodata vrednost generiše korišćenjem podataka u skladištu. Zbog toga je i dodata komponenta koja se odnosi na podatke koji se nalaze u PDW bazi podataka. Komponenta je parametar sam za sebe i ta vrednost je tip podatka koji se nalazi u njemu. Parametar daje informaciju o tome iz kog izvora je očitani podatak koji se nalazi u PDW DW bazi podataka. Taj podatak može biti izvučen iz loga samog događaja (transakciona operativna baza), nekog eksternog loga, iz drugih internih ili eksternih izvora ili sve njihove moguće kombinacije.

4.4. Postojeći predlozi za projektovanje procesnog skladišta podataka i ostvarene primene

Kao podloga za ovaj rad, izvršena je obimna pretraga literature koja se odnosi na procesni DW. Ključni elementi pretrage su bili termini *process warehouse*, *process analysis*, *multidimensional shema and business process*, *data warehouse and business process*, *process modeling*, *conceptual design*. Dokumenti su trebali da budu na engleskom jeziku i na jeziku „naroda i narodnosti bivše SFRJ“.

Rezultat pretrage su nekoliko hiljada članaka i spisa, te nekoliko desetina knjiga i standarda. Detaljno je grupisano i obrađeno jedanaest ključnih tipova pristupa dizajnu *process warehouse* višedimenzionalnog modela [72]. To su :

- Projektni pristup DW-u (*Data Warehousing Designing Approach – DWD*) [57],
- Projektovanje DW vođeno ciljem (*Goal driven DW design - GD*) [73],
- Višedimenzionalni pristup modeliranja (*Multidimensional Modeling Approach - MDM*) [74],
- DW za logove (*Data warehouse for Logs – DWL*) [75],
- DW performansi (*Performance Data Warehouse – PDW*) [76],

- Projektovanje DWH orijentisano prema cilju-a (*Goal-oriented Data Warehouse Design - GoD*) [77],
- Spremište procesnih podataka (*Process Data Store – PDS*) [3],
- DWH za postupak (proces) revizije (*Data Warehouse for Audit Trail – DWM*) [78],
- Opšte rešenje warehouse-a (*Generic Warehousing Solution - GDW*) [79],
- Konceptualno orijentisan procesni DW (*Concept-centric Process Data warehouse - CDW*) [80],
- Spremište procesnih podataka (*Process Data Store - PDS*) [3],
- Objektni PDW vođen ciljem.

I Projektovanje DW vođeno ciljem

Ovaj pristup se zasniva na identifikaciji ključnih indikatora, do kojih se dolazi preko definisanja ciljeva i upita. Nakon osnovne analize prilazi se definisanju podstrukture ciljeva, njihovog opisa, nivoa i ključnih pokazatelja uspešnosti (KPI). Da bi se u kasnijoj fazi analize moglo sa preciznošću utvrditi stepen uspešnosti nekog procesa, treba definisati ili usvojiti pitanja čiji odgovori identifikuju tu uspešnost i koji su osnova za identifikaciju ključnih indikatora. Ti indikatori se zatim potvrđuju strukturom DW modela. Tom strukturom, odnosno definisanim merljivim parametrima, se vrši merenje, analiza i unapređenje posmatranih procesa i merenje ispunjavanja i/ili dostizanja ciljanih vrednosti. Za modeliranje se koristi standardna tehnologija modeliranja, odnosno konceptualno modeliranje procesnog skladišta podataka.

II Projektni pristup DW-u

Ovaj pristup koristi EER (*Extended Entity Relation*) notaciju, koja mu obezbeđuje identifikaciju dimenzija koje su bitne za opis i tumačenje rezultata merenja smeštenih u tabelu činjenica. Višedimenzionalna šema se formira na osnovu kardinalnosti relacija i funkcionalnih zavisnosti između definisanih i prepoznatih zavisnosti između atributa. Posebna pažnja se posvećuje spoljnim ključevima. Ovim modelom se omogućava precizan uvid u tokove procesa. Primenjuje se dimenzionalni model, ali na nivou detaljnosti konceptualnog modela.

III Višedimenzionalni pristup modeliranju

Ovaj pristup generiše strukturu kocke, primenom jedne od dve standardne metodologije, metodologijom horizontalne ili vertikalne dekompozicije. On se bazira na prepoznavanju šema procesa i kao rezultat generiše UML dijagram klase. Specifičnost pristupa je da se kod vertikalne dekompozicije definišu dva nivoa detaljnosti koji se odnose na strukturu unetih činjenica. ⁵⁹ Isto vreme, dimenzije su određene preko horizontalne dekompozicije. Ovaj pristup je nastao kao odgovor na zahteve koji se odnose na potrebu za izuzetno preciznim procesnim modelom. Njegova primena je najčešća kod konceptualnog modeliranja DW-a.

IV DW za logove

Pristup je koncipiran kao evidentiranje odgovora na konkretne upite, koji su u stvari zahtevi za izvršavanjem određenog procesa ili aktivnosti unutar procesa. Dimenzije koje opisuju procese, odnosno zahteve, se nalaze u meta modelu. Ovde postoje dva blago različita tipa, a vezana su za evidentiranje dimenzije vremena, koja se odnosi na evidentiranje samog rezultata merenja uspešnosti nekog procesa i njegovog zapisa u log-u. Ukoliko vreme egzistira,

tada se definiše dimenzija vreme, koja mora da svojom granularnošću, odnosno svojom detaljnošću da ispuni sve zahteve za analizom, ali i da svojom strukturom odgovori na zahteve koji se odnose na vremenske zapise i drugih aktivnosti unutar posmatranih procesa. Struktura mora da bude usaglašena sa trenutkom u kome se upisuje log, odnosno sa zahtevom nivoa detaljnosti na kome će biti vršene analize. Pristup se najčešće koristi pri analizi neregularnosti, odnosno odstupanja od standardnih ili prosečnih vrednosti nekog procesa. Ovaj pristup najčešće koristi ADAPT¹² notaciju, odnosno jezik.

V DW performansi

Ovaj pristup se koristi kod holističkih merenja performansi. Za dizajniranje DW strukture se također koristi ADAPT jezik, uz upotrebu neformalne metodologije za projektovanje DW-a. Ovaj pristup je znatno olakšao analize i kasnije unapređenje poslovnih procesa, ali mu je mana da nema striktnu metodologiju projektovanja.

VI Projektovanje DW orijentisano prema cilju-a

Ova metodologija je orjentisana ka prepoznavanju osnovnog cilja, a kao preduslov je analiza zahteva koji su potrebni za njegovo ostvarivanje. Ona je skup dve metodol⁶¹ je jer kombinuje projektovanje koje se bazira na ispunjavanju unapred postavljenih zahteva sa jedne strane, a sa druge strane se bazira na zahtevima za podršku sistemu. Odnosno postoje dve grupacije procesa i njihovih aktivnosti. Jedna grupa se odnosi na odvijanje procesa, a druga se odnosi na procese koji pružaju podršku tim procesima. Perspektive koju su ključne za modelovanje se baziraju na organizacionoj strukturi i na strukturi koja je zadužena za odlučivanje. Te dve strukture se isprepliću i njihova rezultanta dovodi do definisanja podataka na osnovu kojih je moguće izvršiti analizu samog cilja, analizu činjenica (mera koje se evidentiraju) i identifikaciju atributa koji opisuju te mere. Ovaj pristup se bazira na višedimenzionalnom modelu, sa detaljima na nivou konceptualnog modela.

VII Spremište procesnih podataka

Spremište podataka koje čuva procesne izmerene vrednosti omogućava da se u skoro realnom vremenu omogući pristup unapred definisanim indikatorima performansi posmatranih poslovnih procesa. Takođe i ovde se nivo detaljnosti bazira na konceptualnom modelu, a kao metoda za projektovanje se koristi opšta logička tehnika projektovanja. Specifičnost metode, koja u fazi fizičke implementacije modela unosi dodatne probleme se odnosi na najčešću varijantu dupliranja podataka, a u zavisnosti od njihove granularnosti i agregiranosti. Najčešće imamo dve varijante: (a) podatke na najnižem nivou (odnosno na nivou najveće detaljnosti) koje su arhivskog tipa, i (b) podatke koji su najsvežiji, ali su arhivirani u više tipova i nivoa agregiranosti odnosno sumiranja.

VIII DWH za postupak (proces) revizije

Model podataka koji je razvijen korišćenjem ovog postupka, omogućava evidentiranje procesa u onom formatu koji je prilagođen mogućoj evaluaciji performansi posmatranih i praćenih procesa i njihovih aktivnosti, kao i unapređenja *e-business* operacija. Nakon toga se radi logički model kojeg karakteriziraju mogućnosti naknadne revizije rezultata dobijenih

¹² *Application Design for Analytical Processing Technologies*

analizom podataka dobijenih pri praćenju rada procesa. Za razvoj dimenzionalnog modela procesa, koristi se logički model, što znači da je nivo detaljnosti veći nego kod analize koja se bazira na konceptualnom modelu.

IX Opšte rešenje skladištenja

Taj pristup razvija opšti model DW posmatranog poslovnog procesa. Pristup ovom razvoju se bazira na sledećim faktorima:

- za svaku fazu razvoja se definiše posebna granularnost,
- svaka faza unutar procesa je ispraćena sa svojom posebnom tabelom činjenica, dok se mere agregiraju na zajedničkom nivou,
- da bi se izvršilo povezivanje svake faze, odnosno svake aktivnosti unutar procesa, unutar tabela se dodaju posebni atributi u cilju njihovog međusobnog povezivanja
- svaki tip procesa ima svoj poseban tip tabela u kojima se čuvaju poslovni podaci,
- direktna povezanost poslovnih aktivnosti (procesa i njihovih aktivnosti) sa poslovnim podacima koje su na taj način uneti u sistem.

Nivo detaljnosti kod projektovanja je na konceptualnom nivou, uz primenu opšte tehnike projektovanja procesnog warehouse-a.

X Konceptualno orjentisano procesno skladište podataka

Ovaj pristup je nastao kao nadgradnja nad DWQ (*Data Warehouse Quality*) projekat [81]. Izvorni metod nije bio uključen u rezultat projekta, pa se ovom metodom izvodi samo parcijalni model koji obezbeđuje uvid na osnovne koncepte i njihove međusobne veze unutar većeg posmatranog sistema. Transformacija takvog opisa sistema se događa detaljnom formalizacijom, koja dovodi i do prepoznavanja i identifikacije ograničenja i limita sistema. Najčešća primena ovog postupka je u hemijskoj industriji.

XI Spremište procesnih podataka

Procesno skladište podataka obezbeđuje pristup skoro u realnom vremenu sa ciljem analize ključnih indikatora performansi poslovnih procesa. Pošto ne koriste formalne metode projektovanja, bazira se na logičkim tehnikama modeliranja, ali na konceptualnom nivou. U njemu imamo pohranjena dva tipa podataka:

- vrlo detaljni podaci o događaju,
- najnoviji detaljni procesni podaci na različitom nivou granularnosti (detaljnosti).

Ovaj način omogućava jednostavniji pristup podacima u zavisnosti od traženih analiza, ali sa druge strane komplikuje održavanje baze i komplikuje ETL procese.

XII Objektno orjentisano procesno skladište podataka

Objektni pristup je nastao zbog potrebe da se u direktnoj integraciji sa snimljenim procesom definišu objekti koji učestvuju u realizaciji procesa, kao i njihovoj strukturi i interakciji sa aktivnostima. Ovaj princip omogućava vezu između logova koji su nastali odvijanjem samog procesa i objektima koji osim što su učesnici u procesu, u sebi nose informacije o ograničenjima pod kojima proces/aktivnost funkcioniše, kao i ciljevima koje mora da ostvari. Objektni pristup omogućava da se izvrši provera logiranih podataka sa strukturom objekata, da se izvrši njihovo uparivanje vezano za strukturu kao i za tipove

podataka. Na ovaj način, dolazi i do integracije biznis analitičara i DBA specijaliste preko sistem analitičara, koji povezuje internu strukturu – koja se vodi preko realizacije procesa i eksterne strukture, koje definišu ograničenja i ciljeve.

DW obezbeđuje pristup podacima u realnom vremenu kritičnim procesnim indikatorima performansi u cilju unapređivanja brzine i efikasnosti radnih tokova. Uobičajene tehnike logičkog modeliranja se koriste za konceptualno modeliranje procesnog skladišta podataka. Svi ovi procesi su analizirani su sa stanovišta informatičke, funkcionalne, organizacione i sa stanovišta perspektive ponašanja. Proanalizirani su izazovi (problemi) pri projektovanju, kao i željene perspektive koje se žele postići. Rezultati analize su preuzeti iz [72].

Na osnovu tih analiza, može se reći da su retki tipovi DW koji pri projektovanju uzimaju u obzir cilj, kao vodilju pri realizaciji DW projekta. Isto tako, još je manje metoda i postupaka koje pri projektovanju DW integrišu procese i podatke i gde im je CILJ željeni reper koji treba ostvariti. To direktno ukazuje na zaključak da ne postoji dizajn procesnog warehouse-a, koji podržava sveobuhvatnu analizu postojećih procesa. Samim time, ne poznajući postojeće procese, ne postoji mogućnost ni njihovog unapređenja, na osnovu izmerenih vrednosti ponašanja postojećih procesa. Pošto postojeće metode ne vrše „poklapanje“ procesa i podataka – mera koje ti procesi generišu, ne postoji mogućnost validacije kvaliteta ispunjenosti cilja koji ti procesi moraju da postignu, odnosno kome teže. Izmerene vrednosti same po sebi ne ukazuju ni na šta ukoliko ne postoje referentne vrednosti (ciljane, granične i dr.) sa kojima ih treba uporediti.

38 Sa druge strane, ako se vrši posmatranje cilja i aktera koji žele da postignu cilj, posebno treba uzeti u obzir i to da su za ostvarivanje cilja obično zainteresovane minimum dve strane. U našem slučaju servis i banka, ali svaka je zainteresovana za ostvarivanje „suprotne“ strane cilja, a trenutno nema detaljne analize procesa kako da svaka strana ostvari svoj željeni cilj. Servisu je bitno da „pregura“ minimum (95 ili 98% u zavisnosti od ugovornih obaveza) uz što manje troškove održavanje, a banci da se približi maksimumu (100%) opet uz što manje troškove. Isto tako, takvim analizama procesa i aktivnosti, obezbeđujemo mogućnost da se izmeri učinak performansi svake aktivnosti i procesa u cilju identifikacije i eventualnog ispravljanja uskih grla procesa.

Usled svega toga je obavezno da se povežu procesi i podaci koji su rezultat tih aktivnosti, a vodilja mora biti cilj koji se želi (ili mora) postići. Za ispunjavanje tih zahteva, izdvojene su dve metodologije unutar procesnog skladišta podataka, koje su bile ključne za izbor metodologije koja je primenjena u ovom radu, i to:

- *Goal driven (GD)*, dizajn vođen ciljem, i
- *Goal Oriented Design DW (GoD)*, ciljno orijentisan dizajn DW-a.

Kad je u pitanju način projektovanja i nivo projektovanja, obe koriste *top-down* i *goal driven* pristup, dok im je nivo projektovanja zadržan na konceptualnom nivou. Obe metode su bazirane na višedimenzionalnom pristupu, što znači da koriste dimenzije, dimenzionalne attribute, agregiranje, činjenice i mere. Notaciju koju koriste su UML (GD) i Dimenzionalni model činjenica (GoD).

Kad je u pitanju funkcionalna perspektiva, ovde dolazi do prvih odstupanja koji su prikazani u tabeli 4.

Tabela 4 Funkcionalna perspektiva

	Analiza aktivnosti	Analiza toka informacionih entiteta	Analiza pod procesa
GD	Uzima se u obzir	Uzima se u obzir	Ignoriše se
GoD	Uključena	Ignoriše se	Ignoriše se

Kad je u pitanju analiza ponašanja, takođe dolazi do određenih različitih pristupa, koje su prikazane u tabeli 5.

Tabela 5 Perspektiva ponašanja

	Redosled izvršavanja	Vreme ciklusa	Nestandardno ponašanje	Putanje	Zaključavanja / izuzeci
GD	Ignoriše se	Uzima se u obzir	Ignoriše se	Ignoriše se	Ignoriše se
GoD	Uzima se u obzir	Uzima se u obzir	Ignoriše se	Ignoriše se	Ignoriše se

Ukoliko se posmatra perspektiva organizacije procesa i njihovih aktivnosti, i ovde dolazi do određenih razlika u pristupu, prikazanih u tabeli 6.

Tabela 6 Organizaciona perspektiva

	Resursi (mehanizmi)	Učesnici (mehanizmi)	Organizacione jedinice	Softveri i servisi
GD	Uzima se u obzir	Uključeni	Ignoriše se	Ignoriše se
GoD	Uzima se u obzir	Ignoriše se	Uključeni	Ignoriše se

Sa stanovišta analize informacija, koje se koriste unutar procesa, odnosno aktivnosti, takođe imamo različitosti, koje su u ovom konceptu do sada najveće (Tabela 7).

Tabela 7 Perspektiva sa stanovišta informacija

	Analiza ulaza	Analiza upotrebe	Analiza izlaza
GD	Uzima se u obzir	Ignoriše se	Uzima se u obzir
GoD	Ignoriše se	Ignoriše se	Ignoriše se

Poslednja tabela 8. daje analizu da li metode imaju u svom sistemu mogućnost podrške ciljanim rezultatima, kao i analizu komponenti za spremanje podataka.

Tabela 8 Perspektiva sa stanovišta cilja

	Podrška cilju		Uneti podaci		
	Razmatranje cilja	Analiza bazirana na ostvarenju cilja	Zapis o izvršenju procesa	Operativni podaci	Ostalo
	24				
GD	DA	NE	DA	DA	NE
GoD	DA	NE	DA	NE	NE

Kad je u pitanju perspektiva sa stanovišta cilja, treba obratiti pažnju da u nekim pristupima procesnih warehouse-a pojam ostvarivanja cilja se ne uključuje u analizu, kao ni sam cilj. Pošto je fokus u ovom radu na specifičnoj želji autora da se u razmatranju uspešnosti odvijanja određenih procesa uvrsti i pojam cilja, odnosno, pojam cilja ali sa dva pogleda, ključni element je bio izabrati one DW koji zadovoljavaju vezu procesa i DW, kao i unošenje elementa CILJa u analizu [82]. Zbog toga, jedina dva procesna warehousea, koji imaju podatke o cilju su GD i GoD.

Razlika između njih je u tome što GD direktno koristi cilj pri analizi procesa. Isto tako, analiziraju se i cilj i pod ciljevi osnovnog cilja (npr. Preko 95%, ali pod ciljevi su vezani za izlaske na teren i otklanjanje kvara, kao i analizu krajeva – raspona cilja → npr. 95% do 100%). Ti ciljevi i pod ciljevi se posebno definišu u cilju utvrđivanja mera samog cilja (pod cilja). Ti merljivi ciljevi (pod ciljevi) se kasnije koriste u označavanju modela (bilo grafički, bilo numerički), iz kojih se kasnije izvlače činjenice i dimenzije. Nažalost, ti ciljevi nisu uključeni u finalni projekat procesnog warehouse-a.

GoD pri projektovanju koristi dve perspektive pri analizi zahteva, organizacioni i model odlučivanja. Pri obe analize, cilj je bio osnovno polazište za prikupljanje i analizu zahteva. U sledećim fazama, nakon analize, ti zahtevi su povezani i mapirani direktno u projekat procesnog warehousea. Sa stanovišta nivoa modela koji je osnova za prepoznavanje podataka koji su učesnici ili rezultat odvijanja ciljeva imamo sasvim drugi koncept. U Tabeli 21 je prikazan problem koji se odnosi na dubinu, odnosno detaljnost analize procesa i podataka. Većina modela koristi konceptualni dizajn, što ukazuje na delimičnu “površnost” u analizama, bilo procesa, bilo podataka. Konceptualni model, sam po sebi ukazuje da je u pitanju nivo na vrlo visokom, da ne kažemo najvišem nivou apstrakcije. Samim time njegova funkcionalost i nivo koji ukazuje na detaljnost je problematičan i to je bio jedan od razloga višestrukih provera kompletnog problema. Ta provera je pokazala da samo potpuna analiza do najnižih nivoa detaljnosti, bez obzira da li je u pitanju model procesa ili model podataka može da obezbedi uslove za pravilnu i tačnu analizu procesa i ispunjenosti ciljeva koju su ti procesi trebali da ostvare.

Tabela 9 Tip pristupa dizajnu PDW

Tip pristupa dizajnu process warehouse više dimenzionalnog modela	Konceptualni	Logički	Fizički
Projektni pristup data warehouse-u (<i>Data Warehousing Designing Approach – DWD</i>) [18]	X		
Projektovanje DW vođeno ciljem (<i>Goal driven DW design - GD</i>) [74]	X		
Više dimenzionalni pristup modeliranja (<i>Multidimensional Modeling Approach - MDM</i>) [75]	X		
Data warehouse za logove (<i>Data warehouse for Logs – DWL</i>) [76]			
Data warehouse performansi (<i>Performance Data Warehouse – PDW</i>) [77]			
Projektovanje DWH orijentisano prema cilju-a (<i>Goal-oriented Data Warehouse Design - GoD</i>) [78]	X		
Spremište procesnih podataka (<i>Process Data Store – PDS</i>) [79]	X		
DWH za postupak (proces) revizije (<i>Data Warehouse for Audit Trail – DWM</i>) [80]		X	
Opšte rešenje warehouse-a (<i>Generic Warehousing Solution (GDW)</i> : [81]	X		
Konceptualno orjentisan procesni data warehouse (<i>Concept-centric Process Data warehouse (CDW)</i>) [82]	?		
Spremište procesnih podataka (<i>Process Data Store (PDS)</i>) [79]	X		

Zbog svega toga, analiza data u tabelama prikazanim u ovom poglavlju je dala odgovor o ispunjenosti uslova za pravilnu analizu i na osnovu ovde iznetih karakteristika i na osnovu analize i strukture procesa, kao i analize i strukture raspoloživih podataka, odabrana je GD metodologija.

4.5. Specifikacija projektovanja procesnog skladišta podataka

Kako je već prikazano u prošlim poglavljima, cilj je analiza performansi (koja se zasniva na upravljanju ciljem) i unapređivanje procesa, gde su ciljevi integrisani sa PDW podacima o realizaciji procesa. Ovo zahteva da projektant DW strukture od početka uz svaki podatak koji se odnosi na izmerenu vrednost uspešnosti nekog procesa postavi i vrednosti koje se odnose na cilj koji je taj proces trebao da ostvari. Ti se ciljevi koriste za upravljanje PDW pri analizi performansi i kod odlučivanja o unapređivanju procesa. Pre razmatranja cilja integracije sa PDW-om, predstaviće se opšta specifikacija dizajna novo predloženog PDW-a, uz poseban osvrt na dopunjavanje metode elementima Koji su predloženi u ovoj tezi. Nakon toga, u narednom poglavlju proširiće se predstavljeni dizajn specifikacijama koje integrišu ciljeve sa PDW-om. Specifikacija opšteg dizajna (predstavljena kao PDW meta model) obuhvata postojeće predloge PDW dizajna obuhvatom najčešćih aspekata dizajna. Takva specifikacija je omogućila uklapanje i specifičnih slučajeva unutar meta modela dizajna.

Intuitivno, opšta specifikacija (meta model) PDW zahteva u prvom koraku prepoznavanje, u drugom razmatranje, a u trećem usvajanje zajedničkih koncepata poslovnih procesa i radnog okruženja u kome se izvršavaju. Radno okruženje koje se koristi za dizajn procesa [83], je opšti meta model poslovnih procesa [72], i ono se upotrebljava pri projektovanju kao zajednički meta model za PDW.

Radno okruženje za dizajn procesa [83], je konceptualno radno okruženje koje predstavlja poslovni proces preko četiri najvažnijih, a međusobno povezanih perspektiva za analizu i predstavljanje procesnih informacija. Taj okvir je korišćen i u prošlosti kao referenca za postizanje sveobuhvatnog predstavljanja koncepta procesa i za obezbeđivanje osnovnih grupa informacija. Četiri perspektive radnog okruženja su *funkcionalna*, *informaciona*, *organizaciona* i *behavioralna* (ponašanja).

Funkcionalna perspektiva vodi brigu o elementima procesa koji su učestvovali u procesu, kao na primer aktivnosti koje su izvršene za vreme odvijanja procesa.

Behavioralna perspektiva (ponašanja) vodi računa o vremenu i redosledu po kome su aktivnosti pokrenute, kao na primer petljama, grananjima unapred i unazad, o redoslednosti i istovremenosti, kao i na donošenje odluka.

Organizaciona perspektiva vodi računa o mestima sa kojih su elementi procesa pozvani i učesnicima koji su ih pozvali, o lokacijama na kojima se elementi procesa izvršavaju, kao i na distribuciju odgovornosti za izvršavanje procesnih aktivnosti. Glavni fokus je ovde na učesniku koji može biti organizaciona jedinica, osoba, oprema ili softver.

Informaciona perspektiva se tiče sredstava koja su preneti, konzumirana i proizvedena od strane elemenata procesa. Resurs može biti tradicionalan, kao na primer proizvod, ili informatički, kao na primer podatak.

Da bi meta model bio generički, odnosno opšti, on mora da predstavi osnovni koncept poslovnih procesa nezavisno od bilo kog jezika koji se koristi za modeliranje procesa. Na Slika 13 [84] je prikazan opšti meta model i njegova struktura, odnosno elementi od kojih se sastoji [85]. Ako posmatramo strukturu procesa, može se reći da proces može da ima svoje pod procese, ali sigurno ima bar dve¹³ aktivnosti koje ga grade. Isto tako, svaki proces mora da ima inicijalni (početni) događaj koji ga je pokrenuo i krajnji (završni) događaj koji ga zaustavlja. Za vreme izvršenja procesa, aktivnosti se izvršavaju po specifičnom redosledu ili istovremeno. Upravljački tok (postoje dva tipa, operatori i konekcije) definiše redosled kojim se događaji izvršavaju. Za vreme izvršavanja, aktivnost može da konzumira, proizvede ili transferiše *resurse* između *učesnika* u procesu (u zavisnosti od tipa, ICOM¹⁴ odnosno IRUN¹⁵), gde su *učesnici* agenti koji izvršavaju zadatak koji uzima/transferiše upravljanje resursom [85], dok se podaci o resursu čuvaju i opisuju entitetima.

Predložena specifikacija PDW dizajna se prostire na dva nivoa, *konceptualni* i *implementacioni*. *Konceptualni* nivo definiše koncepte potrebne za shvatanje specifikacije PDW dizajna, dok na *implementacionom* nivou se predstavljaju koncepti koji će biti implementirani u PDW.

4.5.1. Konceptualni nivo

Ovde se opisuje koncept meta modela i koraci koji se koriste za razvoj meta modela PDW-a.

Prvi korak: osnovni elementi

Informacija u DW-u je strukturirana u činjenice i dimenzije [35]. Međutim, pošto je PDW specijalni pod tip DW-a, samim time su i činjenice i dimenzije dva osnovna elementa PDW meta modela i koriste se kao početna tačka pri projektovanju meta modela PDW-a. Činjenica (*fact*) je ono što želimo da pratimo i ona je opisana dimenzijama, koje opisuju kontekste u kojima se činjenice pojavljuju, odnosno rezultate izvršavanja nekog procesa i pri čemu je činjenica mera njegove uspešnosti. Dimenzije, koje opisuju činjenice, mogu biti deljene između više činjenica (*conform-ne* dimenzije) i mogu imati jednu ili više agregacija čime formiraju agregacijsku hijerarhiju. Na taj način imamo dimenzije koje u sebi mogu da opisuju činjenicu sledećim podacima:

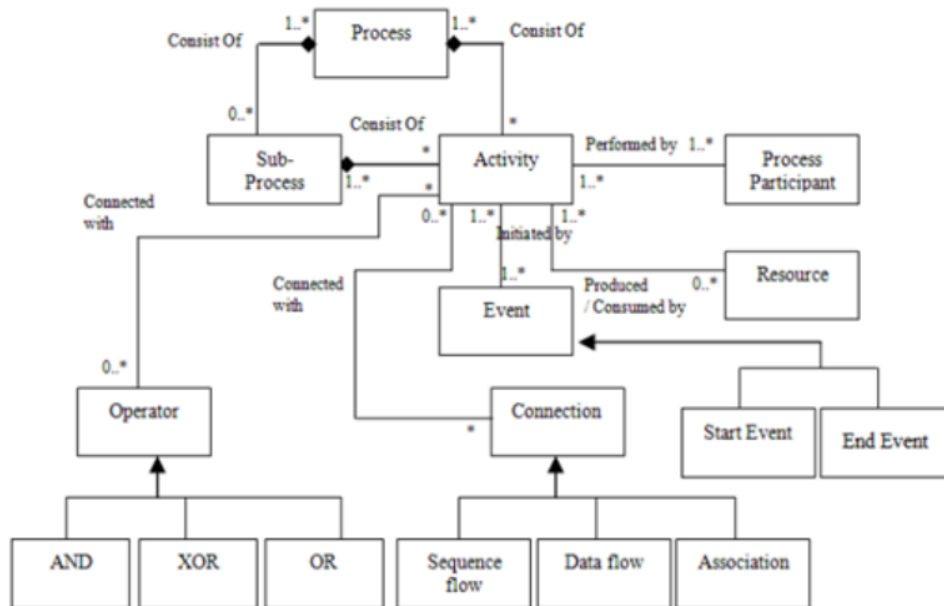
¹³ Neki autori i standardi smatraju da je dovoljna i jedna aktivnost pod uslovom da generiše neki izz

¹⁴ *Insert, Control, Output, Mechanism* na nivou promene

¹⁵ *Insert, Read, Update, Nullified* na nivou podatka unutar promene

- Proces, koji se može sastojati od pod procesa i mora imati bar dve aktivnosti,
- Učesnika u procesu, koji mogu biti aktivni i pasivni,
- Događaj,
- Vreme,
- Resurse (materijalne i informacione), i
- Lokacije.

O specifičnosti dimenzije koja se odnosi na cilj i dimenzijama koje se dinamički menjaju u zavisnosti od vremena, lokacije ili specifičnog zahteva, posebno će se diskutovati u narednim delovima ovog poglavlja.



Slika 13 Opšti meta model procesa i njegova struktura

Drugi korak: klasifikovanje mera

U okviru ovog koraka, proširuje se meta model uključivanjem četiri perspektive, i to funkcionalne, behaviorističke, organizacione i informacione. Te perspektive predstavljaju one tipove mera za koje smatramo da treba da budu obuhvaćene podacima koji se nalaze u PDW. Time smo uključili i radno kruženje u sam meta model. Na žalost, ovome se treba posvetiti potpuna pažnja, jer klasifikacija ne garantuje uključivanje svih mera koje su neophodne za analizu i unapređenje, ali je sigurno da znatno smanjuje kompleksnost analiza i parametara, jer se dobrom analizom i njihovim prepoznavanjem uzimaju u obzir ključni klasifikatori.

Posebna pažnja je posvećena nivou sa koje se posmatraju te perspektive i treba ih strogo razgraničiti, jer inače one svojim neželjenim preplitanjem mogu da izazovu dodatne neusaglašenosti kod definisanja ciljeva.

Funkcionalna perspektiva predstavlja činjenice koje su povezane sa funkcijama pozvanim u procesu, kao na primer trajanje aktivnosti ili prazni hod aktivnosti. U našem

konkretnom slučaju, u Tabela 17 je dat primer vrednosti nekih od ključnih vremena unutar procesa održavanja opreme.

Organizaciona perspektiva predstavlja činjenice koje su povezane sa entitetima u organizaciji koje u relevantne za proces, kao na primer broj tipova učesnika u procesu i mesta gde je aktivnost realizovana.

Informaciona perspektiva predstavlja činjenice povezane sa podacima, iskorišćenim objektima/resursima, transferisanim ili upotrebljenim proizvodima unutar procesa, kao na primer broj realizovanih radnih naloga, vremena realizacije, broj kvarova, broj zamenjene opreme, itd.

Behavioral perspektiva (perspektiva ponašanja) predstavlja činjenice povezane sa događajem koji je pokrenuo aktivnost, redosled izvršavanja aktivnosti, vremena ciklusa, anomalijskim ponašanjima, putanjama, izuzecima, tj. praznim hodom između aktivnosti i vremenima čekanja.

Treći korak: klasifikacija dimenzija

Kao sledeći korak u dizajnu, uključuje se opšti meta model procesa u cilju definisanja tipova warehouse dimenzija baziranih na elementima meta modela poslovnih procesa. Pored ovih, dodaju se lokacijska i vremenska dimenzija u cilju obezbeđivanja vremenski zavisnih karakteristika warehouse-a i čuvanja informacija o mestu u sistemu gde je proces izvršen. Ako se posmatra vremenska dimenzija, ona je neophodni i obavezni element u svim DW modelima, a isto tako i u PDW. Vremenska dimenzija obično obuhvata (kod DW-a) vreme nastanka izmerene vrednosti kao rezultata nekog procesa. U PDW, ona se proširuje i vremenima koji se odnose na željene vrednosti, kao i na vremenske raspone koje ukazuju na validnost koji se odnosi na željene vrednosti cilja.

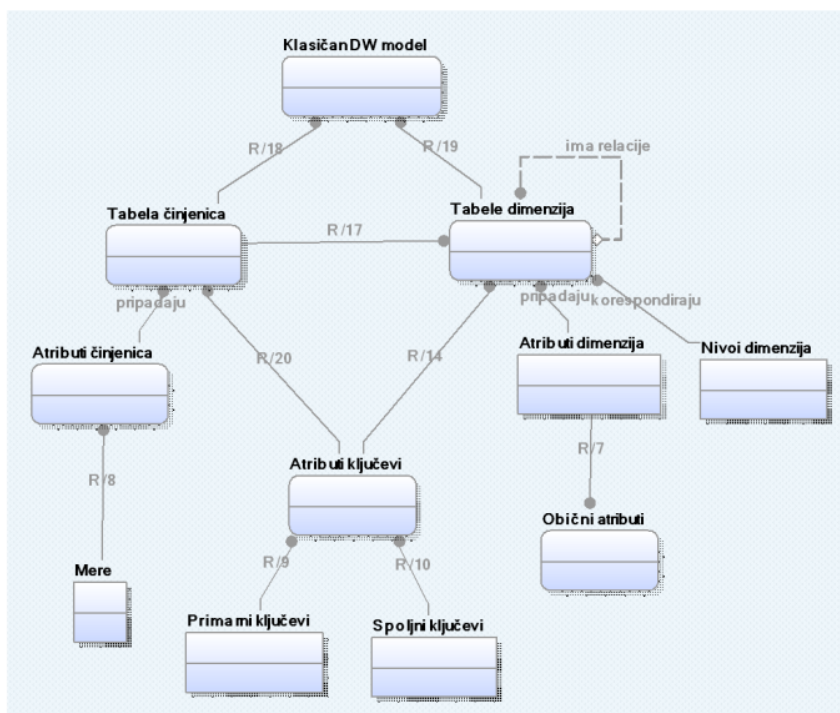
Po definiciji, proces je sastavljen od skupa aktivnosti. Zbog hijerarhijskih aktivnosti i veza između procesa i aktivnosti, oni zajedno formiraju dimenzije aktivnosti PDW-a. Koncept događaja iz meta modela poslovnog procesa je direktno dodat kao dimenzija, gde su dve podklase (informaciona i materijalna, opipljiva) namenjene uobličavanju koncepta resursa. Na osnovu poređenja i procene postojećih pristupa, da informacioni resursi nisu modelirani u većini postojećih pristupa, pristupilo se definisanju pod klase da bi se naglasila dva glavna tipa resursa.

Po istom principu su generisane i dve druge pod klase (pasivne i aktivne) koje su također definisane kao učesnici, gde je aktivni učesnik u svojoj klasi onaj koji je odgovoran za pozivanje aktivnosti, dok je pasivni onaj koji nije odgovoran za pozivanje aktivnosti, ali je uključen i može ili ne mora da učestvuje u aktivnost. Tako na primer, serviser koji izvodi popravak je aktivni učesnik, dok je bankomat koji se popravljiva pasivni učesnik (kao što su i službenik obezbeđenja i radnik u banci). Radnik obezbeđenja jeste uključen u popravak bankomata (ako se bankomat otvara), ali nije direktno uključen u proces popravka bankomata.

U ovom modelu, identifikovane su klase dimenzija, međutim, za generisanje dimenzija koje su zavisne od pojedinih slučajeva, korisnik može da izgradi nekoliko dimenzija izvan one osnovne i/ili da spaja više dimenzija u jednu. Slično činjenicama, klasifikacija dimenzija ne garantuje kompletan skup dimenzija, međutim može da posluži kao vodič za identifikaciju dimenzija, pojednostavljajući postupak identifikacije dimenzija i samim time da pridonese preciznijoj listi dimenzija.

4.5.2. Nivo implementacije

Pri konceptualizaciji meta modela, koriste se relacije između elemenata koje se implementiraju u formi tabela i relacijama između njih. Tabele koje su kreirane su tabele činjenica i tabele dimenzija, ali u ovoj fazi nisu definisani načini njihove implementacije. U okviru ovog nivoa definiše se sam koncept kojim će se izvršiti implementacije. Pošto je PDW koncept multidimenzionalan koncept, PDW se samim time sastoji od tabela činjenica i tabela dimenzija, kao i relacija između njih.



Slika 14 Implementacioni nivo meta modela za PDW

Tabela činjenica se sastoji od dva tipa atributa, mera i atributa ključeva. Mere su podaci koji ukazuju na izmerene performanse procesa i one su ključne za kasniju analizu. Atributi koji su ključevi (bilo primarni, bilo spoljni) se koriste za povezivanje činjenica i dimenzionalnih tabela. Dimenzionalne tabele sadrže drugačije tipove atributa, jer joj je namena potpuno drugačija. Dimenzionalni atributi opisuju sadržaj pojave koja je zapisana (ostvareni događaj), dok su atributi ključevi iskorišćeni za povezivanje tabela dimenzije sa tabelom činjenice. U većem broju slučajeva, dimenzionalne tabele normalizujemo da bi se smanjila redundansa, ili se spajaju dve ili višedimenzionalnih tabela sa relacijom **40** *roditelj – dete* između njih. Time je obezbeđena i funkcionalnost koja se odnosi na hijerarhiju (bez obzira da li je agregirana ili ne).

Meta model na implementacionom nivou ima neke sasvim drugačije elemente od meta modela procesa. Ovde se meta model poistovećuje sa entitetima i atributima koji su nosioci informacija o realizovanom procesu i podataka koji opisuju te vrednosti. Zbog toga se uvodi klasifikacija da bi se uveo red i da se jasno definišu elementi koji nose informacije i njihova

struktura. Specifikacija meta modela PDW dizajna na implementacionom nivou je predstavljen na Slika 14 [4]. Na konceptualnom nivou, specifikacija dizajna je opisana u Prvom koraku implementacije. Namera klasifikacije dimenzija je da smanji složenost analize procesa, pa samim time pokušav⁶⁸ da prikaže kompletnu listu dimenzija i mera. Na žalost, na konceptualnom nivou, kao što mu i samo ime kaže, projektant nije u mogućnosti da definiše konačan skup mera i dimenzija, i samim time imamo situaciju da se na implementacionom nivou mogu prepoznati neke dodatne mere i dimenzije.

Ovde se javlja vrlo važan segment iskustva projektanta i njegova sposobnost uočavanja procesa i ciljeva posmatranog sistema. Naime, u literaturi svi autori spominju mogućnost nepotpune definisanosti mera i dimenzija. U stvari, po mišljenju autora ovog rada, u pitanju mogu da budu (ukoliko se podrazumeva da je projektant iskusan i dovoljno sposoban za uočavanje procesa) samo pod procesi ili još verovatnije neke aktivnosti koje je projektant propustio da raščlanjivanjem definiše. Samim time, dolazi i do nedefinisanja nekih dimenzija i/ili mera koje tada nisu primećene, a nose informacije „zaboravljene ili nedefinisane“ aktivnosti. Zbog toga, na implementacionom nivou, ove nedefinisanosti moraju da budu u potpunosti otklonjene, inače može doći do pojave nedostajućih informacija neophodnih za analizu procesa, a samim time i nemogućnosti ispravnog eventualnog unapređenja procesa.

4.6. Procesno skladište podataka za unapređivanje i poboljšavanje procesa

Iako danas svi u svojim tekstovima naglašavaju da je „danas“ smanjenje troškova poslovanja i analiza i unapređenje procesa poslovanja „in“, to je oduvek bio osnovni i primarni zadatak svakog sistema. Zbog toga je termin poboljšavanja procesa poslovanja jako širok pojam i koriste se brojne terminologije pri njegovom opisu, kao na primer redizajn poslovnih procesa, reinženjering poslovnih procesa, kontinuirani proces poboljšavanja i unapređivanja, itd. U ovom radu se u obzir uzimaju dva tipa poboljšavanja (unapređivanja) u zavisnosti od stepena i obima promena:

- *Radikalan*, koji se odnosi na redizajn poslovnih procesa i reinženjering poslovnih procesa, i
- *Inkrementalan*, koji se odnosi na unapređivanje poslovnih procesa (poboljšavanje).

Ono što je specifično i na što posebno treba obratiti pažnju je definisanje poboljšavanja, odnosno unapređivanja poslovnih procesa. Tu se prema [86] podrazumeva nadogradnja postojećeg procesa u segmentima (delovima) unutar postojeće funkcionalnih granica. U nekim segmentima razvoja IT sistema, ovim se podrazumeva bilo kakvo nadograđivanje postojećeg sistema koje ne zahteva promenu strukturu baze podataka (tabela, polja u tabelama i slično). Tada razgovaramo o drugim (poboljšanim) tipovima izveštaja, ekranskih formi za unos i pregled i slično.

Zbog usvojene terminologije [86] ovaj se proces naziva i korak u modifikaciji procesa ili menjanju procesa. Kad je u pitanju posmatrana oblast, ovde se pod poboljšavanjem ili unapređivanjem procesa podrazumeva najmanje jedna promena u oblasti agenta (resursa ili mehanizma) koja je pridružena aktivnosti, resursu koji je pridružen aktivnosti ili izmeni procesne strukture.

Pridruženost agenta je termin koji ukazuje na aktera ili na ulogu (koju nazivamo i tip uloge) koja je odgovorna za pokretanje aktivnosti nekog procesa. To može u našem slučaju da bude zaposleni u banci, koji zove i prijavljuje kvar ili aplikacija koja prati status bankomata i automatski vrši prijavu neispravnosti. Prijava neispravnosti može biti prijavljena na više načina. Od „bojenja“ oznake bankomata na ekranu u žuto ili crveno, do slanja mejlova ili SMS poruke. Isto tako, pridruženi resurs se odnosi i na resurs (ili resurse) koji su neophodni da bi se aktivirala aktivnost nekog procesa.

Razlog za uključivanje tih dveju promena (pridruživanje agenta ili resursa) je zbog njihovog mogućeg potencijalnog uticaja na performanse aktivnosti unutar procesa, a samim time i na proces u celini. Zbog toga možemo reći da je performansa aktivnosti u direktnoj vezi sa sposobnošću agenta (resursa, mehanizma) i njegovoj mogućnosti da nesmetano pokrene aktivnost kao i od resursa koji su uključeni u aktivnost ili su neophodni samoj aktivnosti.

Treba primetiti da proces unapređenja nije proces koji se dešava jedanput i nikad više, već je to kontinuirani proces koji se u petlji ponavlja tokom celokupnog životnog ciklusa samog procesa odnosno odvijanja tog procesa, sa ciljem stalnog unapređenja i poboljšavanja. Osnovna funkcija BPMS-a je da kontroliše izvršenje procesa, zapisujući pri tome mnoštvo tipova događaja koji se dešavaju tokom procesa (odnosno one podatke koje su definisane prilikom snimanja procesa / aktivnosti) i nudi mogućnost analize na osnovnom (atomskom) nivou, kao što je pronalaženje informacija o statusu procesa ili sumarne analize o vremenima izvršenja ciklusa (radnog naloga).

Danas se mogu za te svrhe koristiti mnogi komercijalni programi ili kao alternativa, korišćenje DW-a ili tehnika rudarenja (*data mining*), pošto je analiza obično agregirani podatak o performansi i nije atomski (najniži nivo detaljnosti) podatak. Opšte prihvaćen pristup u analizi poslovnih procesa je primena tehnike poslovne inteligencije (Business Intelligence ¹⁶) koja uključuje DW, data mining, analitičke aplikacije i sve više IPA¹⁷ koncept. Jedan od načina za merenje značaja, odnosno mogućnosti adaptacije je korišćenje tehnika koje procenjuju veličinu tržišta. Rast BI tržišta je trenutno jedno od najbrže rastućih tržišta. Na primer na globalnom nivou sa 23,1 milijarde \$ 2020 na 33,3 milijarde \$ do 2025. godine¹⁸.

S obzirom na takav trend, jedan od mogućih pristupa u analizi performansi poslovnih procesa je prilagođavanje BI tehnika [87], [88]. Takve tehnike olakšavaju analitičke sposobnosti BPMS-a, korišćenjem DW-a i data mining tehnika, pa samim time postoji nekoliko razloga za korišćenje pristupa zasnovanog na DW-u u cilju kontinuirane analize i poboljšavanja poslovnih procesa. To su prvenstveno:

- BPMS sistem ima osnovnu funkciju koja se ogleda u kontinualnoj evidenciji svih događanja unutar sistema. To obavlja tako što se izmereni rezultat ili status procesa ili aktivnosti dinamički upisuje u bazu podataka. U zavisnosti od obima broja slogova, prilikom analiza takvih logova možemo da imamo poprilično problema sa zagušenjem i obaranjem performansi samog sistema, bez obzira na njegovu hardversku snagu. Zbog toga se i primenjuje koncept dualnih baza, odnosno separacija baza podataka koje služe za obuhvat podataka i baze čija je namena

¹⁶ Naziv termina je formulisao Stevan Dedijer

¹⁷ Intelli ⁴¹ Process Automation

¹⁸ [https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/social-business-intelligence-bi-market-](https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/social-business-intelligence-bi-market-1048.html)

[1048.html](https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/social-business-intelligence-bi-market-1048.html)

izveštavanje i analiza. Na taj način se izbegava njihov međusobni uticaj, kao i hibridizacija strukture takvih baza, jer se na različite načine strukturiira baza za *on line* transakcije u odnosu na bazu koja je namenjena izveštavanju i analizi.

- Pošto su zapisi događanja unutar sistema kontinualni i mogu da variraju od nekoliko zapisa u minuti, do nekoliko desetina ili hiljada u sekundi, posebno se mora voditi računa o eventualnoj agregiranosti ili izvođenju nekih operacija nad tim podacima koje idu u te *on line* baze podataka.
- Logiranje procesa obuhvata tragove o aktivnostima nekog procesa u određenom vremenskom intervalu, kao na primer nekoliko meseci. Sa druge strane, analize koje teže da budu validne zahtevaju ispitivanje rezultata odvijanja procesa u snimljenih u logove u nekom većem vremenskom intervalu. Samo na taj način je moguće utvrditi zavisnosti i eventualne anomalije u izvršavanju procesa. Zbog toga je postala nužnost da se pri takvim ispitivanjima koriste *read only* baze podataka, koje su strukturirane da bi olakšale i ubrzale takve analize.
- Posebna pažnja se posvećuje arhivskim podacima i načinu njihovog uvlačenja u izveštajno – analitički sistem. Kako je nekoliko puta napomenuto u ovom radu, arhivski podaci u najčešće smešteni izvan operativne baze. Isto tako, ako je bilo dinamičnih promena u aplikativnim rešenjima i korišćenja različitih tipova i struktura baza podataka, automatski dolazi do problema integracije tih sistema u izveštajno – analitički sistem. Zbog toga se za svaki izvorni sistem koji će biti unet i integrisan u zajednički izveštajno – analitički sistem biti neophodno pisati posebne ETL procedure, pa je samim time potpuno jasno da je posebna, izdvojena baza podataka analitičko – izveštajno strukturirana, apsolutna neophodnost.
- Prepoznavanje i analiza kompletnog procesa, a ne samo nekih od njegovih aktivnosti, u cilju prepoznavanja svih pozitivnih i negativnih dešavanja tokom odvijanja ciklusa procesa.

Procesno skladište podataka, kao podgrupa DW-a, sprema podatke o izvršenim poslovnim procesima, uključujući i informacije o učesnicima, izvršenim aktivnostima, statusu (stepenu uspešnosti) izvršenja tih aktivnosti, vremenu izvršenja i frekvenciji tih izvršenja [89] i zbog toga se može iskoristiti za analizu i poboljšavanje procesa [89], [4].

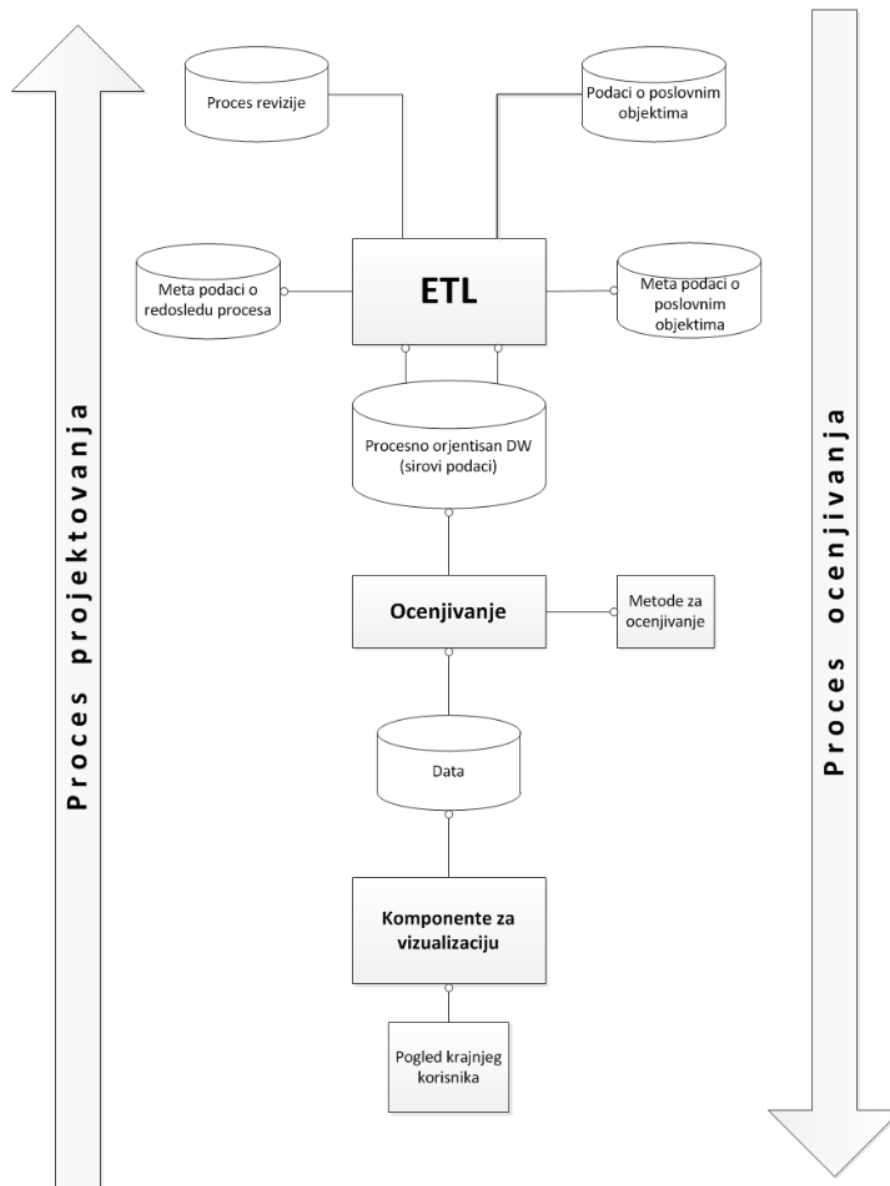
PDW se razlikuje od klasične DW baze podataka po dva glavna segmenta: strukturalnom i arhitekturnom nivou. Strukturalan nivo opisuje specifičnosti koje se odnose na dizajn podataka, relacije između njih i ograničenja na podacima. Arhitekturni nivo je skup specifikacija koje opisuju organizaciju warehouse objekata, kako oni funkcionišu zajedno i kakav je tok podataka između njih [90].

Dve ključne razlike između PDW i DW-a, a koja se proteže preko strukturalnog i arhitekturnog nivoa je sledeća:

a) DW je dizajnirana da podrži subjektivno orijentisane analize (u ovom slučaju ili prijavu, ili defektažu ili samo radne naloge), dok je PDW dizajnirana da podrži analizu poslovnih performansi kompletnog procesa, kao što joj i ime kaže,

b) DW se popunjava iz operativnih izvora koji se zovu i transakcioni procesni sistemi (OLTPS), dok se PDW popunjava izvršenjem poslovnih procesa i informacijama koje su vezane za kompletan posmatrani proces.

Dijagram arhitekture PDW je prikazan na Slika 15 [91].



Slika 15 Arhitektura Procesnog skladišta podataka

4.6.1. pristupi analizi i unapređenju poslovnih procesa

Danas je analiza i unapređenje poslovnih procesa prioritet savremenih organizacija i postoji obilje literature i studija slučajeva, koji opisuju ovu problematiku (od mini kompanija do multinacionalnih korporacija), koji se stalno ili unapređuju ili se pronalaze novi. Da bi se izvršilo prepoznavanje njihovih prednosti i nedostataka, odnosno pronašla prava primena za

postojeće procese, obavljena je njihova klasifikacija i grupisanje po određenim karakteristikama [92].

Rezultat grupisanja i njihovih karakteristika je ovde izneta da bi se iskoristila u cilju izbora mogućeg pristupa analizi performansi sa jedne strane i sa druge strane kao potvrda ispravnosti izabranog pristupa. Osnovne analize koje su korištene prilikom grupisanja su se bazirale na DW pristupu. Unutar tog pristupa, ključni parametar je bio procesni DW, koji je namenjen analizi poslovnih procesa, kao osnovnoj tehnologiji i metodologiji na kojoj je bio zasnovan pristup ovog rada. Korištena su tri osnovna načina pristupa, u zavisnosti od metodologije na kojoj su bazirane i to: (1) skladište podataka, (2) rudarenje po podacima (*data mining*) (3) kombinovani pristup.

Klasifikacija je rađena na osnovu usvojenog koncepta odozdo na gore (Kimball pristup), pa su samim time i korišćene studije koje su se bazirale na tom konceptu¹⁹. Koncept odozdo na gore je usvojen jer se posmatrao jedan izdvojeni podsistem i zbog toga što je u pitanju pilot projekat, ali sa potpunom funkcionalnošću. Ovaj projekat je kasnije poslužio kao osnova za realizaciju internog projekta objedinjavanja svih informacija koje se odnose na analitičke promene u glavnoj knjizi nastale kao rezultat fakturisanja u i iz službe preduzeća, a kasnije i za projekat na nivou sistema kompanije Energoprojekt Holding a.d. koji je prikupljao i obrađivao informacije vezane za analitičke promene u glavnoj knjizi svih zavisnih preduzeća (9 preduzeća) i ino kompanija (preko 30).

4.6.1.1. Pristup baziran na procesnom skladištu podataka

Izvršavanje svakog procesa (kao i aktivnosti unutar procesa) iza sebe ostavlja zapis u nekom formatu (od usmenih, kada nije bilo papira, do najsavremenijih multimedijalnih zapisa u ne strukturanim i *Big Data Base* sistemima). Te zapise u oblasti upravljanja procesima, kao i u oblasti informacionih tehnologija, možemo da nazovemo *log* ili zapis.

Ono što je problematično, što zahteva filigransku preciznost i što je osnova za sve što sledi posle tog procesa je proces ETL-a [93], nakon koga se podaci prerađeni na taj način prebacuju u centralni *repozitorijum*, koga nazivamo (u ovom slučaju, u našem usvojenom primeru i odabranoj metodologiji) procesno skladište (*Process Warehouse*) ili procesno skladište podataka (*Process Data Warehouse*, PDW).

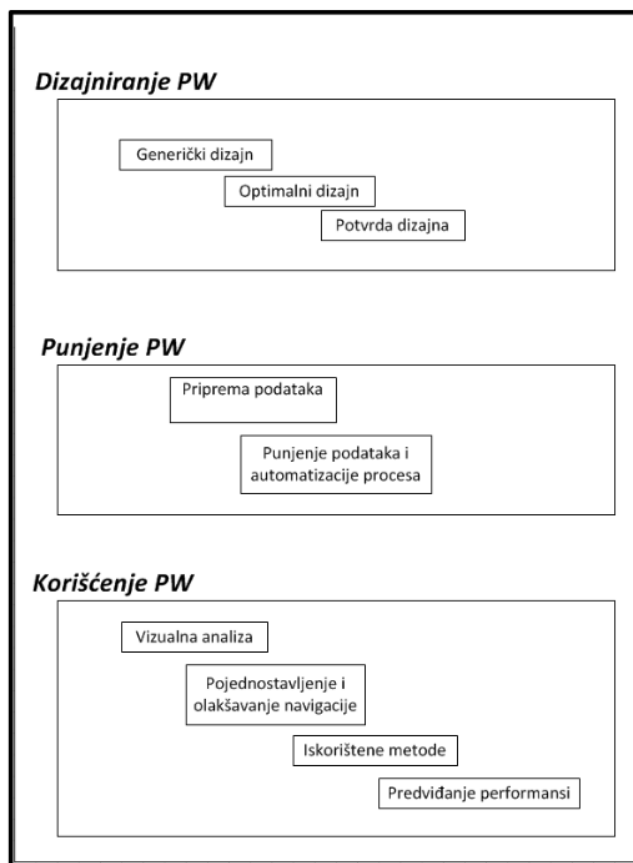
Za razliku od osnovne baze, iz koje smo preuzeli podatke i koja je okrenuta ka brzom upisu, podaci iz ove baze su prvenstveno namenjeni brzom čitanju, odnosno ona je (uslovno) *read only*. *Read only* zato što je primarna funkcija ovako strukturane baze podataka da obezbedi brzu pretragu i dobijanje informacija, mada je za nju isto tako bitna i brzina kojom se podaci pune i osvežavaju i kada baza radi kao standardna baza tipa *read*, *write* ili *update* (u toku *batch* obrada kada baza nije opterećena, obično noću). Ta analitička baza se koristi kao osnova kod sistema za odlučivanje. Baza je procesno orjentisana, a osnovna namena je da omogućiti, olakša, unapredi i ubrza procesa analize, unapređenja i predviđanja (*what if*). To obezbeđuje analizu informacija o izvršenju analizirajući kvalitet, efikasnost i pravovremenost, da bi se utvrdila zagušenja i predvidela bolja i jeftinija izvršavanja procesa [89].

Osnovne faze u kreiranju svakog DW-a, pa i PDW, su bazirani na sledećim postupcima, prikazanim na Slika 17.

¹⁹ Pristup od gore na dole zagovara W. Inmon

Projektovanje PDW, koji se sastoji od opšteg dizajna, optimalnog dizajna i na kraju potvrde kvaliteta i optimalnosti samog dizajna. Autor ovog rada je imao iskustva sa generisanjem raznih DW baza podataka (sa malim brojem slogova, ali zato vrlo kompleksnih u delu ETL-a, do izuzetno velikih, od nekoliko stotina miliona slogova, ali zato vrlo jednostavnih sa stanovišta ETL-a).

Punjenje PDW, koji se sastoji od prepoznavanja podataka kojima će se puniti DW; pripreme podataka kojima će se izvršiti punjenja, uz vrlo precizno definisanje tog procesa i utvrđivanje frekvencije i redoslednosti svih aktivnosti unutar procesa. Naročito je bitno utvrditi tipove održavanja dimenzionalnih tabela, pravilnim korišćenjem načina punjenja, odnosno znavljanja podataka unutar tih tabela primenom jednog od Type 0 do Type 7 načina održavanja.



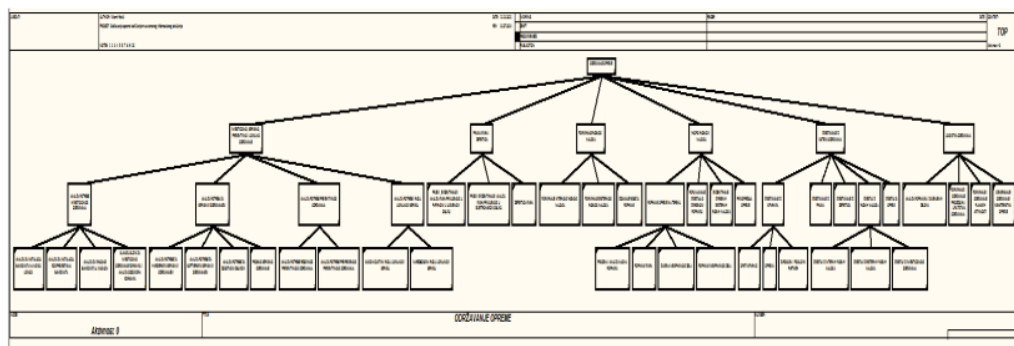
Slika 16 Dijagram stabla dekompozicije procesa održavanja opreme

Korišćenje PDW, koji se sastoji od vizualne analize podataka i njihove strukture, pojednostavljenja korišćenja samog PDW, analizi korišćenih metoda i predviđanja performansi. Ovaj segment je interesantan, jer korisnik obično ne vidi prva dva koraka i njegov fokus je na ovom trećem. On koristi podatke, i ako je napredniji korisnik, čak zna i strukturu podataka, što mu dozvoljava da se „igra“ sa njima, i najvažnije mu je da određene informacije dobije u što kraćem vremenskom periodu i da su podaci tačni. Naime svi korisnici su obično poprilično

frustrirani brzinom dobijanja izveštaja iz postojećih OLTP sistema, jer ih obično na kraju dobiju „kad im više nisu potrebni“ ili su podaci toliko „bajati“ da su neupotrebljivi.

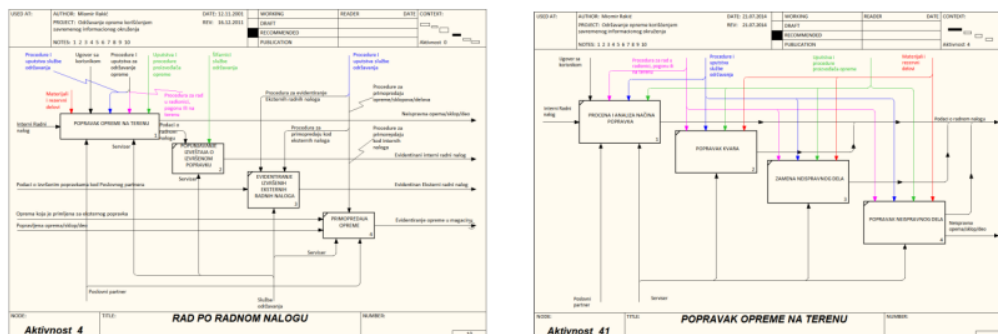
Projektovanje PDW

Ova podkategorija opisuje specifikaciju PDW sadržaja (dimenzije i činjenice) i veze između njih [89], [94], [95], [4]. Potrebno je napomenuti da jedan te isti proces može imati različite opise, a sve u zavisnosti od perspektive sa koje se posmatra, jer svaki može imati drugačije zahteve i opisuje procese sa različitog nivoa pogleda.



Slika 17 Osnovne faze u kreiranju DW

To je naročito bitno kod slučajeva kada se određena aktivnost unutar procesa delegira nekoj drugoj kompaniji. Slika 18 prikazuje suženi pogled, odnosno pogled koji imaju zaposleni i rukovodiocu unutar sektora održavanja, a odnosi se samo na nivo realizacije radnog naloga.



Slika 18 Suženi pogledi na nižem nivou perspektive

Kod korišćenja PDW, preporučuje se korišćenje opšteg, neutralnog dizajna, koji se bazira na tome da su merljive analize i ciljevi, koje su nastale kao zapis tokom izvršenja procesa nezavisne i samim time imaju upotrebnu vrednost i nakon eventualnih promena specifikacije procesa ili promena koje se javljaju pri njegovom izvršavanju. Vrlo važan faktor pri dizajniranju PDW je neophodnosti fokusa na poslovnoj orijentaciji i ključnoj nameni sistema, a to je njegova integracija sa poslovnim ciljevima i analizi ispunjenosti ili dostignutost tih poslovnih ciljeva [60].

Posebna pažnja je posvećena čestim suprotstavljenim konceptima koji se odnose na primenljivost direktne implementacije. Kod direktne implementacije postavlja se pitanje da li

je opravdano odmah definisati klase dimenzija i činjenica ili to „odraditi“ preko konceptualnog, pa logičkog, pa onde fizičkog nivoa, odnosno postepeno i po fazama. Sa jedne strane to zavisi od iskustva projektanta, a sa druge strane i striktnog poštovanja teorije i definisanih koraka koje propisuje teorija [89], [60].

Dobar deo tekstova koji je dostupan na internetu i preko objavljenih studija se bavi problematikom strukture PDW, prepoznavanjem i identifikacijom optimalne specifikacije dizajna PDW-a, odnosno koje su to potrebe ili elementi neophodni da bi se mogla izvršiti analiza uspešnosti procesa. U tim tekstovima fokus je na metodi dizajniranja PDW kojim se prikupljaju samo oni elementi koji se odnose na poslovne ciljeve, odnosno na željeni rezultat kome proces teži ili je postavljen. Zbog toga, da bi se izvršilo pravilno prepoznavanje koje su to mere uspešnosti potpunog i pravilnog modela PDW, pošlo se od osnovnog, a to su ugovorne obaveze koje su definisane u Ugovoru između servisne kompanije i banke, kao prvi osnovni cilj i drugim ciljem, a to je šta je najprofitabilnije za servisnu firmu.

Zbog toga imamo proces koji se sastoji od tri faze: CILJ → PITANJE → INDIKATOR. Na primer, cilj je *up time* bankomata koji je veći od 95%. Pitanje, je da se iz postojećih podataka izvrši analiza i dobije odgovor koliki je % u ovom trenutku (ili u određenom intervalu). Indikator je da li smo OK ili NOK u odnosu na postavljeni cilj. Za razliku od utvrđivanja ispunjenosti ciljanih vrednosti, postoji drugi element (koji je u stvari prvi u procesu obrade podataka) kod ETL procesa, a odnosi se na prepoznavanje validnih podataka. Neki autori [4] u svojim radovima ukazuju na problem uzimanja nevažnih podataka iz operativne baze podataka. Tada je moguće da se od silne količine podataka ne mogu prepoznati, odnosno preciznije, generisati validne informacije i samim time, rukovodstvo može biti dovedeno u zabludu pri donošenju odluka. Iz iskustva, ukoliko je model procesa dobro definisan i ukoliko su dobro definisani podaci koji ulaze/izlaze/ili se transformišu, onda nema sumnje u prepoznavanje validnosti informacija.

Mnogo je veći problem da postojeći procesi ne ostavljaju zapise i delove podataka koji su neophodni za pravilan obuhvat atributa nekog procesa i može javiti kada su postojeće aplikacije šturo ili loše projektovane, pa samim time, nedostaju određeni podaci koji su potrebni za pravilno opisivanje procesa. Ovo je slučaj kod ovde prikazane analize, jer nismo u mogućnosti da utvrdimo uzroke prekoračenja vremena izlaska na teren. Drugi je slučaj kada imamo više aplikacija koje ostavljaju zapise koji se preklapaju, a odnose se u ovom slučaju na *up time* bankomata. Npr. posebna aplikacija zapisuje datum i vreme koje se odnosi na redovan izlazak na preventivno održavanje bankomata – opreme. Mogu da ostave za istu situaciju nekonzistentan zapis.

Ovaj problem može da se javi zbog i veličine samog PDW-a i moguće pojave nepravilnog korišćenja. Ovo jeste problem, ali se rešava pravilnim izborom metode i metodologije za analizu procesa i iskusnim projektantom. Ukoliko projektant nije iskusan, onda se treba bukvalno držati svake zapete usvojene metodologije, ali i znati sve mane, nedostatke i ograničenja usvojene metodologije kojom se radi analiza procesa. Ovo je vrlo važno i objašnjeno je u nastavku rada, da iako je cilj ispunjen, njegova ispunjenost je imala očito neke negativne konsekvence na rad i uspešnost rada samog servisa.

Analizom literature uočeno je da autori u svim dosadašnjim tekstovima i analizama spominju samo podatke koji se odnose na blagovremeno izvršavanje procesa, efikasnost u izvršavanju procesa itd., **dok uopšte ne spominju granične vrednosti i ispunjenosti ciljeva i pod ciljeva, odnosno parametre na osnovu kojih se može izvršiti analiza odstupanja od**

određenih graničnih vrednosti u određenom vremenskom intervalu. Naime, isti cilj ne mora da bude validan u svim posmatranim vremenskim intervalima. Na primer, imamo konkretnu situaciju pri održavanju bankomata u Crnoj Gori, na Primorju, gde je od krucijalne važnosti da se leti izlazak na teren i otklanjanje kvara odvija u mnogo kraćem vremenu nego što je to zahtevano u drugim godišnjim dobima. Isto tako, vrlo je bitno da bankomati određenih dana, kada su na primer isplate plata ili penzija rade što je moguće u većem pogonskom režimu, da klijenti banke ne bi odlazili na bankomate druge banke, jer sem što su klijenti nezadovoljni i naplaćuje im se provizija također i banka plaća drugoj banci uslugu podizanja gotovine. U tim periodima, bilo da se radi o Srbiji ili Crnoj Gori, serviseri imaju drugačije planirana dežurstva, odnosno tada se smanjuje broj aktivnosti u lokalnom servisu da bi serviseri bili slobodni u slučaju potrebe za nekom hitnom intervencijom.

Struktura PDW je malo istražena i razjašnjena u postojećoj literaturi. Naime, možemo reći da PDW struktura ima tri segmenta:

1. Segment u kome se nalaze slabo promenljivi podaci i koji su prikupljeni iz operativnih baza koje u realnom vremenu prate izvršavanje procesa (šifarnici, ...),
2. Segment u kome se nalaze dinamički podaci koje prikuplja operativni proces koji prati izvršavanje procesa u realnom vremenu i podaci o tim stanjima i činjenicama o izvršenju procesa se upisuju u ovaj segment PDW,
3. Segment koji se „ručno“ popunjava ili koji se prikuplja iz drugih eksternih izvora. Tu se podrazumevaju na primer podaci iz ugovora, ali isto tako i hidrometeorološki podaci, podaci o državnim i verskim praznicima, podaci o kulturno umetničko sportskim događanjima i slično.

Do sada se jako retko moglo naći u bilo kom obliku i na bilo kojoj poziciji vrednosti koje se odnose na ispunjavanje ciljnih uslova, rasponi tih ciljeva i vremenska ograničenja važenja. Na primer, željene performanse, definisane tim ugovorima se koriste za analizu procesa i one se smatraju graničnim vrednostima, odnosno željenim ciljevima i one su ključni parametri u određivanju uspešnosti funkcionisanja procesa i ostvarivanja njihovih uloga.

Druge studije pokušavaju da usklade PDW dizajn sa specifikacijom procesa, sa strukturom ili sa specifikacijom aktivnosti, koja je orjentisana na njen tok [95], podrazumevajući da je u pitanju definisanje istovremenosti i redoslednosti aktivnosti unutar procesa.

Usvojena je teza da se životni ciklus procesa sastoji od 4 stanja:

- Specifikacija procesa,
- Implementacija izvršenja,
- Monitoringa tog istog izvršenja, i
- Analize procesa.

Veze između tih stanja su nedovoljno definisane zbog nedostatka sinhronizacije između stanja, pa samim time nije moguće definisati koji se element procesa može analizirati i samim time iskoristiti za unapređenje performansi procesa. Da bi se umanjili uticaji tih nedostataka, određeni autori [95] propisuju pravila zasnovana na metodi specifikacije poslovnog procesa kroz detaljno specificiranje PDW dizajna. Metoda se sastoji od 8 pravila transformacija²⁰ čiji

²⁰ Action rule 1–snowflake creation;

se ulazi i izlazi definišu i ilustruju primerima. Međutim, metoda generiše samo dimenzije, tj. ne generiše sumarne attribute zvane činjenice. Drugi autori smatraju da je specifikacija procesnog modela i specifikacija dizajna PDW (višedimenzionalnog modela) rezultat suprotstavljenih ciljeva i nekompatibilnosti da dve specifikacije mogu da kreiraju vrednost sume koja prevazilazi vrednost njihovih delova. Zato je trebalo primeniti novi pristup u cilju približavanja te dve specifikacije, što na žalost nije jednostavno. Zbog toga je iskorišćen pristup gde je korišćenjem procesa analize i generisanja novog rešenja, detaljne razrade šeme procesnog modela i upotrebom vertikalnih i horizontalnih dekompozicija izvršeno približavanje te dve specifikacije odnosno tumačenja PDW-a, uz detaljnu specifikaciju podataka, njihovih tipova i međusobnih veza.

Vertikalnom dekompozicijom su prepoznati elementi procesa, gde se pod tim podrazumevaju sistem, stanje i događaj, dok se horizontalnom dekompozicijom vrši prepoznavanje dimenzionalnih karakteristika činjenica, odnosno prepoznavanje njihovih atributa i strukture, odnosno hijerarhije.

Popunjavanje PDW podacima iz izvornih baza podataka

Pošto je u prethodnom poglavlju pojašnjen pristup dizajniranja strukture PDW i elaborirani činioci za i protiv koji se odnose na ³⁷ alitetan dizajn, u ovom poglavlju će se dati osnovni pregled pristupa popunjavanja PDW podacima koji se nalaze u izvornim bazama podataka. U ovom konkretnom primeru, koji je iskorišćen za izradu ovog rada, postoje u suštini tri izvora podataka na osnovu kojih se puni PDW.

Prvi je izvorni sistem, gde je baza podataka struktuirana poštujući u najvećoj meri principe relacionog modela i 3NF (normalna forma), zatim, kao drugi je uzimanje podataka iz tabele ⁶ se odnosi na vreme, gde se deo podataka unosi aplikativno, a deo ručno, i kao treći, određeni podaci koji se odnose na Ugovor i uslove koji se do sada nisu koristili u operativnom sistemu, odnosno nisu se koristili pri operativnom izveštavanju iz sistema za obuhvat podataka o realizovanim radnim nalogima.

Procesi koji popunjavaju bazu podataka podacima se delimično oslanjaju na alate i tehnologije koje koriste korisnici sistema, kao na primer OLAP, data mining itd., a koji se koriste u okviru analize procesa kod procesnog warehouse-a.

PDW može u potpunosti da iskoristi pozitivna iskustva predstavljena studijama i prikazana u literaturi koja se odnose na grafički prikaz procesa i aktivnosti. Time se obezbeđuje grafičko predstavljanje procesa što omogućava vizualnu analizu procesa uz dodatnu vizualnu analizu podataka koji su sastavni deo tih procesa i koji se u literaturi nazivaju data driven. Na žalost, postojeća rešenja su vezana za proizvodna okruženja i ovaj rad je prvi iskorak u ovoj oblasti koja se odnosi na održavanje opreme.

Action rule 2—dimension creation;

Action rule 3—organizational dimension creation;

Action rule 4—data-related dimension creation;

Action rule 5—basic dimension creation;

Action rule 6—fact attribute creation

;Action rule 7—dimension attribute creation;

Action rule 8—keys and navigational attribute creation.

Podskup pristupa je da se olakša procesna analiza pojednostavljuvanjem navigacije kroz sam PDW [60] [4]. U nekim slučajevima, kod obimnih (u smislu broja dimenzionalnih tabela) PDW-a i zbog nedostatka efikasnog načina njihove upotrebe, poslovni korisnici ne mogu da upravljaju dimenzijama da bi jasnije opisali, a samim time i identifikovali relevantne podatke koji se odnose na problem, na zadovoljavajući i efikasni način. Rezultat toga je da nema pravilne analize procesa, a samim time i nema ni analize i eventualnog unapređenja samih analiziranih procesa. To je zbog toga jer su korisnici naviknuti na poslovnu perspektivu pri analizi procesa i samim time prilično su daleko od mogućeg direktnog iskorišćavanja podataka koji su na sirovom nivou, a koji se nalaze u skladištu podataka.

Da bi se izbegla ta zamka, treba se okrenuti projektovanju baziranom na poslovnim procesima i poslovnoj orijentaciji. Zbog toga, novo dobijena mogućnost koja korisniku obezbeđuje direktno logičko povezivanje podataka sa procesom koji direktno obavlja, omogućava umnogome pojednostavljuvanje analize procesa, čija mu je funkcionalnost razumljivija. Taj princip je bio nemoguć korišćenjem starih, operativnih baza podataka koje su bile orijentisane na jedan određeni događaj ili pojedini segment poslovanja (aktivnost). Kao primer može se navesti pojedinačne informacije o radnom nalogu, ili o defektaži, ili o prijavi kvara, kao i o parcijalnoj informaciji o ugrađenom delu. Poenta je povezati na pravilan način sve te podatke u jednu smislenu celinu, koja se zove proces održavanja, odnosno popravak prijavljenog kvara. Taj proces počinje prijavom kvara, pa preko defektaže i radnog naloga se završava otklanjanjem samog kvara. Unutar toga postoje i drugi parametri, kao što su ugrađeni delovi, pa eksterni radni nalozi koje obrađuje naš poslovni partner, itd.

Neki autori su pokušali da to ublaže upotrebljavajući tzv. upotrebnu metodu (*usage method*) [4]. Iako je PDW u upotrebi već neko vreme, još uvek nije široko prihvaćen jer ne postoji univerzalni metod koji objašnjava primenu PDW za analizu, a samim time i poboljšavanje procesa. To ograničava broj korisnika koji mogu da koriste PDW za analizu, a samim time i unapređenje procesa.

Zbog toga, ovaj rad vodi korak po korak kroz aktivnosti analize poslovanja u cilju identifikacije ciljnih performansi koje nisu dostignute, a koje su rezultat izvršavanja procesa. Isto tako, on će praktično pokazati upotrebljivost tih analiza, kao i rezultate određenih analiza koje se odnose na celokupan proces, uz mogućnost analize svakog pojedinog segmenta tog procesa. Ovo olakšava dijagnosticiranje poslovanja i samim time slabosti unutar procesa koje izazivaju određene probleme.

4.6.1.2. Pristup baziran na rudarenju po procesima

Rudarenje po procesima (*Process mining*²¹) je nastao kao rezultat izvršavanja procesa i njegovih aktivnosti, a rezultat tog procesa je zapisan unutar logova. Specifičan je po tome što delimično omogućuje pogled **unutar procesa** na različitim nivoima apstrakcije. To omogućava opisivanje realnosti odvijanja procesa i obezbeđuje analizu njihovog ponašanja u cilju identifikacije povremenih međusobnih uslovljavanja i uskih grla.

²¹ Rudarenje po procesima, od *data mining*, rudarenje po podacima, je proces u kome se rudari po procesima / podacima, bez unapred direktno definisanog i očekujućeg cilja. Tim procesom, nelogični ili podaci koji nisu u nekoj korelaciji se na određeni struktuirani način međusobno povezuju prikazujući i dajući vrednost iz tih ne struktuiranih podataka.

Proces mining se deli na dve podgrupe i to procese pred procesiranja podataka i procese rudarenja. Pojedine studije detaljno se fokusiraju na aktivnosti pripreme podataka, odnosno pred procesiranja podataka za rudarenje procesa, koje zavisi od tipa i formata ulaznih podataka, gde većina njih predlaže konvertovanje formata ulaznih podataka u generički XML²² bazirani format, koji je specijalno razvijen za procesno rudarenje. Taj format se zove *Mining XML*, odnosno skraćeno MXML, koji je praktičan za spremanje log podataka neophodnih pozivanje procesnog mining-a. Desetine studija koje izučavaju *proces mining*, sublimirale su četiri osnovne grupe procesnog rudarenja koje koriste log događanja kao ulaz, i to istraživanje procesa, dodatne perspektive, provere usaglašenosti i unapređenje.

Istraživanje procesa. Uzima log događanja i na osnovu njega proizvodi procesni model koji predstavlja stvarno izvršeno ponašanje procesa. Neke studije u tu svrhu koriste *α -algoritam*²³, dok drugi autori koriste saznanja iz samog poslovnog domena i pravila poslovanja i kroz nekoliko tragova uspevaju da izvuku ponašanje procesa u cilju izgradnje modela procesa. Na primer, često se koristi u oblasti IT, pri analizi rada aplikacije ili nekog segmenta aplikacije koja ostavlja ili dira podatke u bazi. Postoje mogućnosti koje koriste DBA, da analizom logova koje sama baza podataka ostavlja iza sebe, DBA utvrdi kako radi aplikacija. To radi tako da evidentira komande koje pristupaju bazi podataka (*select, insert, update i delete*) i na osnovu njih daje tačnu analizu kako funkcioniše aplikacija.

Iako se u literaturi stalno pominje log, kao zapis o odvijanju procesa, ono što niko ne pominje je u kolikoj meri taj zapis u logu čini % ukupnog odvijanja procesa. Naime, jedan proces može biti pokriven jednim aplikativnim rešenjem, ili sa više aplikativnih rešenja. U prvom slučaju imamo jedan log, a u drugom imamo više logova, za svako aplikativno rešenje jedan (ili čak i više). Ono što je ključno pitanje i ključni problem je kako više logova, različitih struktura integrisati u jedan, a onda taj integrisani povezati sa ograničenjima i ciljem koji proces treba da realizuje.

Isto tako postoje i dodatne perspektive koje istražuju procesni model koristeći log događanja zajedno sa dodatnim osobinama aktivnosti. Osim toga mogu da se ubace i mustre tokova procesa koje omogućavaju iterativno istraživanje modela tokova poslova.

Provera usklađenosti i unapređenje upoređuje izmodelirano ponašanje procesa sa posmatranim ponašanjem u cilju identifikacije sličnosti i različitosti između modela. Polazna tačka za proveru usklađenosti svih eksplicitnih procesnih modela procesa koji opisuju procesni model kao i log događanja koji je napravljen unutar sistema.

Ova metoda je interesantna jer se često koristi pri sledećim slučajevima:

- Kada se radi analiza postojećeg sistema, odnosno kada se radi snimanje procesa kako se radi sada, na operativnom nivou (*as-is*). Nakon toga, obično drugi tim radi projektovanje željene strukture procesa i aktivnosti unutar procesa (*to-be*). Tada se „preklapanjem procesa“ (lejerisanjem) vrši poređenje procesa i definišu tačke unapređenja.
- Drugi slučaj je kada imamo postojeće procese koji su „pokriveni“ aplikativnim rešenjem sa kojim nismo zadovoljni. Pre kupovine novog aplikativnog rešenja, potrebno je izvršiti snimanje funkcija koje to novo aplikativno rešenje ima, preneti

39

²² *Extensible Markup Language*, standardni skup pravila za definisanje formata podataka u elektronskoj formi

²³ Algoritam (alfa ili α algoritam) koji se koristi pri utvrđivanju uzročnosti iz skupa sekvenci ili događaja

ih u procesno okruženje i izvršiti njihovo preklapanja. Tada se pri procesu preklapanja uočavaju slaba mesta novog aplikativnog rešenja i donose odluke o adaptaciji postojećih procesa ili usaglašavanjem tog novog aplikativnog rešenja. Kad su u pitanju svetski priznata rešenja, u skoro 100% slučajeva, radi se izmena postojećih poslovnih procesa i njihovo usklađivanje sa funkcijama i procesima novog rešenja (SAP, *Oracle Financial*, *Microsoft Navex*, *Microsoft Dynamics 365 Business Centar*, SCALA, ACCPAC i slično...).

Ovom konceptu treba dodati još jedan aspekt, koji je već prethodno dotaknut u ovom radu. To je primer da pojedini procesi rade dobro, izvrsno! Čak i skoro na granici nemogućeg! **Tada ne pričamo o unapređenju, nego o korekciji procesa** (odnosno „unazađivanju“ procesa).

U tim slučajevima, kada proces funkcioniše „pre dobro“, nije problem u samim procesima, već u određenim analizama koje će omogućiti da se dosadašnje aktivnosti i procesi unaprede u smislu da nakon analiza rezultata realizovanih procesa, poboljšamo realizaciju cilja bez promene samih procesa i aktivnosti ili da povećamo profitabilnost rada službe održavanja. Na primer, proces redovnog održavanja opreme se u zavisnosti od ugovora sa bankom, može odvijati na 6 meseci, 4 meseca ili tri meseca i to nije moguće promeniti. Ali, analizom kvarova, može se prilikom redovnog održavanja (koje se obavlja potpuno korektno) dodati preventivna zamena nekog dela ili preventivno čišćenje nekog dela ili nastojati kod sledećeg ugovora smanjiti broj preventivnih održavanja, itd. Ovi zahtevi za korekcijom procesa, nisu nastali kao rezultat lošeg rada, nego dodatne analize koja je rezultovala predlogom da se proširi ili promeni skup radova na bankomatu.

Isto tako, imamo situaciju, da nam se neki bankomati ne kvare, godinama. Da na njima čak ni ne radimo redovno održavanje. Da na nekima radimo samo redovno održavanje u redem vremenskom intervalu nego što je propisano. „Potrefilo“ se da im je kvalitet izuzetan. Znači ovde idemo na unazađivanje („korekciju“) procesa, izbacivanjem određenog skupa aktivnosti unutar nekog procesa, iako su nam takvi bankomati na 100% raspoloživosti.

O svim ovim elementima se mora voditi računa kod analize i unapređivanja poslovnih procesa.

5. Analiza naučnih radova

Pri izradi ove teze pretražene su javne i dostupne baze kao što su: ⁴ *Springer, Sciencedirect, ACM DL, EBSCO, Wiley, Inspec, IngentaConnect, Tandfonline, Emerald i IEEE*. Na žalost, do nekih materijala i radova nije se moglo doći jer su im cene otkupa za naše uslove neprimerene. Sva pretraživanja, koja su rađena preko Interneta su se zasnivala na pretrazi određenih ključnih reči, kao što su *Business Process Management, IDEF, UML, Process Analysis, Workflow, Balance Score Cards, Performanse i Execution Analysis, Business Intelligence, KPI (Key Performance Indicators)*, itd. Ispostavilo se da je vrlo ograničen broj raspoložive literature koja se bavi ovom problematikom, a koja je bazirana na IT pristupu, koji kombinuje poznavanje ove problematike kroz integraciju modela procesa i modela podataka.

Detaljn³⁴ je izvršen pregled nekoliko najeminentnijih časopisa iz ove oblasti, kao na primer *IBM Business Process Management Journal, International Journal of Business Process Integration and Management, International Conference on Business Process Management*, kao i veliki broj sajtova koji se bave ovom problematikom. U ovom delu pregleda su prikazani kriterijumi koji su smatrani da su ključni za kvalitetno pretraživanje, i to:

- Analizom softvera koji se bave problematikom generisanja DW baza podataka
- Analizom softvera koji se koriste pri ETL procesima transformacije, ekstrakovanja i punjenja baza podataka,
- Standardima, metodologijama, jezicima i softverima koji se bave modeliranjem procesa i modeliranjem podataka
- Literaturom koja se bavi analizom i upravljanjem poslovnim procesima,
- Raspoloživim znanstvenim radovima, člancima, studijama i ličnim razvijenim projektima od strane pisca ovog rada,
- Alatima koji omogućavaju prepoznavanje uskih grla unutar procesnih linija i njihovim razrešenjem (MS Project, Primavera, CA Clarity, ...), itd.

Projektovanje skladišta podataka, izvođenje struktura skladišta podataka iz modela poslovnih procesa, uključivanje ciljeva interno i eksterno definisanih, kao i izbor standarda za snimanje procesa je direktno pove¹ano sa sistemima za inteligentno izveštavanje, kontrolu i upravljanje poslovnim sistemima. U ovom poglavlj¹u će biti predstavlj¹eni najznačajniji radovi koji su u širem obimu korišćeni tokom izrade teze od ostalih koji se pominju u listi referenci. U prvom delu fokus je na snimanju analizi poslovnih procesa, višekriterijumskoj analizi i standardima za snimanje procesa, a u drugom na data i procesnom skladištu podataka.

5.1. Pregled literature iz oblasti analize i standarda za snimanje procesa

M. Muehlen i R. Shapiro, Business process analytics (2009)	Opis istraživanja: prikazan je pregled različitih metoda i tehnologija koje se mogu koristiti pri analizi poslovnih procesa. Posmatraju se osnovni formati i tipovi procesnih događaja kao najčešći izvori analitičkih informacija. Osim toga razmatraju se i tehnike agregacija strukture događaja, metoda koje mogu da posmatraju tok odvijanja procesa u oba smera (unapred i unazad). Rezultati istraživanja: Analiza poslovnih procesa koristi tragove koje formira BPMS infrastruktura za generisanje metrike koja logira istorijske izveštaje, komandne table u realnom vremenu i instrumente prediktivne analitike (simulacije, optimizacije, ...). Izazov u ovom procesu je infrastruktura sistema koji nije svestna procesa, ali utiče na okončavanje procesa (bez obzira na rezultat), broj ponavljanja realizovanog procesa, kao i potreba za generisanjem hiper kocki koje moraju da integriraju procesne i poslovne podatke, modele kojima će se povezati poslovne relevantni atributi ponašanja procesa i ograničenjima spoljnog okruženja.
⁴ K. Vergidis, A. Tiwari i B. Majeed Business Process Analysis and Optimization: Beyond Reengineering (2008)	Opis istraživanja: Ograničeni broj tehnika modeliranja poslovnih procesa koji pokrivaju i prepoznaju različite aspekte poslovnih procesa. Još manji broj tih procesnih modela omogućavaju kasnije kvantitativne analize, a još manji broj omogućava strukturnu sistem analizu. predstavljene su tri tehnike s obzirom na karakteristike za analizu i optimizaciju. potrebno je identifikovati koji tip modela poslovnog procesa je podesan za analizu i optimizaciju. Rezultati istraživanja: Izvršena je klasifikacija modela poslovnih procesa baziranih na matematičkim, dijagramskim i jezičkim karakteristikama. takva podela je omogućila da se izvrši simulacija po više elemenata istovremeno. Trend u procesu modeliranja poslovnih procesa je preko dijagramskih modela koji jedino vizualizuju poslovni proces. Sva tri pristupa omogućavaju okruženje za klasifikaciju pristupa analiza i optimizacija.
Daniel Amyot, Liam Peyton, Alireza Pourshahid et al Business process management with the user requirements notation (2009)	Opis istraživanja: Konstantne aktivnosti u naporu za poboljšavanje e-poslovanja korišćenjem BPM-a i alata konstantno prepoznaju nedostatke kad je u pitanju postizanje usklađenosti između poslovnih ciljeva i poslovne politike. Standard koji se odnosi na URN (User Requirements Notation) ima neke jedinstvene karakteristike i mogućnosti koje druge notacije ne podržavaju. Rezultati istraživanja: Okvir proširuje URN notaciju sa KPI indikatorima i drugim konceptima za merenje i usklađivanje procesa i ciljeva, a realizovani su preko životnog ciklusa BPM-a. Primerom procesa za kontrolu pristupa skladištu zdravstvenih podataka prikazana je mogućnost i izvodljivost URN notacije.

14 Mališa Žižović, Dragan Pamučar New model for determining criteria weights: Level Based Weight Assessment (LBWA) model (2019)	Opis istraživanja: U ovom radu se predstavlja novi subjektivni model za određivanje težine koeficijenti u višekriterijumskim modelima odlučivanja. Novi nivo baziran Model procene težine (LBWA) omogućava uključivanje stručnjaka iz različita polja sa ciljem definisanja odnosa između kriterijuma i pružanje racionalnog odlučivanja. Metoda se može primeniti u praksi slučajevima u specijalizovanim sistemima za podršku odlučivanju, kao i u alternativnim rešavanje sporova u virtuelnom okruženju. Rezultati istraživanja: LBWA model ima nekoliko ključnih prednosti u odnosu na druge subjektivne modele zasnovane na međusobnom poređenju kriterije, koji uključuju sledeće: (1) LBWA model dozvoljava izračunavanje težinskih koeficijenata sa malim brojem poređenja kriterijuma, samo n-1 poređenje; (2) Algoritam LBWA modela ne postaje složeniji sa povećanjem broja kriterijuma, što ga čini pogodan za upotrebu u složenim višekriterijumskim (MCDM) modelima sa velikim brojem kriterijuma; (3) Primenom LBWA modela optimalne vrednosti težine koeficijenti se dobijaju jednostavnim matematičkim aparatom koji eliminiše nedoslednosti u stručnim preferencijama, koje se tolerišu u određenim subjektivnim modelima (Najgori metod - BWL i proces analitičke hijerarhije - AHP); (4) Koeficijent elastičnosti modela LBWA omogućava, nakon poređenja kriterijuma, dodatne korekcije vrednosti težinskih koeficijenata zavisno od preferencija donosioca odluka. Ova karakteristika LBWA model omogućava analizu osetljivosti MCDM modela analizom efekata varijacija u vrednostima pondera kriterija za konačnu odluku.
23 R.M. Dijkman Semantics and analysis of business process models in BPMN (2008)	Opis istraživanja: Notacija modeliranja poslovnih procesa (BPMN) je standard za snimanje poslovnih procesa u ranim fazama razvoja sistema. Kombinacija konstrukcija pronađenih u BPMN-u omogućava kreiranje modela sa semantičkim greškama. Takve greške su posebno ozbiljne, jer su greške u ranim fazama razvoja sistema među najskupljim i najteže ispravivim. Sposobnost statičke provere semantičke ispravnosti modela je stoga poželjna karakteristika za alate za modeliranje zasnovane na BPMN-u. Rezultati istraživanja: Shodno tome, ovaj rad predlaže preslikavanje iz BPMN-a u formalni jezik, naime Petrijeve mreže, za koje su dostupne efikasne tehnike analize. Predloženo mapiranje je implementirano kao alat koji, u sprezi sa postojećim alatima zasnovanim na Petrijevoj mreži, omogućava statičku analizu BPMN modela. Formalizacija je takođe dovela do identifikacije nedostataka u BPMN standardnoj specifikaciji.

4 C. Houy, P. Fettke i P. Loos Empirical Research in Business Process Management - Analysis of an emerging field of research (2010)	Opis istraživanja: Scientometrijske metode koje analiziraju književnost na kvantitativan i deskriptivan način (van Raan, 1997.) grade osnovu za analiza iz nadređene perspektive. Osim prezentacije BPM istraživanja U razvoju će se ispitati temeljne metodologije recenziranih članaka kako bi se pružio pregled primenjenih metoda u empirijskom BPM istraživanju. Uglavnom kvalitativne metode istraživanja označavaju početak empirijskog istraživanja u određenom polje. Istražujući primenjene istraživačke metodologije zrelost empirijskih istraživanja se mogu proučavati. Identifikacija trendova može pružiti važne informacije o daljem razvoju istraživačke oblasti. Rezultati istraživanja: Razvijeni referentni okvir podržao je sveobuhvatnu analizu empirijski BPM elementa kako bi se identificirali interesantni trendovi u BPM istraživanju iz meta-perspektive, sadržajno zasnovane i metodičke perspektive; Doprinos empirijskih pristupa za oba BPM istraživanja koja prate bihevioralna, kao i paradigma nauke o dizajnu je navedena i detaljno objašnjena; i razmotreni su nalazi i predstavljene su implikacije. Nalazi otkrivaju određene preferencije za empirijska istraživanja i korištene metode ovisno o različitim varijablama.
28 System Approach for Improving the Dependability of Production Systems, State of the Art Anouar Hallioui, Brahim Herrou (2020)	Opis istraživanja: Zbog neusaglašenosti operativnih zahteva i zahteva koji se postavljaju pred optimizaciju procesa sa jedne strane i sigurnošću odvijanja procesa, potrebno je naći neku formu koja bi omogućila matematički ili grafički prikaz pojedine specifičnosti i preporučiti njihovu integraciju. Rezultati istraživanja: generisan je novi sistemski pristup: „System Safety“. Zatim kao drugi koji je nazvan „Pristup pouzdanosti i održivosti sistema“. Prvi pristup se zasniva na hipotezi o sigurnosti klasa podsistema i interakcija prema opštem hijerarhijskom dijagramu sistema, koji predstavlja referencu razvoja novog alata pod nazivom „the plan mikroskopske analize rizika u vezi sa klasama podsistema (ili MARCS plan)“. “MARCS plan” je prvi i jedini alat koji kombinuje uputstva za rad i procenu rizika u jednom dokumentu (zajednički dokument između dva različita procesa) kompanije. Drugi pristup čini most od operativne discipline matematičkog programiranja o pouzdanosti sistema, sa ciljem optimizacije pouzdanosti i mogućnosti održavanja komponente njegovih podsistema u dinamičkoj interakciji.

8 Khurram Shahzad, Jelena Zdravković Process warehouses in practice: a goal- driven method for business process analysis (2012)	Opis istraživanja: Novi pristup analizi poslovnih procesa je korišćenje pristupa poslovne inteligencije koji pokušavaju da olakšaju analitičke sposobnosti poslovanja sistema za upravljanja procesima implementacijom procesno orijentisanih tehnike skladištenja podataka i rudarenja. Međutim, vrlo malo posla urađeno je na korišćenju poslovne orijentacije u dizajnu i korišćenje procesnog skladišta, što uvelike ograničava broj korisnika koji su u mogućnosti da u potpunosti iskoriste potencijal skladišna tehnologija. Rezultati istraživanja: Pristup prikazan u ovom radu prikazuje ograničenja postojećih metoda koje povezuju poslovne ciljeve sa informacijama iz skladišta podataka. Dobijeni ciljni model se prvo koristi za određivanje opsega i projektovanje odgovarajućeg modela podataka za procesno skladište, a zatim za dohvaćanje informacija iz skladišta radi ispitivanja ispunjenosti ciljeva od interesa. Ključne prednosti predložene metode su pružanje relevantnih i tačnih informacija o poslovnom procesu, kao i praćenje ciljeva procesa do podataka o izvršenju procesa i dalje do analize procesa. Kao validaciju predložene metode razvijen je prototip, a kao ilustrativni primer se koristi proces zdravstvene zaštite. Takođe, da bi se demonstrirao kvalitet metode, izveden je eksperiment efikasnosti pristupa i pronalaženja informacija.
--	--

U segmentu analize poslovnih procesa i standarda za analizu, postoji veliki deblans u literaturi i objavljenim naučnim radovima. U okviru literature (tu se podrazumevaju knjige i multimedijalni sadržaji na internetu) postoji mali broj naslova koji se odnose na snimanje procesa. većina njih je delimično povezana sa projektovanjem, pa su preuzeta poglavlja koja se odnose na PMI i CMMI metodologije. Ono što je specifično za snimanje procesa, a odnosi se na elemente koji se trebaju snimiti, strukturu tih elemenata, kao i obim elemenata koji trebaju biti prepoznati i samim time obuhvaćeni snimanjem je izuzetno mali. Sistem analiza, kao proces kojim se odvija proces snimanja je skoro uvek povezan sa informacionim tehnologijama, bez obzira na nameru šta se snima i kasniju namenu snimljenog materijala.

Kad se pogleda izabrana literatura, uočljivo je da se u radovima najčešće spominju tehnike i metode, formati i tipovi procesnih događaja, ali se ne spominju objekti, kao i njihova struktura. U okviru [2] se predlaže uvođenje hiper kocke koja će omogućiti da se preko ETL procedura, iz već logiranih podataka njihovom transformacijom dobije veza sa procesom. U radu [96] se predlažu tri tehnike kojima treba da se identifikuje tip poslovnog procesa koji bi bio pogodan za analizu i optimizaciju. Primena URN-a (*User Requirements Notation*) je data u [61], koja treba da poveže KPI indikatore sa drugim konceptima za merenje i usklađivanje procesa i ciljeva, ali je opet fokus na notaciji. Izbor odgovarajućih standarda, koji treba da zadovolji različite kriterijume nije opisan ni u jednom radu. Tu se podrazumeva da se kriterijumi koje treba da ispune određeni standard za snimanje procesa, a po kome će snimanje da obavi sistem analitičar, nije obrađeno ni u jednom radu. Primenom višekriterijumske analize iz [24] vrši izbor odgovarajućeg standarda kojim je moguće obuhvatiti i interne i eksterne ciljeve koji utiču na merenje uspešnosti odvijanja procesa. Primena

kombinacije BPMN i Pertijevih mreža u [29] omogućava statičku analizu BPMN modela, ali bez ulaska u problematiku obuhvatnosti elemenata samog procesa. U [11] je dat pregled metoda za analizu književnih tekstova i predstavljaju trendove u daljem unapređenju metodologija za unapređenje pristupa ne struktuiranim podacima. Primena grafičkih ili matematičkih prikaza u [92] ukazuje na njihove prednosti i nedostatke, kroz analizu sigurnosti klasa podsistema, a drugi pristup povezuje matematički pristup optimizacijom pouzdanosti, a vezano je za održavanje sistema.

5.2. Pregled literature iz oblasti skladišta podataka i procesnog skladišta podataka

Khwaja Ubaid UR Rehman, 2020 nair Ahmad A comparative analysis of traditional and cloud data warehouse (2018)	Opis istraživanja: DW pruža uvid u dubinu strukture poslovnih procesa koristeći historijske podatke. Međutim, tradicionalno skladište podataka nije prikladno za analizu podataka zbog rastućih potreba industrije. Ne može se skalirati na gore ili dole. Štaviše, ne može podneti sve veći broj korisnika. Ovi ograničavajući elementi su iznedrili novi koncept skladišta podataka koje je drugačije po dizajnu i načinu implementacije. Skladište u oblaku (cloud DW) je nastalo da bi prihvatio i proverio velike količine podataka. omogućava da se podaci mogu skalirati na gore ili dole (grupisanje i/ili specijalizacija) uz povećanje broja korisnika, uz sva pravila koja se odnose na pristup i ovlašćenja. U radu se analiziraju oba tipa, klasičan i cloud pristup i daje se procena budućeg kretanja u oblasti DW-a. Rezultati istraživanja: Održavanje, skaliranje ili nadogradnja skladišta podataka u oblaku je lakše u poređenju sa tradicionalnim skladištem podataka jer se u cloud skladištu podataka ne moraju održavati indeksi, čistiti fajlove, ažurirati meta podaci itd. Oblak pruža jeftino skladištenje i računanje na zahtev. Podaci iz oblaka skladišta ima smanjen trošak složenosti i dugotrajniji je u očuvanju vrednosti podataka, što je ograničilo usvajanje i uspešno korišćenje tradicionalnih tehnologija skladišta podataka. Štaviše, skladište podataka u oblaku pruža potpuno nezavisno skaliranje pri obračunima, skladištenju i uslugama. Ukratko, skladište podataka u oblaku zamenjuje tradicionalno skladište kao glavnog izvora podrške odlučivanju i poslovnoj analitici.
--	---

nouar Hallioui .31 ahim Herrou System Approach for Improving the Dependability of Production Systems, State of the Art (2020)	Opis istraživanja: Pošto je sada opšte prihvaćeno da je nemoguće poznavati delove sistema ako nije poznat kompletan sistem, naročito primenom ISO 9000:2000 standarda, potrebno je održavanje realizacije odvijanja sistema podići na jedan sistemski i sinergijski nivo. Time bi se proširila oblast primene jer će razvoj komponenti pouzdanosti i osiguranje optimizacije troškova održavanja doprineti poboljšanju funkcionalnih i ekonomskih komponenti kompanije. Rezultati istraživanja: Razvijena su dva pristupa, gde se prvi pristup zasniva na hipotezi o sigurnosti klasa podsistema i interakcija prema opštem hijerarhijskom dijagramu sistema i koji predstavlja referencu razvoja novog alata pod nazivom „plan mikroskopske analize rizika u vezi sa klasama podsistema (ili MARCS plan)”. “MARCS plan” je prvi i jedini alat koji kombinuje uputstva za rad i procenu rizika u jednom članku (dokument zajedničko između dva različita procesa) kompanije. To je realizacija sistemskog pristupa vezanog za pitanja kontrole sigurnosti, koji poziva na svestranost osoblja kompanije, centraliziranu implikaciju na svo osoblje kompanije i sve hijerarhijske linije osim onih odgovornih za sigurnost, na međusobni uticaj između sigurnosne komponente i ostalih komponenti iste organizacije, na značajnu optimizaciju rizičnih bodova aktivnosti, a posebno na obogaćivanje sinergije i dobru koordinacija između dve istaknute službe (procesa ili sekcija) koje su obično: (1) Sigurnosni proces, koji je obično odgovoran za analizu rizika u dokumentu koji nosi dobro utvrđen kod na nivou kompanije; (2) Operativni, proizvodni ili bilo koji proces implementacije koji je obično odgovoran za razvoj radnih uputstva neophodnih za aktivnost na nivou proizvodnog subjekta proizvoda ili usluge. Drugi pristup čini most od operativne discipline matematičkog programiranja nauke o pouzdanosti sistema, sa ciljem optimizacije pouzdanosti i mogućnosti održavanja komponente njegovih podsistema u dinamičkoj interakciji uz minimiziranje troškova njihovog održavanja.
Zhenxiao Luo, 20 u Niuz From Batch Processing to Real Time Analytics: Running Presto® at Scale (2022)	Opis istraživanja: Zbog potreba korišćenja ne standardnih forma podataka, kao što je na primer geo prostorna analitika koja se obrađuje na heterogenim sistemima skladištenja u oblaku, potrebno je primeniti složenije sisteme za njihovu obradu i formatizaciju. Sistem je dodatno usložen kod kompanija koje imaju više sistema za skladištenje, zahtevom za korišćenje ugnjeđenih podataka, potrebe za keširanjem gotovih izveštaja i/ili skupa podataka. Rezultati istraživanja: Primena "Presto" sistema pruža objedinjene SQL-ove na heterogenim sistemima skladištenja bez kopiranja podataka. podržava ugnježdene kolumnske podatke i sheme koje mogu da evoluiraju. podržava klaster podatke i klaster složene strukture tipa federacije bez obzira na njihovu lokaciju (lokalno i/ili oblak).

18 Michael Armbrust, Ali Ghodsi, Reynold Xin, Matei Zaharia <i>Lakehouse: A New Generation of Open Platforms that Unify Data Warehousing and Advanced Analytics</i> (2021)	Opis istraživanja: Ključno jezero podataka i DW arhitektura su tobože jeftine zbog odvojene memorije i računanja, dvoslojna arhitektura je jako složena za korisnike. U prvoj generaciji DW svi podaci su direktno preko ETL-a preuzimani iz operativnih sistema podataka direktno u skladište. U današnjim arhitekturama podaci se ETLom prvo prebacuju u jezero podataka, a zatim ponovo ETLom u skladište podataka, što izaziva složenost, kašnjenje i disfunkciju podataka. zbog toga, ovaj pristup pati od 4 problema, pouzdanosti, zastarelosti podataka, ograničenoj podršci za naprednu analitiku, kao i troškova održavanja takvog sistema. Rezultati istraživanja: Jedinствена arhitektura platforme podataka koja implementira funkcionalnost skladištenja podataka preko otvorenog sistema fajla tipa "jezero" može pružiti konkurentne performanse u odnosu na današnje podatke smeštene u klasične sisteme skladišta i time pomaže u rešavanju mnogih izazova s kojima se suočavaju korisnici skladišta podataka. Iako skladište podataka na nivou skladišnog sloja ograničava direktan pristup datotekama, optimizacije kao npr. keširanje najsvježijih podataka i optimizacija rasporeda podataka za starije podatke omogućavaju <i>Lakehouse</i> sistemima da prestignu konkurentne performanse.
8 Qishan Yang, Mouzhi Ge, Markus Helfert <i>Analysis of Data Warehouse Architectures: Modeling and Classification</i> (2019)	Opis istraživanja: Trenutna eksplozija pohranjivanja podataka sa namerom nekakvih analiza i trendova zahteva skoro svakodnevno generisanje nekih novih arhitektura, tehnologija i algoritama. Potrebno je povremeno izvršiti njihovu sistematizaciju i opisati specifičnosti i inovativnosti svake od njih. Rezultati istraživanja: prikupljeno je 116 publikacija i prepoznato je 73 različitih DWHA . nakon toga je dat predlog novog klasifikacionog modela u cilju jasnije i konkretnije njihove identifikacije, omogućujući na taj način lakše poređenje i prepoznavanje njihovih razlika, prednosti i nedostataka.
8 Khurram Shahzad, Jelena Zdravković <i>Process warehouses in practice: a goal-driven method for business process analysis</i> (2012)	Opis istraživanja: Novi pristup analizi poslovnih procesa je korišćenje pristupa poslovne inteligencije koji pokušavaju da olakšaju analitičke sposobnosti poslovanja sistema za upravljanja procesima implementacijom procesno orijentisanih tehnika skladištenja podataka i rudarenja. Međutim, vrlo malo posla urađeno je na korišćenju poslovne orijentacije u dizajnu i korišćenje procesnog skladišta, što uvelike ograničava broj korisnika koji su u mogućnosti da u potpunosti iskoriste potencijal skladišna tehnologija. Rezultati istraživanja: Pristup prikazan u ovom radu prikazuje ograničenja postojećih metoda koje povezuju poslovne ciljeve sa informacijama iz skladišta podataka. Dobijeni ciljni model se prvo koristi za određivanje opsega i projektovanje odgovarajućeg modela podataka za procesno skladište, a zatim za dohvaćanje informacija iz skladišta radi ispitivanja ispunjenosti ciljeva od interesa. Ključne prednosti predložene metode su pružanje relevantnih i tačnih informacija o poslovnim procesima, kao i praćenje ciljeva procesa do podataka o izvršenju procesa i dalje do analize procesa. Kao validaciju predložene metode razvijen je prototip, a kao ilustrativni primer se koristi proces zdravstvene zaštite. Takođe, da bi se demonstrirao kvalitet metode, izveden je eksperiment efikasnosti pristupa i pronalaženja informacija.

Pravin Chandra
& Manoj K.
Gupta
Comprehensive
survey on data
warehousing
research
(2018)

Predmet istraživanja: Podaci, informacije i znanje imaju važnu ulogu u različitim ljudskim aktivnostima jer se obradom podataka izvlače informacije, a analizom podataka i informacija izvlači se znanje. Pojavio se problem pohranjivanja, upravljanja i analize ogromnih količina podataka, koje se redovno generišu iz različitih izvora, što dovodi do potrebe velikih repozitorija podataka, npr. skladišta podataka. S obzirom na navedeno, veliku pažnju istraživanja i industrije privuklo je skladište podataka (DW).

Rezultati istraživanja: Predstavljena je sveobuhvatna anketa kako bi se dobio holistički pogled na trendove istraživanja u oblastima skladištenja podataka. Ovaj rad predstavlja sistematsku podjelu rada istraživača u oblastima skladištenja podataka. Konačno, sumirani su trenutni istraživački problemi i izazovi u oblasti skladištenja podataka za buduće pravce. Na kraju se zaključuje da (1) obrada upita i optimizacija, (2) testiranje, (3) sigurnost i (4) paralelna obrada su glavne oblasti skladištenja podataka koje treba dalje istražiti.

Ograničenje klasičnog DW se zasniva na nemogućnosti da pruži uvid u dubinu strukture poslovnih procesa koristeći istorijske podatke. Isto tako, klasičan DW ima problema sa usluživanjem većeg broja korisnika [42]. Ovo je prouzrokovalo drugačiji dizajn koji je nazvan *cloud*, skladište u oblaku. Taj koncept je omogućio skaliranje podataka (grupisanje i specijalizaciju) uz povećanje broja istovremenih korisnika.

Drugi pravac u istraživanju se zasnivao na ISO 9000:2000 standardu [92], što je omogućilo da se razviju dva pristupa, gde se prvi pristup zasniva na hipotezi o sigurnosti klasa podsistema i interakcija prema opštem hijerarhijskom dijagramu sistema i koji predstavlja referencu razvoja novog alata pod nazivom „plan mikroskopske analize rizika u vezi sa klasama podsistema“, dok drugi pristup čini most od operativne discipline matematičkog programiranja nauke o pouzdanosti sistema, sa ciljem optimizacije pouzdanosti i mogućnosti održavanja komponente njegovih podsistema u dinamičkoj interakciji uz minimiziranje troškova njihovog održavanja.

Primena nestandardnih formi podataka, kao što su geo prostorni podaci i slično, zahtevaju drugi sistem algoritama za pretraživanje ključnih reči [97]. Predložen je sistem „Presto“ koji omogućava integraciju sistema na različitim platformama, kao i klasterisanje baza podataka. Sledeći interesantan pristup je pristup tzv. „jezero“ podaci u kladu okruženju, koje primenom dvo nivojnog ETL procesa prebacuje podatke prvo na nivo „jezera“, a posle u DW format [98]. Rad koji ukazuje na dvostepenu analizu procesnog DW [99] predlaže da se ciljni model prvo koristi za određivanje opsega i projektovanje odgovarajućeg modela podataka za procesno skladište, a zatim za obuhvat informacija iz skladišta radi ispitivanja ispunjenosti ciljeva. U svakom slučaju deo istraživača je usvojio da segmenti koje je potrebno i dalje istraživati su u oblasti obrade upita, optimizacije, testiranja, sigurnosti i paralelne obrade [100].

5.3. Kritički osvrt na postojeću literaturu

Na osnovu gore navedenih primera naučnih radova, koji predstavljaju mali deo citiranih, a još manji deo pročitanih i analiziranih radova, uočava se da u oblastima DW i proces DW ima jako mnogo radova koji obuhvataju različite primene, opisuju različite arhitekture, različite

načine pripreme podataka, **ali vrlo mali broj tih radova obuhvata problematiku povezivanja sistem analize, proces, ograničenja i ciljeve pri realizaciji procesa, logiranju rezultata procesa, eksternih i internih ciljeva realizacije procesa, kao i strukture podataka koji nastaju tokom realizacije procesa.** Počevši od [99], [42], [92] pa na dalje, fokus je na pronalaženju novih načina kako na postojeći skup podataka povezati poslovni proces, uz eventualnu napomenu da bi trebalo uključiti i cilj koji proces treba da postigne. Ograničenja ovom pristupu su velika, zato što zahtevaju naknadne analize i povezivanje eksternih i internih ciljeva sa već unetim zapisima logova koji daju informaciju o pojavama procesa.

Ostali radovi, koji nisu ovde dati, a referencirani su u radu, daju različite pristupe strukturi DW-a, načinu kako formirati DW, kako pripremiti ETL procedure i daju pregled tipova i struktura DW. Kombinacija DW i OLAP i data mining tehnologija je isplivala u prvi plan u zadnjih desetak godina i posebno se primenjuje u složenim sistemima, gde i najmanji % poboljšavanja poslovanja donosi milionske uštede [50]. Ono što je bitno za te sisteme, je da su oformljeni i fokusirani na podatke (koje su ekstrahovali, primenom ETL-a u DW). Isto tako, može se reći da su ti sistemi skoro do savršenstva doveli metodologiju i procedure ETL-a. **Ono što tim sistemima nedostaje je pregled procesa, kao celine i pregled ispunjenosti cilja koje su ti procesi trebali da ostvare.**

Imamo masu podataka iz operativnog poslovanja, ali je teško definisati početak i kraj tih podataka, kao što je često nepoznanica sa čime treba da uporedimo te podatke (nakon silnih analiza i prikaza). Uočava se nažalost, da ta silna „skalamerija“ (softvera i hardvera, kao i vremena za ETL) ne obezbeđuje odgovarajuću osnovu za analizu performansi izvršenih poslovnih procesa [51].

To je zbog toga što su podaci, spremljeni u DW izvučeni iz operativnih aplikativnih baza podataka (ono što postoji), dok podatke koje nemamo u OLTP sistemu, kao na primer vreme provedeno u razgovoru sa korisnikom (pokušaj popravka „na daljinu“), ili razlog za kašnjenje kod dolaska kod korisnika na lokaciju, ili razlog prekoračenja vremena za rezoluciju problema itd., pokušavamo da obuhvatimo drugim metodama i tehnikama.

Zbog ovih nedostataka u OLTP podacima, koji se direktno prenose ETL-om (ali potpuno korektno i tačno) u DW, izuzetno je teško izvršiti analizu, a još teže doneti odluku o unapređenju performansi nekog procesa. Prevazilaženje tog problema se može rešiti korišćenjem procesno orijentisanog DW-a, odnosno jednostavnije, uvođenjem procesnog warehouse-a [52].

Prepoznajući taj nedostatak, brojni autori su proteklih desetak godina objavljivali razne studije koje se odnose na prevazilaženje problema nedostajućih podataka unutar DW. Prvenstveno su se odnosile na predstavljanje sopstvenih alata, kao što su na primer Kokpit poslovnih procesa [53], ili *Business Process Intelligence System* [54]. Ono što je bitno je da se ogromna većina tih studija bazira na procesnom warehouse-u, odnosno da je PDW prihvaćen kao osnova za analize koje se odnose na funkcionisanje procesa (i njegovih aktivnosti). Procesni warehouse je centar tih alata i arhitekture i omogućava korisnicima da upravljaju, analiziraju i optimizuju procese. Ono što je pozitivno je da napokon imamo „početak i kraj“ svakog procesa unet u formi DW, koji se naziva procesni warehouse. **To još uvek nije bilo dovoljno za potpunu analizu, jer je nedostaju elementi koji se odnose na granične vrednosti, kao i vremenske parametre vezane za aktivnosti unutar procesa i istorijsku promenu tih graničnih podataka koja je neminovna tokom vremena odvijanja procesa. To su bili**

ključni elementi koji su nedostajali da bi na pravilan način vrednovali i uporedili te dobijene rezultate.

Kao što je deo studija bio baziran na prepoznavanju i uvođenju PDW kao specifičnog oblika DW, u kome je fokus bio stavljen na podatke koji se vezuju za životni ciklus procesa, tako je drugi segment istraživanja bio okrenut strukturi DW koja bi najbolje pokrila zahteve koje je sada postavio PDW. Te analize su iskristalisale strukture kao što su višedimenzionalni model podataka i slično, opšte ili specifične, a sve u zavisnosti od oblasti, kao na primer u zdravstvu ili hemijskoj industriji ili vezano za autore i njihove afinitete. Pošto je bilo evidentno da postoje nedostaci u dizajnu, dodata su dva tipa praćenja koja bolje omogućavaju proces kreativnog dizajna. To su proizvod i praćenje procesa [55].

Poprilično je napora i vremena potrošeno da se formalizuje model odgovarajućeg skladišta u okviru DW-a, ali na žalost sličnog napora nije bilo kad je u pitanju procesni warehouse. **Autorski radovi vezani za PDW su fokusirani na razvojne metode i alate koji pomažu menadžerima kod unapređivanja poslovnih procesa korišćenjem PDW-a (tu je jasna želja za prodajom „sopstvenog alata“, a ne prvenstveno naučnog doprinosa na formalizaciji metode i strukture podataka unutar PDW-a).** Nasuprot tome, ovaj korak olakšava korisnicima korišćenje PDW-a, predlažući i primenjujući pristup vođen ciljem ka spremljenim warehouse podacima i na taj način on:

- a) omogućava pravila i procedure za identifikaciju i učitavanje podataka koji su neophodno potrebni za specifične aktivnosti pri analizi procesa,

- b) omogućava relevantne dimenzije za analizu i na taj način izbegava problem izbora odgovarajućih dimenzija,

- c) omogućavaju upravljanje PDW bez pisanja bilo kakvog koda/upita,

Ovaj pristup je omogućio proširenje skupa podataka bez kojih je u klasičnom DW bilo teško dobiti korektne podatke.

6. Unapređene metode za razvoj ciljno vođenog procesnog skladišta podataka

6.1. Prošireni proces snimanja i analize poslovnog procesa

Postojeće metode koje se koriste za snimanje procesa se prvenstveno odnose na sam proces i aktivnosti koje su sastavni element poslovnog procesa, dok se uticaj okruženja i objekata skoro uopšte ne pominje. Prošireni proces ima sledeće korake:

- Izdvajanje procesa iz sistema kompanije i definisanje njegove granice kao i odnosa sa drugim procesima,
- Izbor odgovarajućeg standarda za snimanje procesa,
- Snimanje procesa kroz prepoznavanje njegovih aktivnosti i objekata unutar procesa i objekata koji se razmenjuju sa okruženjem,
- Definisanje strukture objekata i njihova ograničenja, uticaj na aktivnosti kao i uticaj aktivnosti na njih,
- Prepoznavanje ograničenja i ciljeva koje proces i aktivnosti unutar procesa moraju da ostvare i njihova integracija sa logovima o izvršenim procesima
- Analiza postojeće IT platforme
- Izbor odgovarajuće baze podataka (DW) s obzirom na zahteve (DW → PDW → OPDW → OPDWGO)
- Izrada osnovnih ETL algoritama i algoritama za integraciju ograničenja i ciljanih vrednosti sa podacima iz logova,
- Izbor i kreiranje odgovarajuće strukturne šeme podataka,
- Kreiranje upita izabranom tehnikom (višedimenzionalni i dr.)
- Primena naprednih algoritama (data mining, mašinskog učenja i sl.).

Specifičnost novog pristupa u odnosu na postojeće varijante je u koracima koji se odnose na način izbora odgovarajućeg standarda za snimanje procesa, na jasno definisanje i utvrđivanje strukture objekata i međusobnog uticaja objekt – aktivnost, integracija ograničenja i realizovanog cilja pri svakoj pojedinačnoj pojavi loga izvršenog procesa, kao i integracije strukture objekta, ciljeva i ograničenja u procesni DW vođenom ka ostvarenju cilja.

Korake možemo grupisati u segment koji se odnosi na sistem analitičara i fokus je na procesima, aktivnostima i objektima, na segment koji je fokusiran na podatke koji su zapisani realizacijom procesa i podacima iz okruženja koji utiču na odvijanje samog procesa i njegovo ostvarivanje cilja, kao i merenje uspešnosti samog procesa, kao i treći segment, koji se odnosi na napredne tehnike objedinjavanja „starih“ podataka i podataka iz okruženja, kao i ograničavajućih podataka u takvu strukturu baze podataka koja će biti fokusirana da analitičarima poslovnih procesa omogući jednostavniju i bržu analizu i preciznije izveštaje. Četvrta grupa, koja je nadgradnja na ove prve tri, nije predmet ove teze i odnosi se na najnovije tehnike analize i predikcije, vezane za mašinsko učenje, IPA tehnologije i dr..

Predloženi redosled koraka koji bi trebali da se primenjuju pri snimanju i analizi poslovnih procesa su (Dijagram 4):

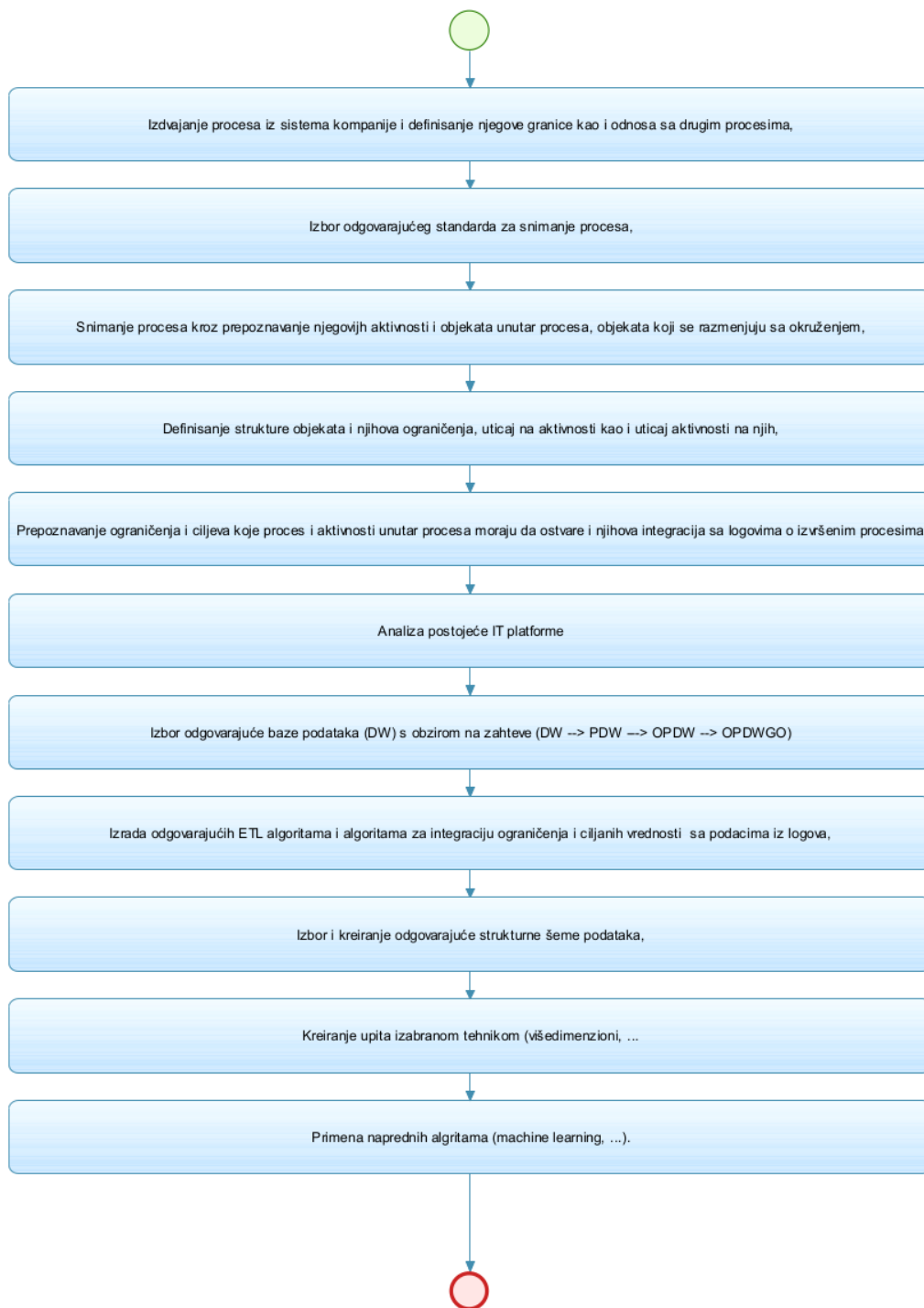
1. Izbor procesa iz sistema kompanije i definisanje njegove granice kao i odnosa sa drugim procesima; Na osnovu zahteva klijenta koji proces se želi snimati, sistem analitičar prepoznaje konekcije izabranog procesa sa procesima iz okruženja. Definiše elemente koji se razmenjuju, njihovu strukturu i tip, tipove podataka, frekvenciju razmene, kao i ograničenja i uslove koji su neophodni da bi se razmena izvršila.
2. **Izbor odgovarajućeg standarda za snimanje procesa;** Na osnovu svog iskustva, zahteva klijenta ili analize, sistem analitičar radi izbor standarda za snimanje procesa, koji će najobuhvatnije da prepozna zahteve koji se očekuju od snimljenog materijala (analiza, unapređenjem reinženjering, ...),
3. Snimanje procesa kroz prepoznavanje njegovih aktivnosti i objekata unutar procesa, objekata koji se razmenjuju sa okruženjem; u okviru ovog koraka, standard treba da obezbedi sa se prilikom snimanja prepoznaju proces, njegove aktivnosti, tokove između procesa, redoslednost i istovremenost odvijanja procesa, granjanja i spajanja tokova, kao i objekte koji ulaze/izlaze iz procesa i aktivnosti, kao i međusobnu interakciju objekata i aktivnosti unutar procesa. Sve to treba dokumentovati grafički i tekstualno i obezbediti mogućnost razmene tako prikupljenih podataka sa drugim sistemima.
4. **Definisanje strukture objekata i njihova ograničenja, uticaj na aktivnosti kao i uticaj aktivnosti na njih;** Ovaj korak je specifičan, jer skoro ni jedan standard za snimanje ne radi sveobuhvatnu analizu objekata koji učestvuju u odvijanju procesa. Ovi objekti mogu biti ulazni (izlazni, i tada služe za razmenu podataka sa svojim okruženjem ili utiču na samo odvijanje procesa. sa druge strane, interni objekti su objekti koji nastaju, gase se ili opstaju unutar procesa. standardi za snimanje procesa ne rade prepoznavanje tipa (dokument, standard, procedura, ne struktuirani element, itd.), strukturu objekata koja podrazumeva opis atributa i topova podatka svakog atributa) jednoznačnost pojave svakog atributa kao i njegovu interakciju sa drugim atributima drugih objekata. Sa druge strane ne evidentira se uticaj objekta na aktivnost (kontrolise je, neophodan je za njeno obavljanje, ...), niti definišu uticaj aktivnosti na objekat (menja ga, kreira ga, gasi ga, menja ga, ...) i samim time ne postoji mogućnost jasnog definisanja uloga objekta unutar procesa.
5. Prepoznavanje ograničenja i ciljeva koje proces i aktivnosti unutar procesa moraju da ostvare i njihova integracija sa logovima o izvršenim procesima; Sistem analitičar pre početka snimanja procesa treba da ima uvid u cilj koji proces treba da ostvari, uslove pod kojima se proces odvija i ograničenja pod kojima se proces odvija. Ukoliko ima uvid u te elemente, onda sistem analitičar može da rezultat odvijanja procesa može da smesti u određeni rang uspešnosti i da mu da ocenu o kvalitetu ispunjavanja, odnosno na osnovu ocene uspešnosti, može da krene u analizu i unapređenje procesa.
6. Analiza postojeće IT platforme; Sistem analitičar tokom ili nakon snimanja poslovnog procesa, može da se upozna sa IT platformom (ukoliko postoji i ukoliko ona prati proces sa stanovišta IT-ja). Ovaj korak je vrlo bitan, jer na osnovu

poznavanja IT infrastrukture, Sistem analitičar može dati sud o kvalitetu platforme, njenoj sveobuhvatnosti kad se radi o aplikativnom delu, kao i o njenoj upotrebljivosti kao osnovi za dalje analize uspešnosti odvijanja procesa.

7. Izbor odgovarajuće baze podataka (DW) s obzirom na zahteve (DW --> PDW ---> OPDW --> OPDWGO); sistem analitičar, na osnovu snimljenog poslovnog procesa i uvida u IT platformu koja snima logove o izvršenom procesu, radi analizu najoptimalnijeg pristupa vezanog za bazu podataka. Sa jedne strane analizira postojeću bazu, a sa druge strane radi predlog nove baze koja je specijalizovana za analizu, unapređenje i slične opcije u cilju poboljšavanja odvijanja poslovnog procesa.
8. Izbor odgovarajućih ETL procedura i algoritama za integraciju ograničenja i ciljanih vrednosti sa podacima iz logova.
9. Izbor i kreiranje odgovarajuće strukturne šeme podataka; Ovaj korak je u vlasništvu DBA ili analitičara podataka koji treba da na osnovu zahteva korisnika, svog iskustva i strukture i sadržaja podataka sa kojim raspolaže izvrši analizu i odabere najpovoljniju strukturu šeme podataka koja će obezbediti njeno najjednostavnije održavanje, omogućiti tačan i brz odgovor na upite koji se pred nju postavljaju.

Koraci 10 i 11 nisu predmet izučavanja u ovoj tezi, ali su neodvojivi deo procesa snimanja i analize poslovnog procesa. U [50] su predstavljeni benefiti u primeni OLAP i OLTP strukture na ubrzavanju upita koji može da bude i do 10 puta performantičniji.

Na Dijagram 2 je dat šematski prikaz i redosled koraka koji bi trebali da se primenjuju pri snimanju i analizi poslovnih procesa.



Dijagram 2 Šematski prikaz i proširenog redosleda koraka koji se primenjuje pri snimanju i analizi poslovnih procesa

U okviru ove teze, data je lista aktivnosti koje prethode primeni PDW. Standardna lista, koja je zastupljena u postojećoj literaturi je proširena sa aktivnostima koje se odnose na izbor standarda koji će se primeniti pri snimanju procesa, prepoznavanje ograničenja i ciljeva na osnovu kojih će se odvijati merenje uspešnosti realizovanih instanci procesa. ove dve aktivnosti će se inkorporirati u segmenti pripreme ETL procedura kojima će se formirati PDW struktura.

U okviru ovih aktivnosti prepoznati su elementi kojima bi se određeni standardi mogli da budu unapređeni, a u cilju šireg obuhvata strukture i objekata procesa. Ove aktivnosti mogu da predstavljaju prošireno rešenje koje direktno obezbeđuje podršku koja nam nedostaje, jer nudi pristup kojim se obezbeđuje sveobuhvatan opis svih elemenata i samim time će obezbediti i pravilan proces unapređenja poslovnih procesa i njihovih aktivnosti [101].

6.2. Predlog za proširenje standarda BPMN

Prilikom analize i izbora najoptimalnijeg standarda s kojim bi se izvršilo snimanje poslovnih procesa, uočeni su određeni nedostaci u tim standardima. Neke nedostatke je teško ispraviti, a neki ne zahtevaju izmenu, već samo nadogradnju proširenjem nekih elemenata standarda, koji ne bi zahtevali velike izmene u samom standardu.

Nekoliko organizacija (BPM, OMG, OASIS, IDEF i dr.) je objavilo niz različitih standarda za projektovanje, izvršavanje i praćenje poslovnih procesa, koje je moguće koristiti samostalno ili kombinovano, uslovljeno kompatibilnošću između njih.

U odnosu na notacije, IDEF0, BPMN i UML se trenutno najviše koriste. BPMN i dalje zadržava primat zbog svog bogatstva grafičkog jezika, ali i jednostavnosti u primeni. Sa druge strane, IDEF porodica jezika modeliranja ne pokriva objekte podataka koje su neka vrsta resursa za modeliranje poslovnih procesa u UML. UML naginje ka softverskom modeliranju, dok BPMN naglašava poslovne procesa. IDEF0 u domenu modeliranja procesa definiše nosioce podataka, sa jasnim razgraničenjem njihove upotrebe, ali nema mogućnost jasne definicije redosleda i istovremenosti.

Upravljanje poslovnim procesima (*Business Process Management*, BPM) je holistički pristup za opisivanje, analiziranje, izvršavanje, upravljanje, unapređenje i poboljšavanje poslovnih procesa [31], [102], [103]. U ovom trenutku BPMN je de-facto standard (ISO/IEC 19510:2013²⁴) [30].

U okviru BPM koncepta, *Business Process Modeling Notation* (BPMN) je jezik za predstavljanje poslovnih procesa na najvišem nivou. Usprkos svojoj rasprostranjenosti i kompletnosti, BPMN ne podržava karakterizaciju poslovnih procesa koji se odnose na nefunkcionalne elemente. BPMN nije sposoban da prepozna i specificira ograničenja koja se odnose na performanse ili vremena za izvršavanje pojedinih aktivnosti unutar procesa. Ne postoje mogućnosti definisanja uticaja pojedinih faktora koji utiču na granjanje tokova aktivnosti, kao ni detaljnu specifikaciju i uticaj objekata i/ili podataka koji učestvuju u procesu.

Standardni BPMN nudi mogućnost da korišćenjem bogatog asortimana grafičkih elemenata prikaže proces i tok njegovih aktivnosti, kao i interakciju sa okruženjem [27]. BPMN je nastao kao unapređenje raznih prethodnih predloženih notacija za modeliranje poslovnih procesa, uključujući i XML (*eXtensible Markup Language*), XPDL (*Extended Process Definition Language*) i dijagrame aktivnosti kao komponente UML-a (*Unified Modeling*

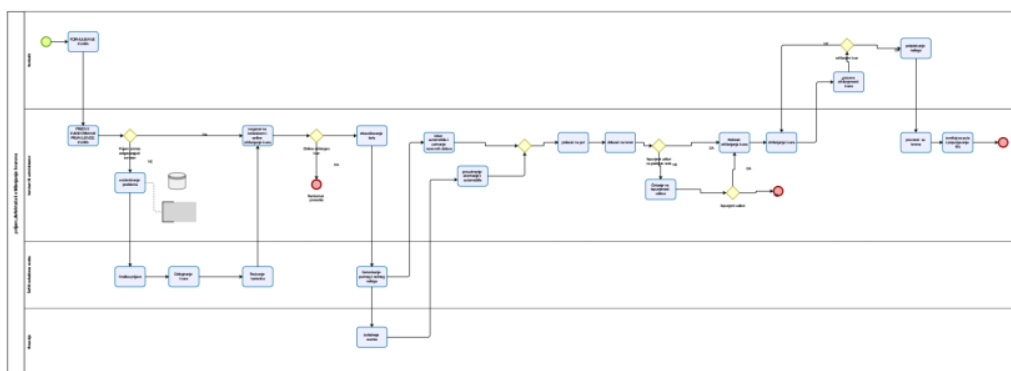
⁴⁸

²⁴ ISO/IEC 19510:2013 je identičan sa OMG BPMN 2.0.1.

Language). BPMN model procesa se sastoji od aktivnosti, kontrolnih čvorova i tokova između aktivnosti.

Osnovna namera kreatora BPMN je bila da ga mogu koristiti i biznis analitičari, koji žele prvo da razumeju i proanaliziraju poslovni proces i zatim da ga poboljšaju, kao i dizajneri informacionih sistema koji žele da dobiju neophodne podatke za implementaciju informacionih sistema. Ovaj pokušaj svestranosti je omogućio da se razlikuje tri nivoa modeliranja poslovnih procesa korišćenjem BPMN-a [28]:

- Deskriptivno modeliranje, koje prikazuje opštu strukturu procesa, bez namere detaljnijeg objašnjenja vezanog za obradu podataka,
- Analitičko modeliranje, koje se koristi u sistem analizi pri određivanju sistemskih zahteva i analizu performansi procesa,
- Izvršno modeliranje, koje detaljno opisuje proces, objekte i parametre i koristi se za generisanje BPEL koda (retko se primenjuje).



Slika 19 Primer pojednostavljenog BPMN modela održavanja opreme

Sam standard ne definiše ove nivoe, ali primena jedne od ova tri nivoa modeliranja poslovnih procesa zavisi od iskustva i znanja analitičara i usvojene detaljnosti pre početka modeliranja. Zbog toga je ovaj koncept prevladao, naročito kod IT zajednice, jer je njegova usklađenost sa potrebama projektovanja kod SOA (*Service Oriented Architecture*) koncepta donela prevagu u njegovoj primeni, ali je nažalost i tu ostao nedorečen. Ova univerzalnost povezuje upotrebu BPMN sa sistemskim i softverskim inženjerstvom, ali mu u isto vreme omogućava i kreiranje opštih ilustrativnih modela za različite potrebe procesa upravljanja. Ova univerzalnost je dovela sa druge strane i do usložnjavanja samog standarda, jer BPMN sadrži veliki broj jezičke notacije. Isto tako, ista logika strukture, može biti predstavljena različitim metodama označavanja, ali unutar istog standarda. To omogućava različite varijante korišćenja događaja, gde pri opisu istog procesa, pojedini elementi mogu biti izostavljeni, što sa druge strane može značajno zbuniti korisnike.

Ova mogućnost izostavljanja nekih događaja na dijagramu je u suprotnosti sa dotadašnjom dominantnom praksom prezentacije poslovnih procesa. Ta karakteristika je sa jedne strane uvela fleksibilnost u kreiranju modela, a sa druge strane dovela do primene u praksi nekoherentnog i delimično zbunjujućeg stila modeliranja. To je rezultiralo nedoslednošću u sintaksi unutar jednog modela, a samim time je izazivalo konfuziju u tumačenju modela kod čitaoca, koji nije učestvovao u kreiranju samog modela. Uvođenje ovog pristupa, gde je proces

vođen događajem (event driven), se smatra ključnim prelaskom na zaokružene metoda modeliranja [104], [29].

Prelaz sa verzije 1.2 na verziju 2.0 je doneo brojna poboljšanja, naročito u segmentu objekata/podataka. U verziji BPMN 2.0 podaci dolaze do većeg značaja samim time što nisu više deo artefakta, odnosno veštačke tvorevine, već postaju zasebna kategorija elemenata, uključujući ulazne i izlazne podatke (Data input/output), skladišta podataka (data stores), skupove skladišta podataka (collection data stores) i poruke (messages).

Sve ove karakteristike BPMN standarda i varijacije primene su u stvari i iskristalisale njegovu primenu, prvenstveno na snimanju procesa, aktivnosti i redosleda i istovremenosti i redoslednosti odvijanja aktivnosti unutar procesa.

Mogu se sumirati ključne karakteristike BPMN standarda:

- Vrlo je jednostavan i izražajan za korišćenje i razumevanje, iako se u pojedinim segmentima može poboljšati,
- Podržava većinu obrazaca vezanih za tokove posla, verovatno najviše od svih, ali u suštini ni jedan standard ne podržava sve,
- Ne podržava pravilno specifikaciju poslovnih pravila i ima grafičke elemente koji su redundantni ili se nepotrebno favorizuju u upotrebi,
- Samo nekih 20% elemenata se regularno koriste, a neki čak i nikad nisu primenjeni,
- Podržava najveći procenat elemenata Bunge Wand Weber modela [105].

6.2.1. Nosioći podataka/objekata u BPMN

BPMN standard u jednom svom segmentu poseduje mogućnost prepoznavanja objekata i definisanja njihove strukture i uticaja na odvijanje procesa, kao i uticaj na aktivnosti unutar procesa. Tu je prepoznat i glavni nedostatak primene ovog standarda, jer bez obzira da li je primena vezana za snimanje i analizu poslovnog procesa ili snimanje/analizu novog softverskog rešenja, ne postoji jasan koncept opisa podataka i/ili objekata koji ulaze, izlaze ili se transformišu unutar procesa. Podaci i/ili objekti koji se transportuju ili obrađuju između aktivnosti su stavljeni u drugi plan.

Svaki definisani tip objekta je predstavljen i svojim grafičkim simbolom, koji su dati u Slika 20 [27].

Njihov globalni naziv po BPMN standardu je *itemAwareElements*²⁵ i oni služe za čuvanje i/ili prenos podataka. BPMN je generisao strukturu svojih elemenata tako što na bazi atributa osnovnog elementa (*BaseElement*) dodaje attribute novog elementa. Zato ukoliko želimo da opišemo *dataObject*, on ima sledeću strukturu, koja, kao prvo, nasleđuje attribute od *FlowElement* i *ItemAwareElement* i na njih dodaje svoje attribute. Postoje:

bazni element (*BaseElement*) čiji su atributi definisani kao:

id: string

documentation: Documentation

extensionDefinitions: ExtensionDefinition

extensionValues: ExtensionAttributeValue

element toka (*FlowElement*):

²⁵ *dataObjects, dataObjectReferences, dataStores, properties, dataInputs, dataOutputs.*

Name: string

categoryValueRef: Category-Value

auditing: Auditing

monitoring: Monitoring

ItemAwareElement:

itemSubjectRef: ItemDefinition

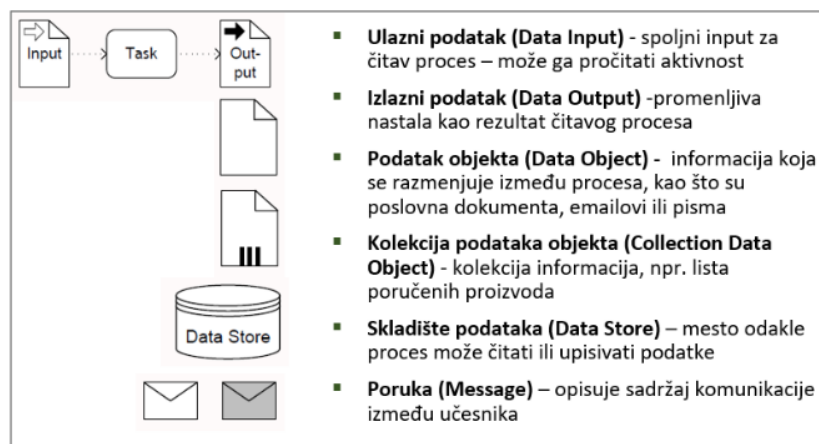
dataState: DataState

atributi koji su specifični za element *dataObject*:

isCollection: boolean = false

Kad su u pitanju *DataObject*-i i njihovo predstavljanje na dijagramu unutar procesa, BPMN omogućava da se isti objekat pojavljuje više puta unutar istog dijagrama. Ti „duplikati“ data objekta se označavaju kao *DataObjectReference* i oni su kopija svog izvornog *DataObject*-a plus imaju dodatni atribut koji se odnosi na njihovu vezu sa izvornim *DataObject*-om:

dataObjectRef: DataObject.



Slika 20 Lista tipova nosioca podataka ili pokazivača podataka po BPMN standardu

Osim toga, kad je u pitanju *DataObject*, imamo i opcionalni *DataState* element koji definiše stanje podataka sadržanih u *DataObject*-u. Oni nisu definisani standardom i nisu u scopeu same specifikacije definisane standardom i OMG metodologijom. Prema tome, BPMN adapteri mogu da koriste *State* element i BPMN proširene mogućnosti za definisanje *dataObject* stanja.

DataStore element se također gradi po principu nadgranje na postojećim objektima. On preuzima atribute i asocijaciju modela iz *FlowElement*-a, *RootElement*-a i *ItemAwareElement*-a. Nad tim atributima dodaje atribute koji su specifični za *DataStore* element:

name: string

capacity: integer, i

isUnlimited: boolean.

Kao i *DataObject*, i *DataStore* se može više puta ponoviti unutar procesa, i tada se kroz *DataStoreReference* dodatno opisuju atributom:

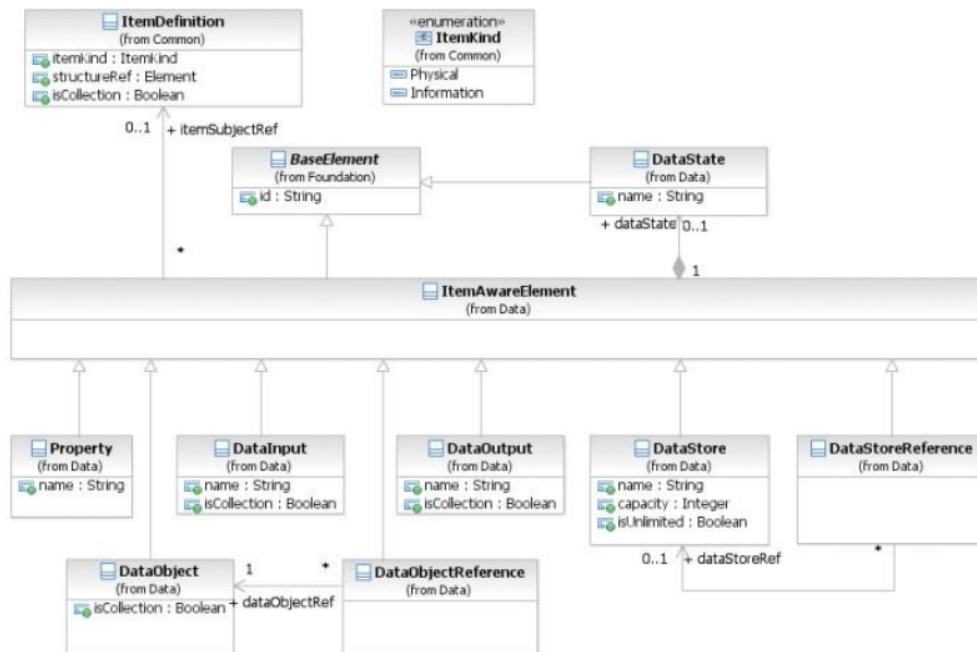
dataStoreRef: DataStore.

Ista pravila važe i za objekte *DataInput* i *DataOutput*. *DataObject*-i se preko *DataAssociations* povezuju sa aktivnostima unutar procesa. One se koriste za prosleđivanje podataka između *DataObject*-a, *Properties*-a i ulaza i izlaza aktivnosti, procesa i *Global* task-ova. Razlozi primanja podataka od *DataObject*-a ili *ProcessDataInput*-a je „punjenje“ aktivnosti *input*-ima i kasnije izbacivanjem *output* vrednostima prilikom izvršavanja Aktivnosti nazad u *DataObject* ili *ProcessDataOutput*.

Ova razmena objekata koja se dešava između aktivnosti ili zadataka (tzv. taskova), je specifična i potrebno joj je posvetiti posebnu pažnju. Formati ulaza i izlaza moraju da se u potpunosti poklapaju, a to je u postojećoj strukturi opisa *dataObject*-a u BPMN standardu nedovoljno specificirano. Ova situacija je česta kad su u pitanju SOA arhitekture, gde su u pitanju potpuno nezavisni servisi / procesi / aktivnosti.

Ukoliko se detaljnije pogleda lista atributa, njihova struktura i namena, uočavamo da je kod *DataObject*-a nedovoljno definisan i trenutni status životnog toka, kao i njegov uticaj na aktivnost na koju je povezan preko asocijacije (*DataAssociations*). Projektant koji opisuje aktivnosti i data objekte koji su povezani sa aktivnostima unutar procesa, nema dovoljno atributa kojima bi mogao da definiše uticaj objekta na samu aktivnost.

ItemAware diagram klasa je dat na Slika 21 [27].



Slika 21 ItemAware class diagram

6.2.1. Proširenje BPMN standarda kao osnove za njegovu integraciju sa Objektnim PDW

Uticaj *dataObject* elemenata unutar BPMN standarda nije u dovoljnoj meri obuhvaćen i definisan, naročito kad je u pitanju njegov uticaj na same aktivnosti unutar procesa. To se naročito uočava u skučenom opisu primene *dataObject*-a, kao i atributa kojim se mogu opisati njegove karakteristike, što dodatno utiče na analizu procesa i njegovo kasnije unapređenje. Atributi koji se predlažu u cilju otklanjanja tih nedostataka bi kroz predložene moguće vrednosti, koje bi ti atributi mogli da poprime, bile iskorištene za definisanje kriterijuma analize, poređenja i unapređenja.

U radu je dat predlog unapređenja standarda BPMN da bi moga oda radi i obuhvat kriterijuma, odnosno atributa proširenjem strukture *DataObject* elemenata kojim se obezbeđuje detaljniji obuhvat njihovih karakteristika kao i međusobni uticaj na proces i aktivnosti unutar procesa. One bi bile kandidati za formiranje kriterijuma kojima bi se na primer primenom višekriterijumskih [106] analiza obezbedila preciznija i standardizovanija analiza kao i preciznije definisanje parametara unapređenja samog procesa i aktivnosti unutar procesa. Atributi koji su predloženi obezbeđuju definisanje preciznih kriterijuma za detaljnije prepoznavanje uticaja (1) *DataObject*-a, njegov mogući status kao i informacija o primeni ili transformaciji samog objekta i njegova trenutna pozicija unutar procesa životnog ciklusa (Influence).

Pošto BPMN omogućava pojavu više istih *DataObject*-a unutar istog procesa, potrebno je definisati attribute kojima bi se „kopije“ *DataObject*-a mogle razlikovati unutar procesa, pogotovu što iste kopije imaju različite uticaje, moguću transformaciju i stanje životnog ciklusa. Dodatni atributi omogućavaju i praćenje kopija *DataObject*-a unutar procesa i obezbeđuju da za svaku „kopiju“ imamo mogućnost definisanja statusa uticaja na aktivnost, kao i trenutnog statusa životnog ciklusa (*DataObjectState*). Atribut *dataObjectType* omogućava da projektant opiše tip objekta (2) što implicitno ukazuje na njegov uticaj na proces ili aktivnost, kao i manipulaciju kojom će taj objekat biti podvrgnut. Atribut *dataObjectState* omogućava da se definišu stanja (3) prilikom svake pojave objekta unutar procesa. To bi sa jedne strane prikazalo životni ciklus samog objekta unutar procesa, a sa druge strane dalo uvid uticaja i manipulisanje aktivnošću unutar objekta.

Praktičnim primerom je pokazana opravdanost, jednostavnost i upotrebljivost predloženih atributa kojima bi se dodatno opisali entiteti i čime bi se poboljšala upravljivost procesa boljom kontrolom interakcije između aktivnosti i podataka unutar procesa. Na taj način su dobijeni kriterijumi za posmatranu analizu koji se mogu iskoristiti za višekriterijumsku analizu. *SAP Power Designer* je iskorišten za demonstraciju primene proširenja samih entiteta, kao i pregled mogućih ograničenja koja se odnose za definisanje default vrednosti i dodatno njihovih ograničenja vezanih za kriterijume, tipove podataka, kao i integritet. Ovi atributi bi omogućili projektantima i sistem analitičarima da iskoriste punu snagu BPMN standarda, bogatstvo njegovih grafičkih simbola, preglednost u prikazu toka procesa i da dodatno obogate analizu detaljnim obuhvatom *dataObject*-a koji su neizostavan i bitan učesnik u odvijanju procesa.

Dodatna snaga pri opisu bi bila data upotrebom grafičkih simbola koji bi pokrili primenu ovih dodatnih atributa. Međusobne interaktivnosti kroz pokretanje višekriterijumskih analiza

nad ovim atributima bi projektantu dale moćan alat za analizu aktivnosti unutar procesa, uticaj *dataObject*-a na aktivnosti i obrnuto. Isto tako, višekriterijumske analize bi omogućile i poređenje različitih procesa i prepoznavanje po kojim parametrima su slični, a po kojima se razlikuju.

6.2.2. Predlog proširenja atributa/kriterijuma koji opisuju objekte podataka

U ovom delu se daju predlozi proširenja atributa/kriterijuma koji opisuju *DataObject* i *DataObjectReference* elemente unutar BPMN standarda u cilju omogućavanja višekriterijumskih analiza i njihovih uticaja na aktivnosti. S obzirom da *DataObject*-i mogu značajno da utiču na odvijanje procesa i aktivnosti unutar procesa, tokom snimanja procesa, potrebno je prepoznati objekte, njihovu strukturu, uticaj, kao i faze životnog ciklusa. Ovaj proces može imati više nivoa detaljnosti:

- Konceptualni nivo
- Nivo prepoznavanja strukture objekta
- Nivo prepoznavanja detaljnog uticaja na sam proces (ulazni objekti), na aktivnosti unutar procesa, na okolne procese i faze životnog ciklusa samog objekta.

Objekat može biti iskorišćen na više načina, kao na primer:

- Može biti ulaz u aktivnost koju će aktivnost da transformiše,
- Može biti ulaz u aktivnost koja kontroliše samu aktivnost,
- Može biti ulaz u aktivnost gde vrši ulogu resursa koji je neophodan da bi se aktivnost izvršavala, i
- Može biti izlaz iz aktivnosti.

Dodatno *dataObject* može predstavljati ulaz i izlaz iz procesa, gde direktno utiče na pokretanje i odvijanje samog procesa (*inputDataObject*) i uticaj na okruženje, odnosno na druge procese (*outputDataObject*). Sa druge strane, interni *dataObject* može imati različite uticaje na aktivnosti unutar procesa. Na primer, kod procesa održavanja opreme, unutar samog procesa dolazi do kreiranja dokumenta Radni nalog (*Work order*). Taj radni nalog (*dataObject*) ima drugačiji način upotrebe unutar aktivnosti u procesa održavanja opreme i to:

1. Aktivnost *kreiranja radnog naloga* **kreira** radni nalog (*create*),
2. Aktivnost *rad po radnom nalogu*, gde serviser **unos** podatke o tome šta je radio **tokom popravke** u radni nalog (*update*),
3. Aktivnost *zatvaranje radnog naloga*, gde rukovodilac službe potvrđuje podatke na radnom nalogu i potvrđuje ispravnost unetih podataka (*update*),
4. Aktivnost *izveštavanje o aktivnostima serviser* **koristi podatke iz radnog naloga** da bi na osnovu njih generisali izveštaje o aktivnostima servisa i serviser, kao i izveštaje o opremi koja je popravljana, kao i o utrošku delova i sklopova (*read*),
5. Aktivnost *nabavka rezervnih delova i repromaterijala* **koristi** podatke o utrošenim rezervnim delovima i sklopovima i prosleđuje ih službi nabavke (*read*),
6. Aktivnost *unapređenje procedura održavanja opreme* **koristi** podatke sa radnog naloga u cilju unapređenja postojećih procedura za održavanje opreme (*control*).

Sa druge strane, svaki radni nalog ima svoj životni ciklus, koji se kreće od:

- **Kreiranje** radnog naloga,
- **Ažuriranje** radnog naloga podacima vezanim za popravak određene opreme,
- **Zatvaranje** radnog naloga koji se dešava overavanjem (ili prijavom da popravak nije uspešan ili je popravak delimičan).

Na osnovu ove dve grupe informacija o radnom nalogu, vidimo da imamo tri bitna segmenta *dataObject*-a koje treba opisati tokom analize procesa. Prvi je kako se upotrebljava, odnosno kako se aktivnost ponaša u zavisnosti od uticaja *dataObject*-a, drugi je kako se transformira *dataObject* od strane aktivnosti tokom te manipulacije i treći je kako se menja životni ciklus *dataObject*-a. Pošto u okviru standarda tih segmenata opisa objekata nema, nije bilo moguće dati opise tih gore navedenih elemenata koji jasnije definišu objekte i njihovu interakciju sa aktivnostima.

Sa druge strane, projektanti prilikom rada na unapređenju procesa koji je prethodno snimljen, vrlo često rade i predloge alternativnih skupova aktivnosti unutar procesa, kao i alternativnih redosleda odvijanja samih aktivnosti unutar procesa [107]. Kada koriste višekriterijumske analize, mera za dostizanje svakog kriterijuma za svaku od definisanih alternativa koje dobijamo analizom, javlja se atribut koji predstavlja neku osobinu, karakteristiku, kvalitet ili performansu alternativne a na osnovu posmatranog kriterijuma (kriterijum i atribut se koriste i kao sinonimi). Na taj način, svaki atribut zavisi od ugla posmatranja i od mogućih alternativa i samim time, dole navedeni atributi bi bili samo početni parametri za procenu i analizu procesa i aktivnosti unutar procesa i prepoznavanje ključnih atributa neophodnih za analizu [108].

Tabela 10 Prikaz postojećih atributa *DataObject* kod nekih od alata za projektovanje i analizu procesa

Bizagi Modeler / Studio 11.2.xx									
dataObject									
Basic	Extended	Advanced	Presentation Action						
Display name	Add New Attribute	State	On click						
Name									
Description									

Power Designer ver. 16.6.xx									
dataObject, dataInput, dataOutput, dataObjectReference									
General	Definition	rules	Related diagrams	Dependencies	Traceability Links	Version Info			
		Name	Name		linked Object				
Code		Code	Code		Link Type				
Comment			Object Type		Linked Object Type				
					Linked Model				
					Linked package				

Enterprise Architect ver. 14.0.xx									
dataObject		dataInput / dataOutput		dataObjectReference		Element			
Base Element	DataObject	Base Element	data Input	Base Element	Reference	General	State	Project	Advanced
auditing	isCollection	auditing	isCollection	auditing	dataObjectRef	Type	Status	Package	Scope
documentation	itemSubjectRef	documentation	itemSubjectRef	documentation	dataState	Stereotype	Complexity	Created	Language
monitoring	dataState	monitoring	dataState	monitoring	isCollection	Role	Version	Modified	Filename
					itemSubjectRef	keywords	Phase	GUID	Multiplicity
						Author		WebEA	Classifier

Visio Professional 365									
Properties									
Id	Categories	Documentation	ArtifactType	Name	State	Label	Text	CategoryRef	ElementType
									Collection

Zbog tog nedovoljnog definisanja, ni u većini alata za modeliranje procesa koji koriste BPMN, ne postoji mogućnost detaljnijeg opisa objekata. Zbog ograničenja koje nameće sam standard, potrebno je izvršiti tri dopune, odnosno proširenja kroz dodavanje atributa unutar meta strukture *dataObject*-a, koja bi omogućila dodatna pojašnjenja *dataObject*-a, i obezbedila jasniji pregled međusobne interakcije koja se dešava između *dataObject*-a i aktivnosti unutar posmatranog procesa. **Error! Reference source not found.**Iz toga proističe potreba za

proširenjem strukture *DataObject*-a dodatnim atributima koji će omogućiti da se detaljnije obuhvati njihovo značenje i uticaj.

Dodatnu komplikaciju analitičarima predstavlja mogućnost da se jedan te „isti“ *DataObject* element može pojaviti više puta unutar istog procesa i tada se po standardu definiše kao *DataObjectReference*, i koji se može pojaviti u različitim fazama životnog ciklusa, što postojećim standardom nije moguće prikazati.

6.2.2.1. Atribut uticaja

Prva dopuna se odnosi na uticaj aktivnosti na sam objekat, odnosno na uticaj objekta na aktivnost, koji može biti:

1. Ulaz u aktivnost i objekat se transformiše unutar aktivnosti,
2. Ulaz u aktivnost i objekat se koristi kao upravljačko/kontrolni/informativni element na osnovu koga se definiše rad same aktivnosti,
3. Ulaz u aktivnost predstavlja resurs koji je neophodan da bi se aktivnost uopšte izvršila.

Ova dopuna je važna jer bi omogućila praćenje životnog ciklusa *dataObject*-a kroz odvijanje samog procesa. Podizanjem definisane moguće vrednosti koju ova dopuna može da poprimi na nivo ograničavajućeg kriterijuma, projektant bi mogao da definiše ulogu korisnika unutar određene aktivnosti i prava o ograničenja koja ima tokom izvršenja same aktivnosti, a koje bi se odnosile na dotični *dataObject*.

Ukoliko se upoređuje više aktivnosti unutar procesa, višekriterijumskim analizama, gde bi se menjali ključni kriterijumi, došlo bi do varijacija odstupanja pojedinih međuzavisnosti (između *dataObject*-a i aktivnosti) unutar jednog ili više procesa [109].

Izlazni *dataObject* iz aktivnosti je rezultat odvijanja same aktivnosti, ali pri tome ima ograničenje, jer aktivnost koja ne proizvodi nikakav izlaz ne bi trebala da postoji.

Taj atribut bi imao naziv :

Influence: Influence,

Gde bi *Influence* mogao da poprimi jednu od vrednosti (I, C or R):

- ulaz (I),
- upravljanje (C), ili
- resurs (R).

Ovo bi automatski definisalo moguć uticaj *dataObject*-a na aktivnost, kao i moguće manipulacije koje aktivnost može da primeni na *DataObject*-u.

Kad je u pitanju *DataObjectReference*, isti *DataObject* se može pojaviti više puta, ali ono što je problem, on može da utiče na aktivnosti u svakom pojedinačnom slučaju na drugi način. U jednom slučaju je to element koji se generiše unutar procesa, a u drugom slučaju može da bude isti element koji neka druga aktivnost stvara. Na taj način koreliranje kriterijuma kreiranja/čitavanja/izmena omogućena je analiza prava/ograničenja veze između korisnika i aktivnosti, na npr. određenom resursu (dokument, standard, neki mašinski sklop i dr.).

Standard definiše atribut koji dodatno opisuje *DataObjectReference*:

dataObjectRef: DataObject,

koji ukazuje na izvorni *DataObject* koji predstavlja ovaj *DataObjectReference*.

6.2.2.2. Definisanje tipa *dataObject*-a

Standard nije predvideo definisanje tipa *dataObject*-a. Ovaj atribut bi omogućio sistem analitičaru da kod snimanja procesa i aktivnosti proširi opis objekta. To bi znatno unapredilo tumačenje samog objekta, njegov uticaj na proces i aktivnosti, i dodatno objasnilo način manipulacije objektom unutar procesa. Ovaj predlog trećeg atributa koji bi definisao tip objekta bi omogućio logičko povezivanje objekata koji su u službi resursa koji su neophodni za odvijanje aktivnosti i omogućio bi definisanje uticaja tih resursa na objekat koji je u interakciji sa aktivnošću.

Atribut tip objekta bi našao dodatnu primenu pri analizi trajanja pojedinih procesa, analizi KPI, kod analize višekriterijumskih analiza, kritičnih i alternativnih puteva i slično, jer bi omogućio izbor samo onih aktivnosti koje su u interakciji sa *dataObject*-om određenog tipa i koji su neophodni za određenu analizu procesa i uticaja na samu aktivnost. Taj atribut bi bio:

dataObjectType: *dataObjectType* u formatu char,
odnosno

dataObjectRefType: *dataObject RefType* u formatu char,
tip objekta bi pri tome mogao da ima predefinisane vrednosti ili bi vrednosti mogle da budu opisnog karaktera, kao na primer dokument (propis, uputstvo, standard, ...), grafički element, IT element i dr.

6.2.2.3. Definisanje stanja *dataObject*-a

U standardu [27], u poglavlju 10.3.1., tabela 10.51. definisan je atribut *dataState*:

dataState: *dataState* [0...1],

koji definiše određena stanja za podatke sadržane u *dataObject*-u. U standardu se izričito napominje da „definicija ovih stanja, kao na primer, moguće vrednosti i bilo koja specifična semantika su izvan opsega ove specifikacije. Stoga, korisnici mogu koristiti element *dataState* za proširenje BPMN-a radi definisanja opisa sopstvenih vrednosti stanja [27], slika 7.8, i Table 10.54 – „*DataState attributes and model associations*“.

Predlog je da se ovaj treći uticaj odnosi na stanje samog *dataObject*-a koje je definisano njegovim životnim ciklusom, a ne na stanje podataka sadržanih unutar *dataObject*-a. Podaci unutar *dataObject*-a mogu imati različita stanja tokom životnog ciklusa samog *dataObject*-a, pa je samim time vrlo nepraktično da se ovakav način tumačenja atributa stanja *dataObject*-a odnosi na njegove interne podatke, definisane meta strukturom.

Kada je u pitanju npr. *DataObject* Work Order (radni nalog), uočljivo je da on može da ima nekoliko stanja, kao što je navedeno na početku Poglavlja 6.2.2 ovog rada (stanje *dataObject*-a u trenutku njegovog kreiranja, stanje u kome se *dataObject* ažurira i stanje u kome je *dataObject* zatvoren i koji se više ne može menjati).

Zbog toga je potrebno konkretizovati i standardizovati stanje samog *DataObject*-a atributom koji će precizno definisati trenutno stanje, u ovom primeru Work order-a i promenu stanja posmatranog *dataObject*-a unutar procesa, analogno i kod *DataObjectReference*:

DataObjectState: *dataObjectState*.

Analogno, za *dataObjectReference*, atribut bi bio:

dataObjectRefState: *dataObjectRefState*.

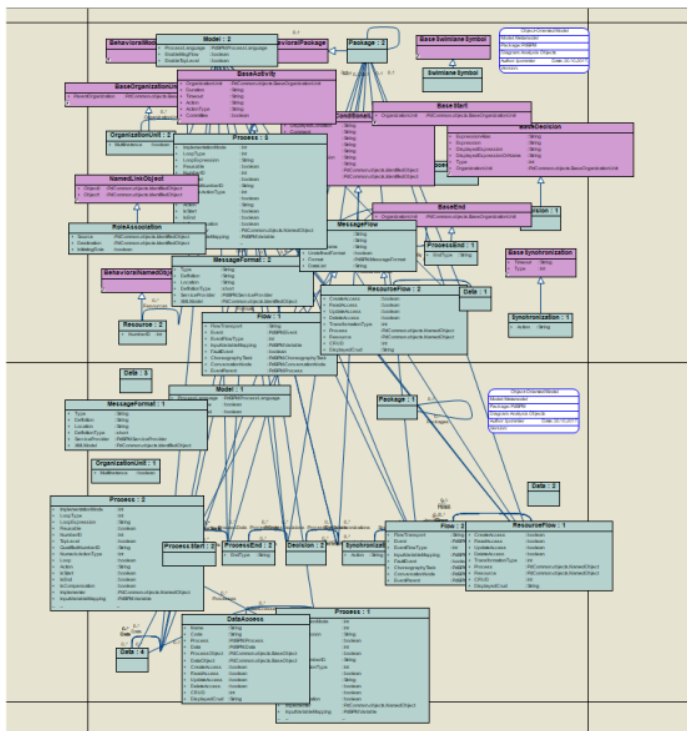
Na taj način bi se omogućilo precizno vođenje statusa stanja *dataObject*-a, što bi moglo da obezbedi pregled mogućih akcija same aktivnosti nad *dataObject*-om, a u zavisnosti od njegovog stanja.

Atributi navedeni u poglavljima od A do C su samo deo mogućih elemenata čijom bi se implementacijom uz kombinovanje sa višekriterijumskom analizom tih atributa značajno unapredila i olakšala analiza međusobne aktivnosti *dataObject*-a i aktivnosti unutar procesa.

Preciznim definisanjem dozvoljenih vrednosti koje ti atributi mogu da poprimе, standardizovali bi se rezultati tih višekriterijumskih analiza koji su vezani za sam posmatrani proces, ali isto tako i kod daljih analiza i uspoređivanja različitih procesa. Projektant – analitičar bi na osnovu ovih analiza mogao da standardizuje kriterijume po kojima bi radio analizu i unapređenje, a u isto vreme bi se izvršila standardizacija međusobnog poređenja različitih procesa.

6.2.3. Primena predloga proširenja standarda na SAP *Power Designer* alatu

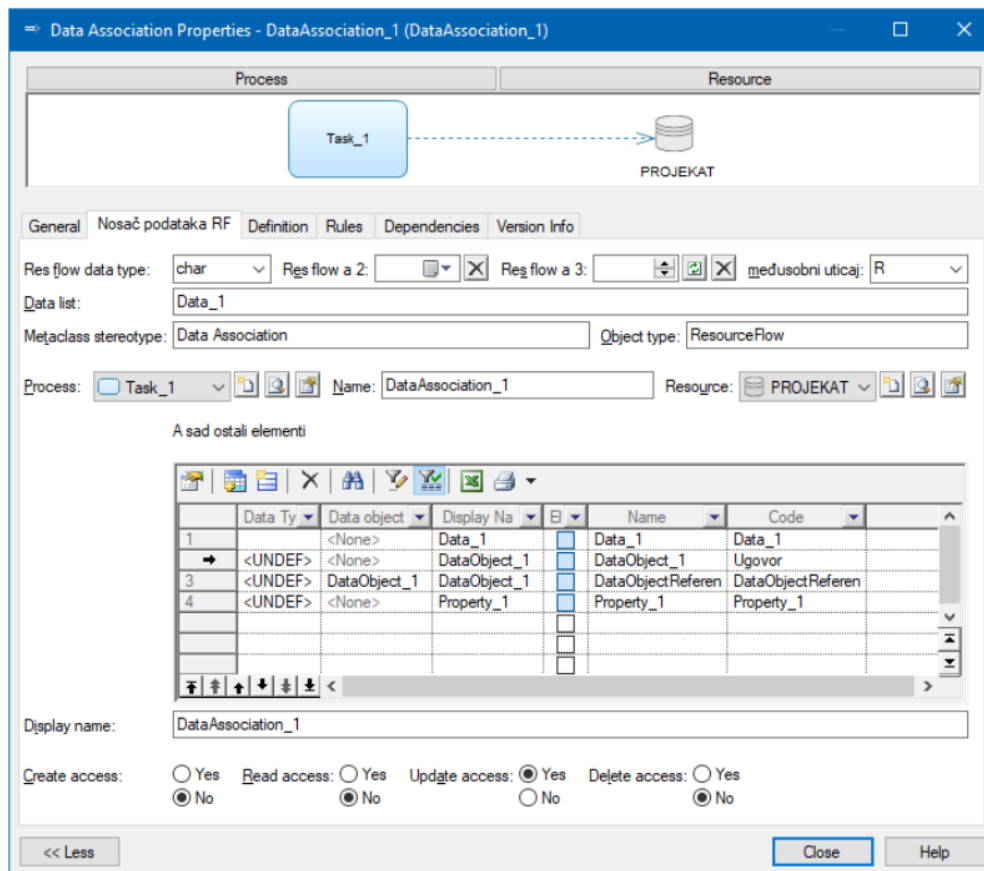
SAP *Power Designer*²⁶ je alat koji ima mogućnost primene različitih standarda za modeliranje procesa i podataka. Za ovaj primer primene, iskoristiće se njegova mogućnost snimanja procesa korišćenjem BPMN standarda. *Power Designer* (u nastavku teksta PD), koristi složene sisteme za modeliranje i omogućava da preko svojih internih struktura podataka omogući konzistenciju i povezanost entiteta na baznom nivou. Njegov meta model PdBPM je sastavljen od nekoliko podmodela (*Analysis Objects*, *Business Process Model*, *Features*, *Symbols*) koji su integrisani u jedan celoviti PdBPMN model. Struktura *Analysis Object* modela je data na Slika 22.



Slika 22 Struktura entiteta *Analysis Object* modela

5

Ovo je jedan od načina na koji se može PD proširiti dodatnim zahtevima. Ovaj način je za specijaliste koji su familijarni sa relacionim modelom jednostavniji i brži za rad. Za druge, mogu se iskoristiti opcije vezane za ekstenzije, bilo da su lokalnog tipa ili se odnose na proširenje meta podataka (Slika 23).

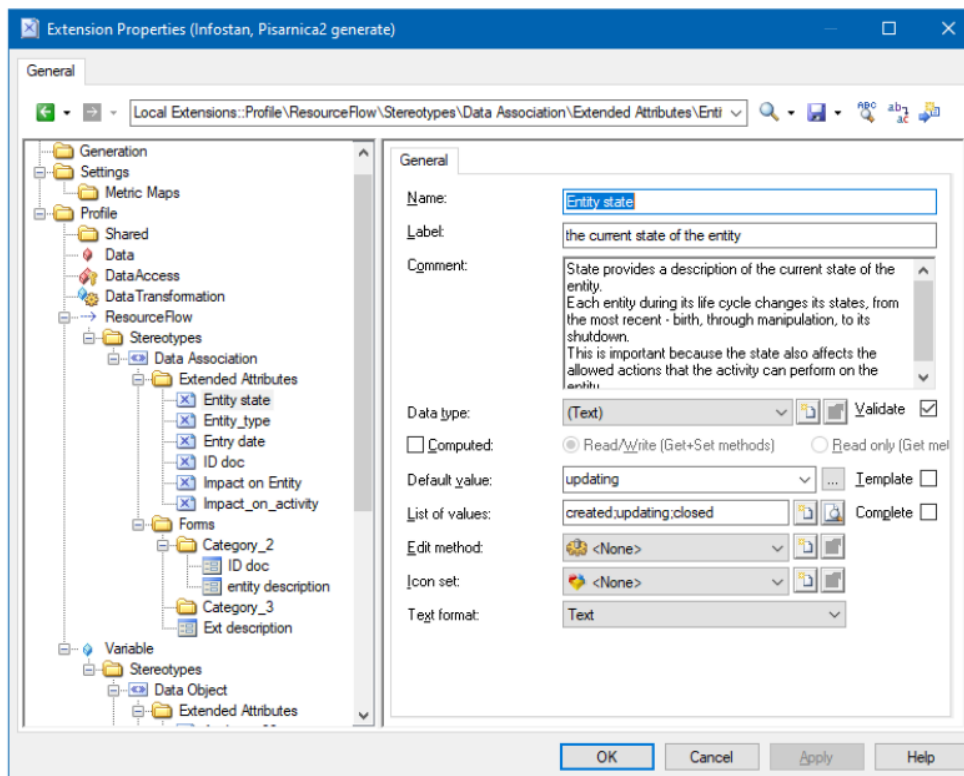


Slika 23 Primer dodatnih atributa za opis Data Association karakteristika

Bez obzira koja je metoda primenjena, u oba slučaja dolazi do proširenja meta podataka modela. Ključno ograničenje je da prilikom tih proširenja ne dođe do narušavanja integriteta strukture i relacija.

Ovde je prikazano proširenje meta modela, primenom ekstenzija, gde su se proširenja na nivou atributa, grupisanih na nivo novog *tab-a*, odnosno nove forme. Ove forme, a samim time i atributi su povezani sa *DataObject*-om, *DataObjectReferences* i *DataAssociation* elementima BPMN standarda. Kreiranjem ili modifikacijom tih elemenata, u okviru standardnih menija, dobijena su određena proširenja – ekstenzije, koje u potpunosti podržavaju gore navedene predloge proširenja BPMN standarda.

Na Slika 24. je dat pregled strukture ekstenzija koje omogućavaju dodatni opis karakteristika *DataAssociation* elementa.



Slika 24 Primer proširenja osnovnog modela Data Association

Dodata su 6 elementa:

- Entity state,
- Entity Type,
- Entity date,
- ID doc,
- Impact on Entity, i
- Impact on Activity,

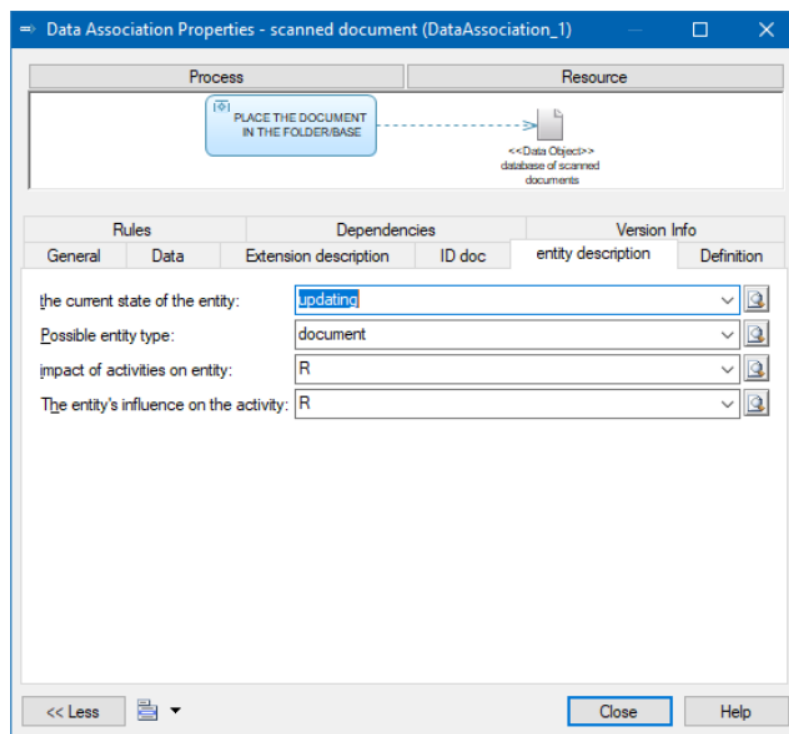
Entity State, *Entity Type*, *Impact on Entity* i *Impact on Activity* su direktno povezani sa ovim predlogom proširenja BPMN standarda. Ostala 4 su primer kako se može dodatno proširiti i unaprediti BPMN model uključivanjem drugih standarda u cilju njegovog poboljšanja.

Na Slika 25. je dat prikaz integracije ovih elemenata proširenja u formu – tab, gde su u tab-u *entity description* dati predloženi atributi, kao i njihove moguće vrednosti:

- Za State: updating, creating i closed,
- Za entity type: document, procedure, invoice itd.,
- Za uticaj na entitet: I, C ili R, i
- Za uticaj na aktivnost: C, R, U i D.

Izveštaji koji bi se generisali bi dali pregled kriterijuma upoređivanja i prikazali gde se nalaze odstupanja ili rasipanja od željenih vrednosti, kao i veličinu uticaja *dataObject*-a na određene aktivnost i obrnuto. Procentualni uticaji određenog kriterijuma i njegova disperzija na

aktivnosti/*dataObject* daje direktno proporcionalni uvid u njihov odnos i omogućava nam da se unapredi analiza, kao i da se omogući veći stepen unapređivanja pojedinačnih aktivnosti, kao i samog procesa u celini.



Slika 25 Prikaz integracije elemenata proširenja

Ovim pristupom je u potpunosti potvrđena povezanost teorijskog pristupa i praktičnog primera koji se potvrđuje jednostavnost i upotrebljivost predloženog proširenja BPMN modela upotrebom SAP Power Builder alata za projektovanje.

7. Primena unapredene metode na proces održavanja opreme

7.1. Proces održavanja opreme

Najčešći principi održavanja do II Svetskog rata su bili „popravi kad se pokvari“. Industrija nije bila mnogo komplikovana, niti automatizovana. Zastoji su bili jednostavni i lako su se otklanjali. Ovaj princip se zvao „održavanje prve generacije“. Taj jednostavni sistem je morao da se koriguje pojavom složenijih i raznovrsnijim proizvodima tokom II Svetskog rata. Tada je foku pomeren na produktivnost i način održavanja se pomerio ka sprečavanju opreme, odnosno prešlo se na preventivno održavanje bazirano na vremenu.

Enormno povećanje industrijskih proizvoda u avio industriji izazvalo je novu paradigmu održavanja. Između 1950-ih i 1970-ih javlja se treća generacija održavanja, koja se bazirala na „starosti“ komponenti. Komponente je trebalo zameniti pre nego što se pojavi mogućnost (po bilo kom parametru) da dođe do kvara ili otkaza i na taj način se povećala pouzdanost i bezbednost putnika. Ovakav pristup je pokazao čudne rezultate. Kao prvo, smanjena je pojava nekih kvarova što je dobro. Kao drugo, veći broj kvarova se dešava jednako često kao i pre, što je bilo poprilično zbunjujuće. Treće, većina grešaka se sada dešavala češće, što je bilo potpuno izvan logike i šokantno. To je izazvalo veliku zabrinutost u avio industriji. Nakon 12 godina posebno osnovane radne grupe na proučavanju pojava grešaka, ustanovili su da remont nema nikakav ili skoro nikakav uticaj na pouzdanost ili bezbednost.

Sadašnji principi održavanja se baziraju na konceptima koji su formalizovani polovinom 70-ih godina. Radna grupa je otkrila da se većina kvarova dešava nasumično a ne na osnovu starosti. Zato je Boing na avionu 747-100 uveo koncept održavanja usmerenog na pouzdanost i smanjeni su troškovi održavanja za skoro 30%.

Pokazatelji današnjeg procesa održavanja ukazuju na određena odstupanja od postojećih postulata na kojima se zasnivao proces. U današnjim uslovima visoke tehnologije instalirane opreme, koja je pokrivena senzorima, sa materijalima koji su dovedeni do savršenstva, kao i do proizvodnog procesa i njegove tehnologije, koja sa postojećom proizvodnom opremom postiže visoke kvalitete proizvedenih delova i sklopova, dovodi u sumnju opravdanost preventivnog održavanja kao varijante za smanjenje vremena otkaza opreme. Konstantno se razvijaju nove metode za praćenje stanja opreme, analiziraju se faze životnog ciklusa tehničkog sredstva, kao i novi algoritmi za donošenje odluka o intenzitetu i načinu održavanja sredstava.

Složenost procesa održavanja se reflektuje različitim pristupima i još različitim oblastima koje su predmet istraživanja. Od sistema upravljanja, organizacije i predikcije vezane za repromaterijale, oblasti koje se odnose na predviđanja, psihološke aspekte obuke i odnosa unutar službe održavanja, itd..

U ovom radu fokus kad je u pitanju služba održavanja je vezan za snimanje procesa održavanja, analizu postojećih podataka o izvršenim popravkama, vezama rezultata sa spoljnim ograničavajućim faktorima, ciljevima koje je služba trebala da postigne, kao i načinima integracije tih podataka u jedinstvenu bazu podataka specijalizovanu za različite oblike pretraga i analiza. Ostali segmenti naučnog pristupa istraživanju oblasti vezane za održavanje opreme nisu uzimani u obzir.

S obzirom da postoji nekoliko teorijskih pristupa koji se odnose na složenost samog procesa održavanja, potrebno je kroz nekoliko rečenica objasniti osnovne pristupe i dati pojašnjenje organizacije službe čiji se podaci analiziraju. Postoje četiri osnovna tipa održavanja:

- Korektivno,
- Preventivno
- Bazirano na riziku, i
- bazirano na stanju.

Drugi pristup deli tipove održavanja na:

- Bazirano na vremenu,
- Bazirano na otkazima
- Bazirano na rizicima
- Bazirano na stanju opreme
- Bazirano na predikcijama

Sledeći pristup je podela na:

- Preventivnom, uključuje redovne i periodične (vremenske) rasporede
- Korektivnom, javlja se kas se uoči problem,
- Pred terminiranom, koje prati fabrički raspored,
- Bazirano na stanju, koje se javlja kada situacija ili stanje ukazuje da je potrebno održavanje
- Prediktivnom, vođeno podacima i pod uticajem tekućih parametara
- Reaktivno, kada dođe do otkaza

Na osnovu samo nekih od varijanti predloga struktuiranja procesa održavanja opreme, može se održavanje podeliti u dva segmenta:

- Preventivno, i
- Korektivno održavanje.

Preventivno održavanje se radi pre nego je došlo do kvara ili odstupanja rada od fabričkih podešavanja. Cilj je da se smanji ili otkloni pojava kvara. Minimizuje posledica kvara ili da se izvrši procena rizika od pojave kvara.

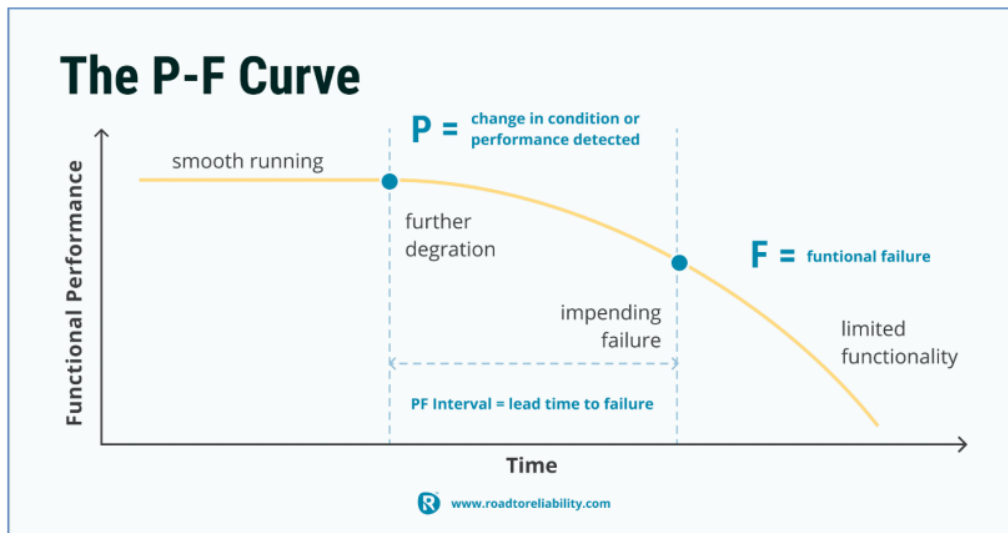
Kada je u pitanju korektivno održavanje, tada je već došlo do kvara ili zastoja na opremi ili je došlo do odstupanja od parametara koje garantuje proizvođač. U ovom radu se fokusiramo na korektivno održavanje i situacije koja se inicira dobijanjem saznanja da se pojavio kvar ili odstupanje od fabričkog podešavanja.

Pod preventivnim održavanjem podrazumevamo proces održavanja opreme koji se zasniva na zameni ili znavljanju ili korekciji sredstva u određenom intervalu koje može biti fiksno ili uslovljeno nekim parametrima (moto čas, pređeni kilometri, vreme od prošle intervencije, ...). Preventivno održavanje se odvija bez obzira na stanje opreme. Ovaj segment preventivnog je ovde istaknut jer posmatrana služba održavanja ima ugovorenu obavezu preventivnog održavanja. Tipovi preventivnog održavanja:

- Održavanje zasnovano na vremenu (TBM)
- Održavanje za otkrivanje kvarova (FFM)
- Održavanje zasnovano na riziku (RBM)
- Održavanje na osnovu stanja (CBM)
- Predviđeno održavanje (PDM)

Održavanje zasnovano na riziku (RBM) se bazira na metodologiji procene rizika pri kojoj je bitno da se određeni resursi dodele onim sredstvima koja nose najveći rizik u slučaju kvara (rizik i posledice rizika mogu biti materijalne, finansijske ili personalno – političke).

Održavanje za otkrivanje kvarova (FFM) se odnosi na onu vrstu opreme koja je najčešće povezana sa nekom zaštitnom funkcijom i koja nema potrebe da funkcioniše ukoliko ne dođe do nekog zastoja (sigurnosni ventili, sirene za opasnost, ...). Zadaci održavanja imaju za cilj otkrivanje skrivenih kvarova koji su tipično povezani sa zaštitnim funkcijama. Zamislite sigurnosne ventile za pritisak, predajnike za isključenje i slično. Ova vrsta opreme se ne aktivira sve dok se neka druga ne pokvari. To znači da u normalnim uslovima rada se ne zna da li je ova oprema funkcioniše ili ne, tj. dok je režim kvara skriven. A pošto su ovi kvarovi skriveni, moraće da se pronađu pre nego što se oslonite na tu opremu da vas zaštiti. Većina kvarova nije vezana za starost i sami kvarovi obično daju neko upozorenje da se neka nefunkcionalnost dešava ili će se desiti. Ako se mogu pronaći dokazi da je nešto u ranoj fazi neuspeha, možda je moguće preduzeti mere da se spreči njegov potpuni neuspeh i/ili da se izbegnu posledice neuspeha. Tada se javlja održavanje na osnovu stanja, *Condition Based Maintenance*, (CBM).



Dijagram 3 Uslovi održavanja zasnovani na P-F krivi

Održavanje zasnovano na uslovima kao strategija, stoga, traži fizičke dokaze da se kvar dešava ili će se dogoditi. Razmišljanje o CBM-u na ovaj način pokazuje njegove šire primene izvan tehnika praćenja stanja koje su često povezane samo sa rotirajućom opremom. Ova specifičnost, koja se javlja kad je u pitanju rotacija opreme je česta kad je u pitanju održavanje bankomata, jer se najčešće neispravna oprema, sklop ili deo skidaju i menjaju sa ispravnim, a

neispravni ide u servis na reparaciju i čeka neki drugi kvar na drugoj opremi gde će biti ugrađen umesto neispravne. Važan koncept u okviru održavanja zasnovanog na uslovima je P-F kriva prikazana na Dijagram 3. Kriva pokazuje da kako kvar počne da se manifestuje, oprema se pogoršava do tačke u kojoj se može otkriti (tačka „P“). Ako se kvar ne otkrije i ne ublaži, nastavlja se sve dok ne dođe do funkcionalnog kvara (tačka „F“). Vremenski opseg između P i F, koji se obično naziva P-F interval, je prozor mogućnosti tokom kojeg inspekcija može otkriti neposredan kvar i dati vam vremena da se otkloni.

7.2. Analiza i poboljšavanje performansi procesa održavanja opreme

7.2.1. Primena proširenih koraka za snimanje i analizu procesa

BPMS je softverski sistem koji je upravljan konkretnim procesnim dizajnom (izabranim, odnosno usvojenim pre početka analiza i poboljšavanja) u cilju realizacije i upravljanja operativnim poslovnim procesima. BPMS je uveden u cilju olakšavanja procesa dizajniranja, administracije, upravljanja i poboljšavanja poslovnih procesa [110]. Kao deo faze implementacije životnog ciklusa BPMS-a, procesi se opisuju usvojenim BPMS-om, a zatim im se dodaju agenti i resursi, odnosno neophodni mehanizmi bez kojih se aktivnosti i procesi ne bi mogli odvijati. To su elementi koji su odgovorni za izvršavanje procesa i koji u isto vreme vrše upise stanja po izvršenju svake aktivnosti (logiranje merljivih informacija o realizovanom procesu) u tzv. procesni log, ili činjenica (po terminologiji DW-a). Ti fajlovi, ako su pravilno generisani, mogu da posluže u cilju praćenja toka svakog procesa, njegovog početka i kraja, kao i sve među faze, realizovane kroz aktivnosti unutar procesa, kao na primer:

- Proces odvijanja održavanja opreme:
 - o Prijava kvara,
 - o Defektaža kvara,
 - o Rad po radnom nalogu,
 - Otklanjanje kvara,
 - Popravljanje dela,
 - Zamena dela,
 - o Itd.

Ti log fajlovi sadrže stavke aktivnosti (prijava kvara, trenutak odlaska na teren, dolazak i početak otklanjanja kvara i trenutak završetka otklanjanja kvara i puštanja bankomata u pogon), koje su se pojavila tokom izvršenja procesa. Pridruženi mehanizmi (resursi koji su učestvovali u otklanjanju kvara) i rezultat izvršenja su bazne informacije koje su unete u log izvršenja. Ti tragovi procesa spremljenih u logove su opšte prihvaćeni kao osnovna i vrlo bitna količina informacija koju možemo da iskoristimo za analizu performansi procesa i za identifikaciju mogućnosti za poboljšavanje – unapređenje.

7.2.1.1. Izbor procesa koji će se analizirati

Analizom postojećeg sistema rada u službi održavanja, odnosno analizi procesa, pod procesa i aktivnosti generisan je model procesa. Za generisanje modela je korištena IDEF0 metoda, kojoj je u ovom radu data potvrda njene kvalitete kroz date objavljene studije i stručne

radove. U prethodnim poglavljima je dat pregled najpoznatijih i najprimenljivijih metoda koje se trenutno koriste u svetu i napravljena je analiza njihove upotrebljivosti. Time je potvrđena hipoteza o kvalitetu i upotrebljivosti metode za modeliranje procesa.

Alat koji je korišten pri ovom modeliranju je bio BPwin ver.7.3, odnosno ERwin Process modeler 9.5 (novi naziv), svetski priznate firme CA²⁷.

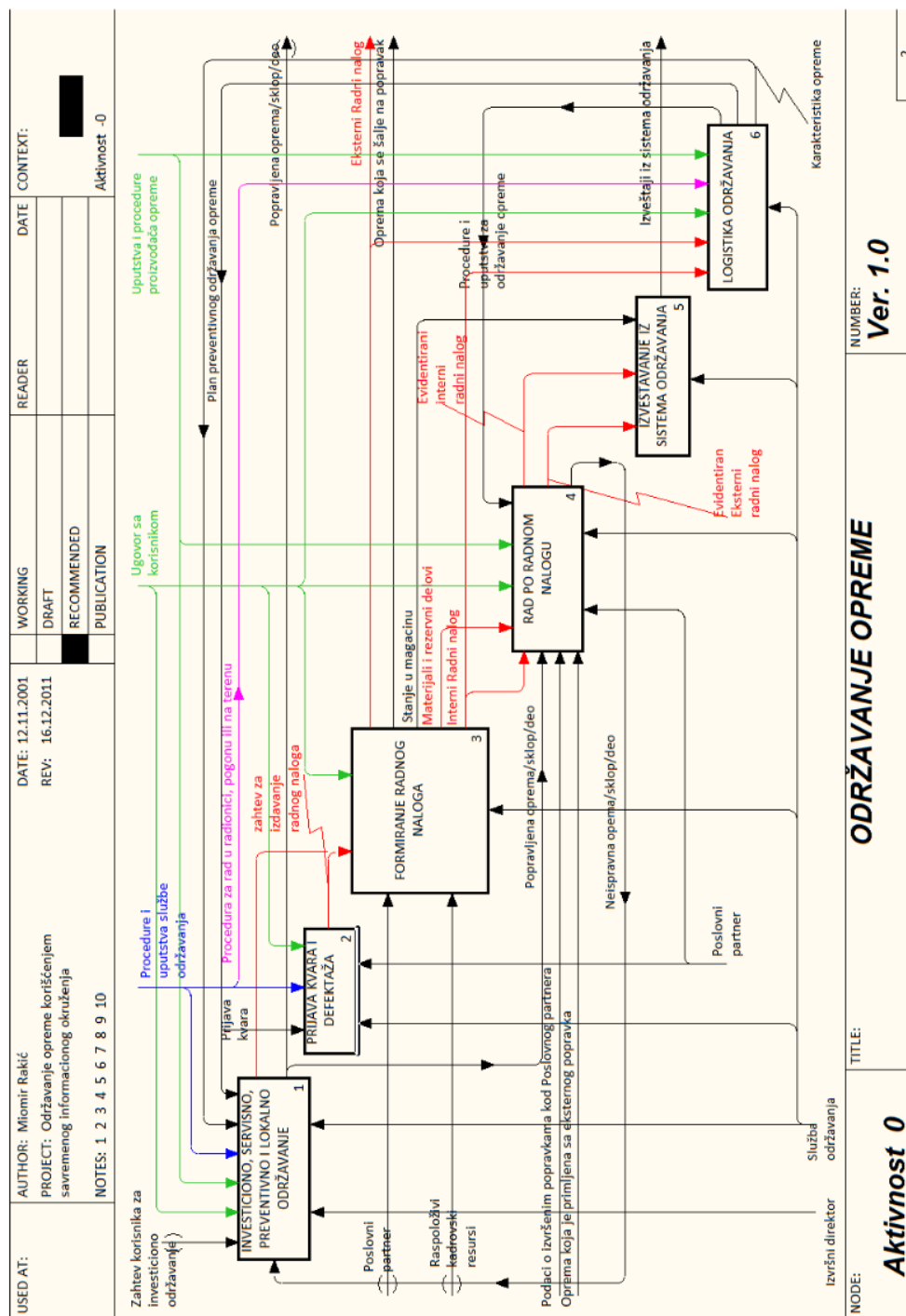
Prilikom modeliranja prepoznata je struktura procesa, pod procesa i aktivnosti od kojih se sastoji poslovna funkcija održavanja opreme. Osim aktivnosti i procesa, prepoznati su i definisani ulazi i izlazi iz svake aktivnosti i njihova struktura. Ukupno je prepoznato preko 50 procesa, pod procesa i aktivnosti koje čine funkciju održavanje opreme. Svaki od tih procesa/aktivnosti je detaljno analiziran i opisan.

Unutar prepoznate strukture ulaza i izlaza, definisane su CRUD matrice koje se odnose na pojedinačne vrednosti (mere) koje su rezultat ulaza ili izlaza iz procesa, kao i IRUN matrice koje dodatno opisuju operaciju nad svakim pojedinim atributom ulazno izlazne vrednosti. Svaki od elemenata je dodatno opisan preko definicije i detaljnog opisa, kao i preko UDP strukture.

Precizno su navedene strukture i tokovi agenata koji učestvuju u odvijanju tih procesa i aktivnosti kao i njihovi uticaji.

Primeri dijagrama modela procesa su dati na Slika 26 i Slika 27.

²⁷ Computer Associates



Slika 27 Rad po radnom nalogu

7.2.1.2. Izbor standarda za snimanje procesa i alata za primenu standarda

Prilikom biranja standarda za analizu procesa, prvo su definisani kriterijumi koji su bitni za izbor standarda. Drugi korak je bio da se ti odabrani kriterijumi koreliraju sa namerom šta se želi uraditi sa snimljenim analiziranim materijalom. Plan je bio da se na osnovu snimljenog procesa, kasnije obogaćenog elementima vezanim za interne i eksterne podatke izvrši analiza rada službe održavanja od aktivnosti prijema informacije o kvaru, defektaže kvara do realizacije radnog naloga za popravak kvara.

Kriterijumi koji su birani su podeljeni u dve grupacije, kriterijumi struke i opšti kriterijumi. U sledećem koraku su određeni težinski koeficijenti za svaki pojedinačni kriterijum. Težinski koeficijenti su određeni na osnovu ispunjavanja zahteva kriterijuma i kretali su se od 0 do 10.

Standardi koji su bili analizirani su DFD, IDEF0, IDEF3 i BPMN, gde je svaki standard specifičan i svaki od njih ima prednosti i nedostatke u odnosu na posmatrani tip procesa i namene analize. Nakon toga se primenom višekriterijumska analize izvršio izbor najoptimalnijeg standarda i na osnovu tih analiza izabran je IDEF0 standard kao najoptimalniji.

U međuvremenu, alati su napredovali, kao i želje za dobijanje nekih drugih rezultata poslovanja. Zbog toga se u prvoj fazi pristupilo proveriti aplikativnog rešenja kroz ponovnu analizu procesa, ponovnu analizu modela podataka u cilju prepoznavanja i utvrđivanja dovoljnosti podataka za neku napredniju analizu i na osnovu tih analiza formirani su zaključci za unapređenje aplikativnog rešenja koji se odnosi na dodatno proširenje rešenja uvođenjem DW koncepta. DW koncept je zahtevao dodatne analize i usvajanje najprihvatljivije metodologije vezane za projektovanje DW rešenja, kao i načine punjenja DW arhitekture podacima iz operativnog aplikativnog sistema, održavanjem tih podataka, kao i izveštavanjem iz tog novog sistema.

Korišćenjem BPwin alata (posle je preimenovan u ERwin Proces Modeler) kompanije Computer Associates (CA), odrađena je analiza okruženja u kome se odvijaju procesi i definisanje cilja procesa omogućavajući identifikaciju (tzv. *As – Is* analizu) postojećeg načina funkcionisanja i potvrde postojećih ciljeva poslovanja, potvrđivanja postojećeg redosleda odvijanja procesa, utvrđivanjem pravila pod kojima se proces odigrava i prepoznavanja organizacione strukture.

Dogovorom unutar sistema, koji je rezultat te analize, usvojeno je da se u ovom trenutku ne ide na reinženjering postojećeg aplikativnog rešenja. U planu je da se na nivou celog sistema Energoprojekt uvede centralizovan ERP sistem, i tek onda da se proceni u kom obimu je potrebno redizajnirati postojeći sistem obuhvata radnih naloga. U planu je da se postojeći sistem unapredi da može da pokrije sve oblasti poslovanja unutar sistema Energoprojekt-a.

Naime, postojeći sistem radi autonomno, tako da su podaci, koji bi se inače našli u nekom drugom podsistemu, odnosno razmenjivali podatke sa drugim podsistemom, koji bi bio odgovoran za njih, ubačeni u ovaj sistem. To se prvenstveno odnosi na radnike, rezervne delove i opremu (skoro ceo osnovni šifarski sistem). To bi se inače nalazilo u sistemu Kadrovske evidencije, Magacinsko-materijalnog poslovanja i Osnovnih sredstava (za one bankomate koji se rentiraju). Sistem je inače razvijen samostalno jer se interno koristi ERP aplikativno rešenje kompanije ACCPACK, za koje ne postoje resursi i mogućnosti za adaptaciju i proširenje.

7.2.1.3. Snimanje procesa

Tokom snimanja kako se odvija poslovni proces održavanja opreme, izvršene su sledeće aktivnosti:

- Definisane su granice procesa i njegova interakcija sa okruženjem,
- Prepoznata je struktura procesa, odnosno prepoznate su aktivnosti koje se odvijaju unutar procesa, njihova redoslednost i paralelnost
- Prepoznat je redosled izvršavanja aktivnosti
- Prepoznati su objekti, njihova struktura i međusobni uticaj objekata na aktivnost i obrnuto.

Postojeći sistem, kojim se obuhvataju radni nalozi, je u svom životnom ciklusu nastajanja i eksploatacije u većoj ili manjoj meri već prošao kroz svih 6 faza BPM životnog ciklusa. Sigurno su prvobitni projektanti proanalizirali sve procese, projektovali ih i implementirali korišćenjem tada najsavremenijeg aplikativnog okruženja. Isto tako, koristili su ih do neke određene granice, koju im je omogućavao alat kojim su radili analize i izveštaje da bi nadzirali procese i ostvarivanje željenih performansi.

Sledeća faza je bila dizajn procesa u kojoj se rezultati dobijeni analizom transformišu u formalnu specifikaciju procesa. Sve je to bilo odrađeno prilikom modeliranja procesa i pre nego što su se razvile aplikacije i moduli aplikativnog rešenja. Rezultat te aktivnosti je model procesa. U ovoj fazi su se koristile razne metode i tehnike verifikacije, validacije, a pre svega simulacije, da bi se na taj način proučili i definisali procesi, te generisali opisi realnog okruženja.

Implementacijom su prethodno definisani procesi potvrđeni uz pomoć odabranog i usvojenog softverskog okruženja. Na taj način su pripremljeni procesi za realno izvršavanje i oni su tada bili spremni za izvršenje. Treba posebno napomenuti da se procesi, koji su prepoznati pri realizaciji nekog sistema, ne moraju svi informatički pokriti. Osnova kod modeliranja procesa je prepoznati sve procese, pa tek onda u među fazi izabrati one procese koji se žele informatički pokriti, uz delimično pre projektovanje tih procesa koji su planirani za automatizaciju. Ovde se javlja osnovni problem i delimično neslaganje između izvornih procesa i finalnog izgleda implementiranog procesa kroz aplikativno rešenje. Naime, ukoliko je došlo do delimične izmene nekog procesa u cilju njegovog prilagođavanja i uključivanja u aplikaciju, to utiče i na prvobitni rezultat snimanja procesa (*As-Is* analize). Obično se to radi sa namerom da se neki određeni podaci nekog poslovnog procesa aplikativno pojednostave i unesu kroz neki drugi proces (bilo da je u pitanju modifikacija postojećeg ili čak kreiranje novog procesa kroz koji se podaci iz jednog ili više procesa sublimiraju u jedan).

Na taj način je pokrenuta faza finalnog usvajanja procesa (i aktivnosti koje čine taj proces) u kojoj su se procesi izvršavali na osnovu prethodno generisanih specifikacija (uz eventualne modifikacije), dok se samo izvršenje procesa obavezno unosi u log i na taj način se omogućava kasnija analiza. U isto vreme se obavljala faza nadzora kompletnog sistema. Pratila se vizuelno (najčešće ručno), paralelno, na poznatom i proverenom testnom primeru iz prakse (ili na neki sličan način) izvršavanje svake pojedinačne aktivnosti procesa.

Tek nakon toga se pristupilo analizi rezultata izvršavanja svake pojedine aktivnosti procesa. Često se ta aktivnost naziva i analiza performansi, odnosno analiza izvršenih procesa

i time se kompletira životni ciklus upravljanja poslovnim procesima. Osnova za finalizaciju su informacije koje su zapisane u logovima. Logovi su u našem primeru tabele sa unetim merama realizovanog procesa. Na taj način je finalno izvršena procena performantičnosti procesa čime su se poboljšali i unapredili procesi i njihove performanse.

7.2.1.4. Definisanje strukture objekata

Nakon snimanja procesa i inicijalnog prepoznavanja objekata koji su ulazno/izlazni i interni, definisana je njihova struktura i međusobni uticaj aktivnosti i objekata.

Pod strukturom su prepoznati atributi tog objekta, tip objekta, tip podatka koji opisuje objekat, ključevi objekta i povezanost – relacija sa drugim objektima.

Objekti koju bili detaljno analizirani su prijava kvara, defektaža kvara i radni nalog.

7.2.1.5. Prepoznavanje ograničenja i ciljeva

Nakon prepoznavanja procesa, aktivnosti i objekata, analizirani su uslovi odvijanja poslovnog procesa, kao i međusobne relacije aktivnosti i objekata sa eksternim ograničenjima i ciljevima, a kao i uslovima pod kojima se odvijao proces.

Ograničenja i ciljevi su prepoznati i definisani na osnovu ugovora sa eksternim partnerom, kao i internim pravilnikom i uputstvima za rad.

Zahtevi korisnika za nivoom održavanja bankomata su definisani kroz nekoliko faktora:

- Vreme od prijave kvara do izlaska na lokaciju korisnika,
- Vreme od prijave kvara do vremena otklanjanja kvara i puštanja bankomata u funkciju,
- Godišnji broj izlazaka na lokaciju bankomata u cilju preventivnog održavanja,
- Raspoloživost bankomata na godišnjem nivou.
- Vreme odziva za grupu ili za pojedinačni bankomat, a u zavisnosti od:
 - Udaljenosti bankomata od servisa,
 - Dana u nedelji
 - Važnosti lokacija na kojoj se nalazi bankomat.

Neki od prepoznatih ciljeva koje je postavila sama servisna služba se odnose na:

- Poštovanje ugovorenih vremena za intervenciju,
- Optimizaciju troškova održavanja, kroz:
 - optimizaciju broja zaposlenih,
 - broja izlazaka na teren,
 - broja vozila,
 - broja preventivnih održavanja, i
 - slično.

7.2.1.6. Analiza postojeće IT platforme

Analizom postojeće IT platforme došlo se do saznanja vezani za strukturu ekranskih formi koje služe za unos i pregled odvijanja poslovnog procesa, a uvidom u bazu podataka, paralelno je izvršen uvid u strukturu i kvalitet same baze i podataka pohranjenih u njoj.

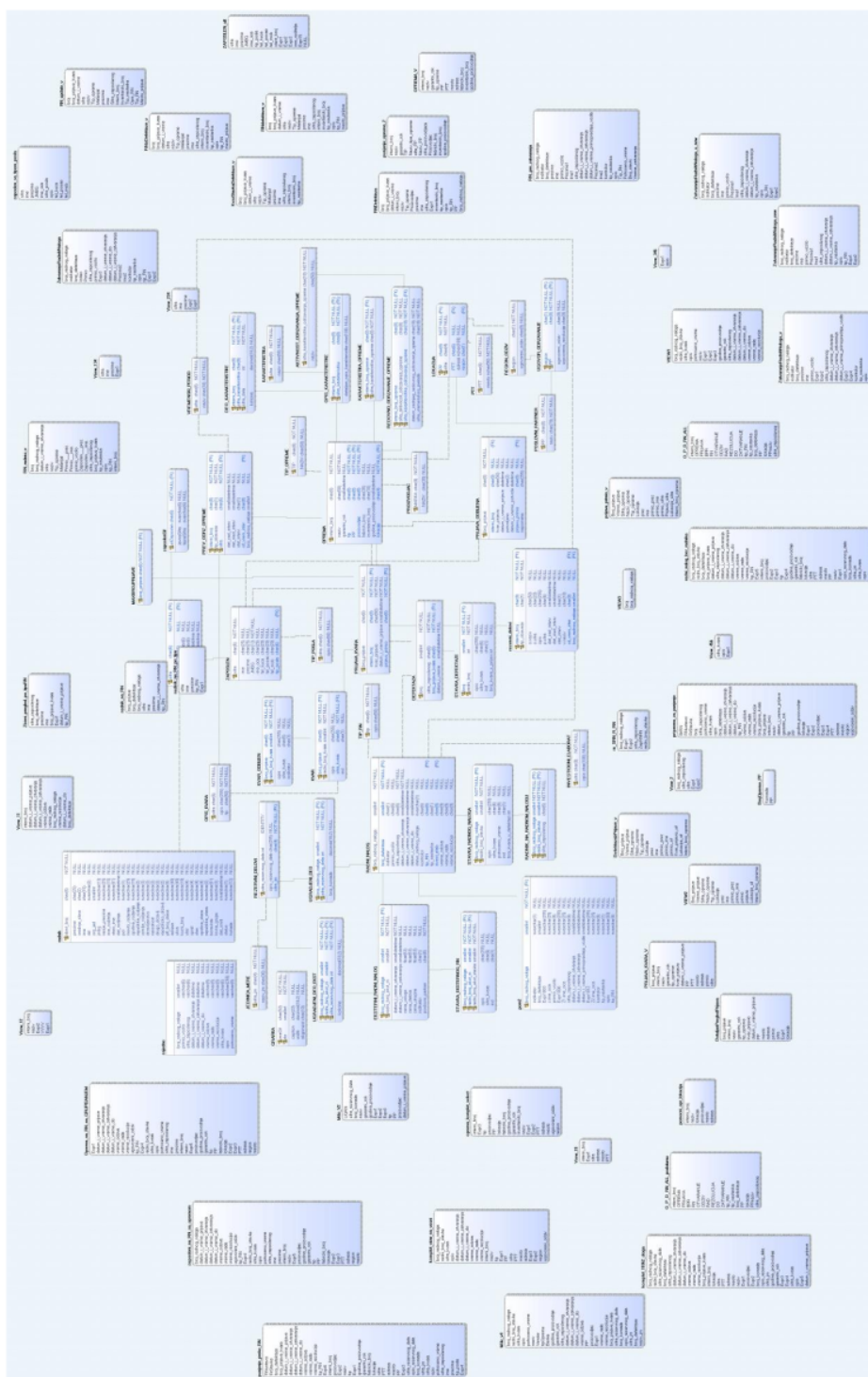
U Pilot projektu, koji je generisan u cilju provere koncepta koji se izlaže u ovoj tezi, koristeći podatke iz operativnih baza podataka koje se nalaze u formi relacionog modela,

izvršena je detaljna analiza raspoloživih podataka, njihova integralnost, referencijalni integritet i njihova konzistentnost. Isto tako, analizirana je tačnost i logičnost podataka koji se odnose na tipove i opise kvarova, kao i vremena koja se odnose na kvarove koji su uneti prilikom evidentiranja radnih naloga.

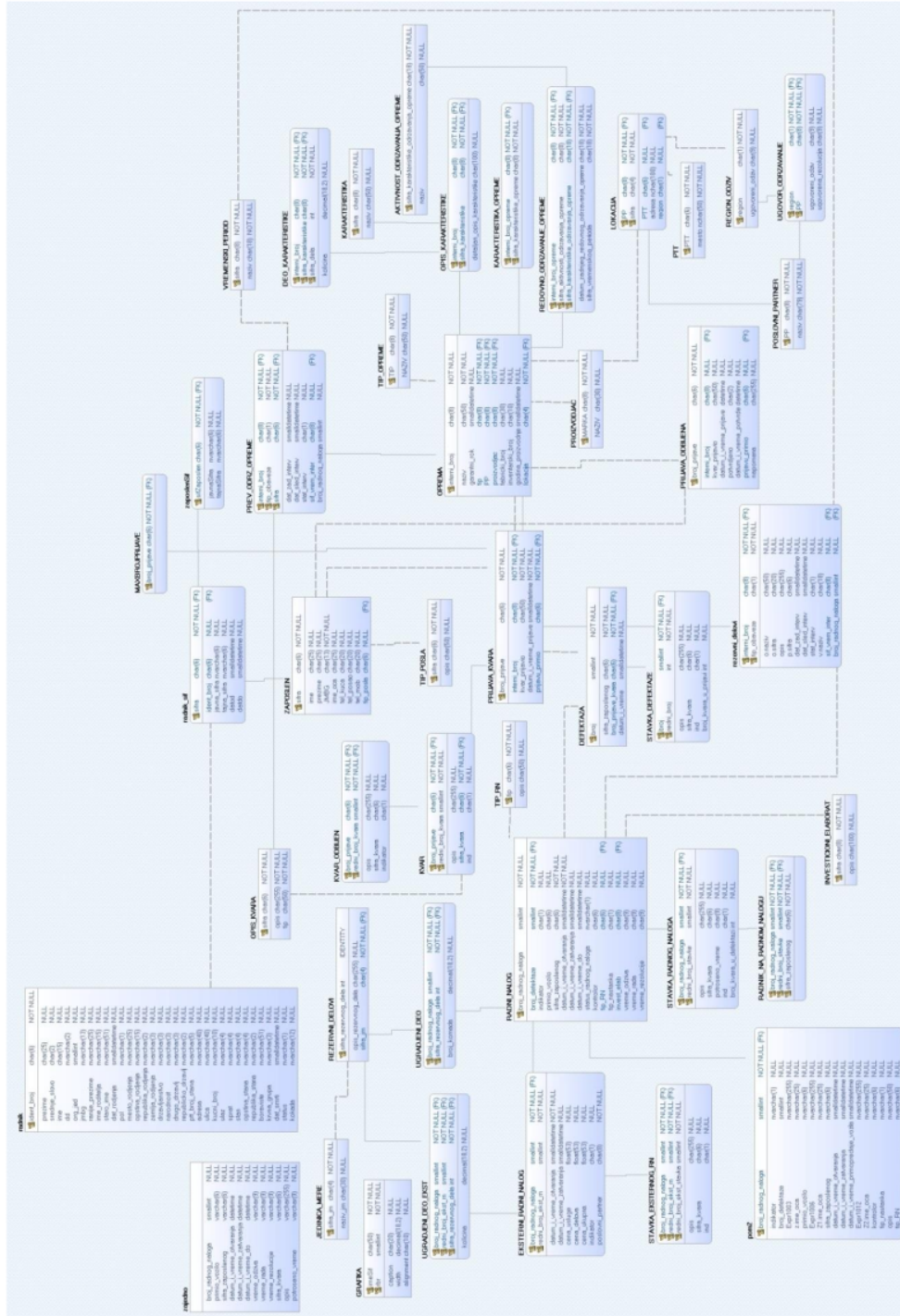
Detaljno je izvršena analiza raspoloživosti podataka koji će biti osnova za generisanje DW-a. Isto tako prepoznati su nedostajući parametri i opisi neophodni za kasnije definisanje ciljeva i njihovih ograničenja. Određen je način unošenja podataka kojih nema u operativnim bazama, kao na primer, vremena koja određena aktivnost mora da ispuni (vreme otklanjanja kvara od trenutka prijema informacije o pojavi neispravnosti, itd.), koji moraju da se „ručno“ unesu na osnovu uslova definisanih ugovorom sa korisnikom.

Generisan je model podataka korišćenjem alata ERwin ver. 9.5 kompanije CA. Tom prilikom je izvršena dodatna analiza strukture, domena i tipova podataka koji su pridruženi atributima. Ta struktura i taj alat su bili osnova za dalje korake koji se odnose na generisanje DW modela.

Na Slika 28 je dat kompletan model sa generisanim *view-ima* dok je na Slika 29 dat model samo sa tabelama koje će biti osnova za generisanje DW: prethodni model (sa *view-ima*) je dat radi prikaza složenosti samog modela i zahteva koji su vremenom usložnjavali sam model.



Slika 28 Kompletan relacioni model sa prikazanim View-ovima



7.2.1.7. Izbor odgovarajuće strukture baze podataka

Postoje različite varijante strukture DW baze podataka. Kao što je u poglavlju 3 i poglavlju 4. navedeno, na osnovu postojećih tipova DW strukture, bilo je potrebno izabrati odgovarajuću, koja najoptimalnije pokriva zahteve koji se odnose na analizu i unapređenje procesa.

Kao prvo odabrano je dimenzionalno modeliranje, koje u ovom trenutku predstavlja široko prihvaćeni koncept i tehniku za predstavljanje analitičkih podataka jer obuhvaća dva istovremena zahteva. Jedan je da su podaci kreirani na taj način jasni i razumljivi korisniku i drugo da obezbeđuju brzi odgovor na korisnikove upite. Pošto nije struktuiran po pravilima 3NF, omogućuje direktnu komunikaciju projektant ↔ korisnik.

Ukratko, dimenzionalno modeliranje je prisutno više decenija u različitim tipovima industrija. Ono podržava i sumarne podatke, kao i podatke na nivou svih organizacionih celina sistema, a ne samo podatke koji se odnose na određeni sektor ili poslovnu funkciju. Sistem je vrlo skalabilan, omogućava veliki stepen integracije podataka (preko zajedničkih dimenzionalnih tabela), a uz to je vrlo jednostavan za eventualna proširenja kad je u pitanju dodavanje nekog nedostajućeg atributa.

Sa druge strane, nakon izbora dimenzionalnog modela, trebalo je odabrati pod tip dimenzionalnog modela, koji može biti:

- *Star shema* (šema zvezde) jer tako i izgleda, i
- Multidimenzionalno okruženje, koje se naziva i *OLAP kocka*.

Oba modela imaju zajednički logički dizajn, ali se na fizičkom nivou implementacije razlikuju.

Podaci spremljeni u OLAP formatu su indeksirani i koriste formate i tehnike koje se odnose na dimenzionalnu strukturu. Unutar tih struktura, često su ubačene agregacije koje se odnose na performanse sistema, kao i pred kalkulisani sumarni iznosi. Takva struktura je superiorna u odnosu na šemu zvezde. Jer unutar te fizičke strukture pred kalkulisane vrednosti, posebna indeksiranja i druge interne optimizacije znatno ubrzavaju pristup tim podacima.

Isto tako, korisnici mogu jednostavno da primenjuju *drill down* i *drill up* tehnike pristupa podacima uz odlične performanse, a da pri tome ne moraju da pišu nove SQL upite (agregacije, sumiranja, ... su već ubačeni u *kocku*).

Ono na čemu se gubi je da se kod velikih baza podataka, naročito ako se pokuša ići u analitičke prikaze, gube performanse.

Najčešće, kada su u pitanju velike baze podataka (misli se na broj slogova u tabelama, ali i još važnije na broj indeksa nad tim tabelama) OLAP baze se pune iz šeme zvezde, koja ima podatke u sirovom obliku (*row form*).

Za ovo istraživanje odabrana je šema zvezde, jer bez obzira na prednosti OLAP šeme, u pitanju su na prvom mestu podaci na najnižem stepenu detaljnosti, odnosno podaci koji su atomični, bez ikakvih sumiranih podataka u njima. Isto tako, zbog analiza koje se odnose na proces/aktivnosti i izabrane procese, odnosno kombinacije njihovih pod procesa/aktivnosti, za ovo istraživanje je podesnija upotreba šeme zvezde. Isto tako je za ovo istraživanje izabrana *Goal Driven* metoda umesto *Goal Oriented Design* metode procesnog warehouse-a.

Ono što je bilo ključno kod izbora Kimball multidimenzionalne arhitekture je njena okrenutost ka procesu. Ono što je dodatno definisalo izbor DW strukture je da jedino PDW struktura najviše pokriva Kimbalovu filozofiju obuhvata podataka na nivou procesa, a usvajanje GD strukture PDW je uslovljena zahtevom da se prate rezultati procesa kroz unapred definisane ciljeve koje je proces trebao da ostvari, utvrđivanje uspešnosti realizacije kroz definisanje indikatora uspešnosti, definisanje agenata koji su uključeni u odvijanje procesa kao i vremenskih raspona na koje se odnose zahtevani ciljevi [97].

Fokus ovog istraživanja je bio na samo jednom segmentu funkcionisanja službe održavanja, u okviru koga nije bilo ni vremena ni mogućnosti za pristup koga zagovara Inmon, a to je pristup da se svi podsistemi jednog preduzeća ili segmenti koji su vezani za funkciju održavanja opreme razvijaju paralelno kroz 3NF.

Nije bilo kapaciteta, ljudi niti timova (jer ovo zahteva multidisciplinarni skup projekatana) koji poznaju funkcionalnost svih organizacionih jedinica i njihove procese. Isto tako, taj princip zahteva daleko više vremena za dobijanje prvih rezultata, kao i veća materijalna ulaganja pre nego se dobije prvi opipljivi rezultat.

Sve ovo je uticalo na izbor metodologija, metoda i alata koji su korišćeni pri ovoj analizi i studiji. U Prilogu 1. „Tehnike koje su morale da budu konsultovane pri izradi dimenzionalnog modela baziranog na Kimball-ovom konceptu“, su nabrojane tehnike koje su uzete u obzir pri generisanju Kimball-ovog modela.

7.2.1.8. Izazovi u generisanju klasičnog DW i procesnog DW

Klasični pristup, kada govorimo o DW-u, je da se prepozna jedan ili više ključnih elemenata unutar procesa i da se za njih, objedinjavanjem logiranih (zapisanih) podataka o realizacijama svake pojave i izvršenja procesa (uspešnog ili neuspešnog) generiše tabela činjenica (*fakt table*). To znači da imamo na primer 3 tabele činjenica, tabele dimenzija koje učestvuju u jednom ili više tabela činjenica i da u suštini imamo više izolovanih ostrva sa podacima.

Osim tih ostrva, imamo isti broj ETL procedura koje obezbeđuju punjenje i održavanje tabela činjenica u određenom vremenskom intervalu. Ovo ima za implikaciju da tabele činjenica nisu sinhronizovane, jer ne koriste iste podatke i određenom trenutku vremena. Tako na primer:

- Vreme sinhronizacije ETL procedure za svaku od tabela činjenica, ne mora da bude isto,
 - To podrazumeva da vreme početka i vreme završetke ne mora da se poklapa od jedne do druge tabele činjenica.
 - Vreme bekapiranja svake od tih tabela ne mora da bude identično, a samim time i sinhronizacija bekap podataka nije odgovarajuća.
- Podaci u dimenzionim tabela, a iako se npr. održavaju na jednom mestu, ne moraju da budu sinhronizovani, naročito kod npr. *galaxy* šeme, gde imamo više prstenova dimenzionih tabela, koje bi trebale da budu međusobno sinhronizovane,
- Podaci koji se odnose na ciljeve koje proces mora da dostigne, se vremenom menjaju:
 - U zavisnosti od doba dana,
 - U zavisnosti od dana u nedelji,

- U zavisnosti od udaljenosti opreme od servisa,
 - U zavisnosti od instalacije opreme (unutar banke, izvan banke, izvan bilo kakvog objekta (slobodno pod uticajem atmosferilija),
 - U zavisnosti od specijalnog zahteva za konkretnu opremu,
 - Itd.
- Podaci u dimenzionim tabelama nisu konzistentni, jer se statusi podataka vremenom koriguju:
 - promena statusa radnika,
 - promena statusa određenog dela opreme,
 - odnos prema određenoj opremi,
 - određenom uslovu za tip opreme,
 - određenom uslovu za dan u nedelji, i
 - sl.

Ove korekcije su pokazale da mogu da izazovu određene anomalije u rezultatima analiza i mogu da utiču na dobijene rezultate. Ovo se naročito odnosi ako treba ovakva ostrva podataka integrisati u cilju jedinstvene analize kompletnog posmatranog procesa, jer zahteva dodatni ETL proces vezan za njihovo sinhronizovanje, kao i poseban segment sinhronizacije dimenzionalnih tabela.

- Sledeći bitan element je definisanje granularnosti dimenzionalnih i tabela činjenica. Ukoliko, zbog kompleksnosti tabela činjenica, njih održavaju različite ekipe, ili same dimenzije nemaju isti nivo detaljnosti – granularnosti, nemoguće je u tim slučajevima dobiti isti broj nivoa detaljnosti za sve tabele činjenica. Ovo dodatno komplikuje obuhvat izvornih podataka i njihovu transformaciju u DW bazu podataka.

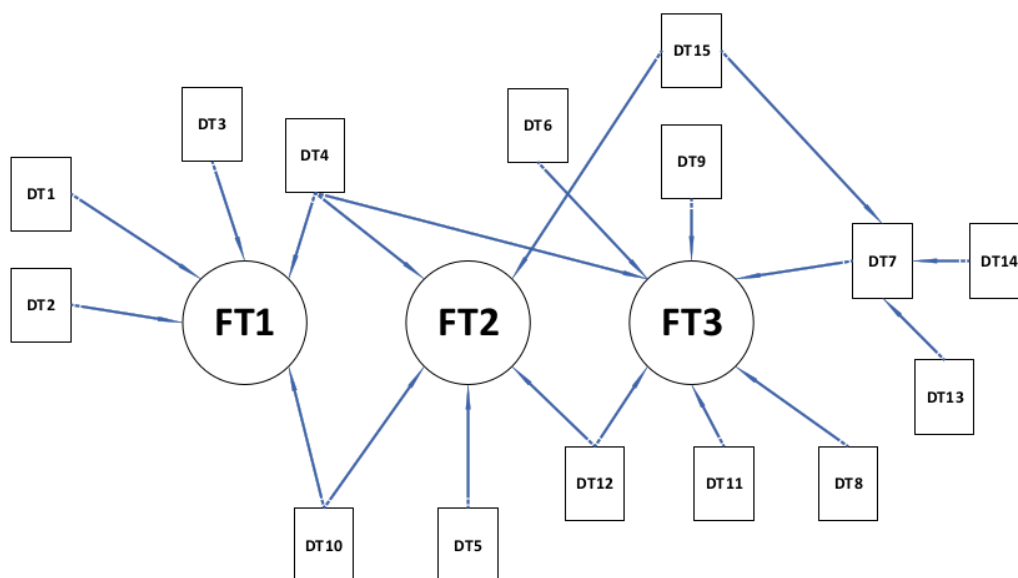
Pošto je usvojen Kimball-ov princip projektovanja, dimenzionalni model i šema zvezde, primenjena su četiri koraka pri tom razvoju, i to:

- Izbor poslovnog procesa,
- Definisanje granularnosti – detaljnosti,
- Definisanje dimenzija,
- Definisanje činjenica i usvajanje tipa tabele činjenica.

U *prvom koraku*, na osnovu definisanog modela procesa i aktivnosti službe održavanja opreme, trebalo je pristupiti analizi i izboru procesa koji će se analizirati i eventualno unaprediti. Trebalo je prepoznati procese koji generišu rezultate poslovanja koje možemo da prepoznamo kao ključne indikatore uspešnosti poslovanja.

Tema studije je bila da se potvrdi PDW kao osnova za analizu i unapređenje procesa, a sa druge strane korišćenjem tih podataka proveriti i utvrditi stepen uspešnosti u ispunjenju ugovornih obaveza koje servisna kompanija ima prema banci. Prepoznati su procesi koji su u direktnoj vezi sa ugovorenim obavezama i oni su izabrani kao procesi koje treba analizirati. Osim ove analize, podaci koji su uneti omogućavaju i druge analize, kao što su analize kvarova po učestalosti, analize učestalosti kvarova određenih sklopova ili pod sklopova /delova, učestalost kvarova kod pojedinog servisera i slično.

U *drugom koraku*, na osnovu analize podataka koje taj proces obrađuje, treba definisati nivo detaljnosti, odnosno stepen granularnosti podataka koji će se preneti iz operativnog sistema u DW sistem.



Slika 30 Složena DW baza podataka sa više tabela činjenica

Na primer, stepen detaljnosti je da li operativni sistem zapisuje podatke o radnom nalogu grupno na nivou jednog radnog naloga ili na nivou promene, odnosno pojedinačnog kvara koji je otklonjen unutar radnog naloga. Isto tako, da li je bilo upisivanja podataka o izmenjenim delovima i radnicima – serviserima koji su učestvovali na nivou radnog naloga ili na nivou kvara koji se otklanja pojedinačno. To je primer kako izvršiti analizu i kako definisati nivo detaljnosti upisanih podataka prvo u operativnoj bazi podataka, a zatim definisati koji nivo tih detaljnosti treba preneti u DW bazu podataka.

Pojednostavljeni prikaz procesnog DW je dat na Slika 31.

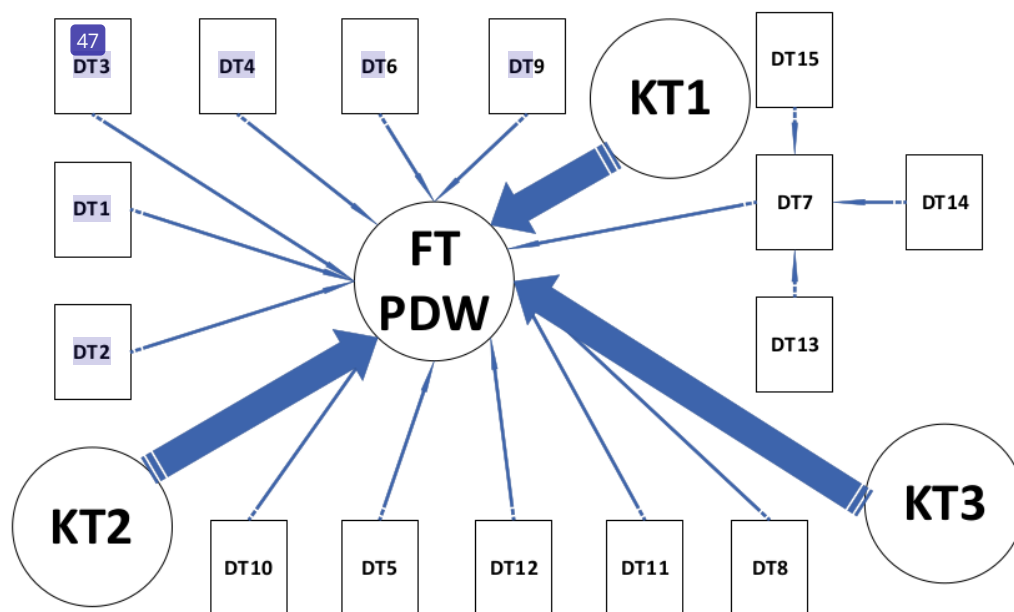
Značenje skraćenica na slikama 30 i 31:

- FT₁, ...FT_x, tabele činjenica,
- DT₁, ...DT_n dimenzionalne tabele,
- KT₁, ...KT_n ključne tabele u izvornoj bazi
- FT PDW tabela činjenica u procesnom DW-u.

U *trećem koraku* se definišu dimenzije. Kada se razgovara sa korisnikom koji opisuje proces (proces je u glagolskom obliku), treba obratiti pažnju na opise (atribute i prideve) kojima se detaljnije opisuju procesi, odnosno elementi koji učestvuju u odvijanju procesa. Svi su oni kandidati za dimenzije, jer dimenzije detaljnije definišu i ograničavaju same entitete i činjenice koje se dešavaju i mere unutar procesa odnosno aktivnosti. Ovaj proces vrlo često ukaže na nedovoljnu definisanost drugog (prethodnog) koraka i zbog toga zahteva vraćanje i usaglašavanje drugog i trećeg koraka.

Dimenzije treba da daju odgovor, odnosno da pruže informacije koje se odnose na pitanja tipa *ko?*, *šta?*, *gde?*, *kad?*, *zašto?* i *kako?* koje se odnose na događaj koji se meri.

Četvrti korak se odnosi na definisanje činjenica. Činjenice trebaju da odgovore na pitanje šta je merljivost procesa. Korisnici koji analiziraju procese i njihovu performantičnost su normalno jako zainteresovani za prepoznavanje mera koje proces izbacuje i kako da se mere. Sa jedne strane im trebaju podaci (iz operative ili eksterno) i njihova dovoljna detaljnost za analize, a sa druge strane treba prepoznati nedostajuće podatke i način kako ih uneti u sistem. U našem primeru, u sistemu nemamo podatke koji se odnose na ugovorne obaveze ka bankama, već se one ručno unose pri pripremi izveštaja ili se ručno ubacuju kod opisivanja rezultata funkcionisanja ili rada neke aktivnosti, odnosno procesa.



Slika 31 Pojednostavljeni prikaz procesnog DW-a

Dimenzionalni model (ova četiri koraka, izbor poslovnog procesa, definisanje granularnosti, definisanje dimenzija i činjenica) je kao da se nalazi između čekića i nakovnja, a to su poslovni zahtevi sa jedne strane i podaci sa kojima raspolažemo sa druge strane.

U slučaju izbora procesnog DW, dolazi do više dodatnih izazova koji se postavljaju pred DBA. Od njega su u slučaju PDWD zahteva da osim klasičnog dizajna logičke strukture DW baze podataka, mora da poznaje i SQL komande kojima će se pristupati tabelama. Ovo iz razloga što u slučaju PDWD postoji potreba za podelom tabele činjenica po horizontali ili vertikalni. Drugi izazov koji se postavlja pred DBA je prepoznavanje tokova, frekvencije i obima generisanja i transfera podataka iz PDW ka *engine* koji će te podatke obraditi, formatizovati i prezentovati. Tu se podrazumevaju strukture protokola za transfer, prava i ovlašćenja koja su pridružena podacima, kao i deo koji je najzahtevniji su dimenzije paketa kojim se prenose podaci kroz mrežu. Ovaj deo izazova je mnogo veći kod klasičnog nego kod PDWD, jer je obuhvat ka PDW i transfer od PDW mnogo složeniji i obimniji, naročito kod projektovanja ETL procedura, a još više kod prepoznavanja početka i kraja procesa u logiranoj bazi podataka. Vrlo često su podaci koji se logiraju u jednom procesu povezani sa logiranjem iz drugih procesa, podaci mogu da se preklapaju ili da jedni potiru druge.

7.2.1.9. Izbor odgovarajuće/odgovarajućih ETL procedura

ETL je kao deo procesa, jedan od najzamornijih koraka, jer zahteva filigransko poznavanje i poslovnog procesa i strukture logova iz kojih se preuzimaju podaci. U početku zahteva veliki broj pokušaja da se dođe do optimalnog skupa i odgovarajuće strukture podataka koji će biti osnova za skladište podataka.

ETL procedure treba da obezbede određeni kvalitet podataka, koji uopšteno treba da:

- Usaglasi metrike i mere kvaliteta,
- Proceni kvalitet podataka i njihov uticaj,
- Automatizuje u što većoj meri uočljivost podataka,
- Generiše profilisanje zasnovano na mogućem nivou veštačke inteligencije,
- Uspostavi i primeni pravila o kvalitetu podataka,
- Omogući kvalitetne procese sanacije, i
- Analizira metriku kvaliteta podataka tokom vremena.

ETL zbog toga očekuje skup aktivnosti koji se ogleda u:

- Razvoju SQL-ova,
- Mešanje podataka sa više platformi,
- Čišćenje podataka,
- Optimizacija upita i mogućnost njihove ponovne upotrebe,
- Automatizacija obezbeđivanja podataka,
- Deljenje podataka, i
- Profilisanje podataka.

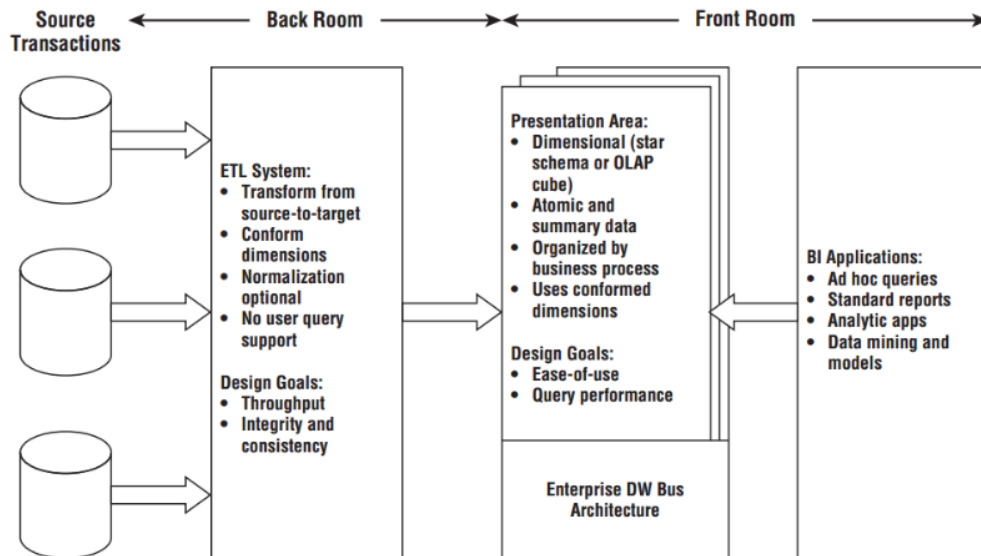
U ovom primeru, na osnovu pravila koja se odnose na strukturu i podatke unutar tabele činjenica, generisane su sledeće tabele:

1. F_RADNI_NALOG, u kojoj su povezane tabele radni_nalozi, oprema i kvarovi,
2. F_DELOVI, u kojoj su povezane tabele radni_nalozi, oprema i delovi koji su ugrađeni, i
3. F_RADNICI, u kojoj su povezane tabele radni_nalog, oprema, kvarove i zaposleni (serviseri).

Za analizu uspešnosti procesa popravka opreme, odnosno radnog naloga, a u cilju odbrane PDW kao upotrebljivog tipa PDW i GD kao njegovog pod tipa, korišćena je samo tabela činjenica F_RADNI_NALOG (zbog obimnosti koje bi istiskivao prikaz svih analiza).

Ograničenja koja se odnose na ove tabele su detaljno objašnjena pri opisu tabele činjenica. Na osnovu tih ograničenja podaci koji su ETL procesom ubačeni u sistem mogu da se različitim statističkim i ostalim metodama analiziraju i grafički predstavljaju.

ETL se bazira na klasičnom Kimball-ovom pristupu datom na Slika 32 [35]. Prvi korak, koji se odnosi na ekstrahovanje podataka iz relacionih baza se radi kroz klasičnu SQL komandu, koja obuhvata podatke iz relacione baze i po određenoj strukturi ih ubacuje u tabelu činjenica. Posebne SQL komande se koriste za punjenje dimenzionalnih tabela. Pošto je sistem na operativnom nivou vrlo precizno definisan, drugi korak, koji se odnosi na transformaciju podataka iz relacionog u DW dimenzionalni model se ne koristi jer nema potrebe.



Slika 32 Osnovni elementi Kimball-ove DW/BI arhitekture

Posebna je priča koja se odnosi na dimenzionu tabelu vremena. Ona se posebnom procedurom puni za period od 2005 do 2020 godine. Sama tabela je prikazana na Slika 34. Osim dimenzionalne tabele koja se odnosi na vreme, za detaljnije analize i povezanosti temperatura, verskih i drugih praznika, potrebno je da se u budućnosti „ručno“ kreira i generiše podaci koji se odnose na praznike (državne i verske), kao i temperaturne kolapse, gde je temperatura bila ekstremna u odnosu na prosek tog vremenskog perioda (velike hladnoće, kiše, visoke tropske temperature, vremenske nepogode, itd.).

```

Microsoft SQL Server Enterprise Manager
File Edit View Query Project Debug Tools Window Community Help
New Query Execute Table View
oprema_grada oprema_gr
sp_NapuniVremenskuPC(mile (52)) create praznici (2)...(mile-PC(mile (58)) unos praznika (3)...(mile-PC(mile (54)) create vremenska _On
46 insert into praznici values ('20070101',1,null,'Nova godina')
47 insert into praznici values ('20070102',1,null,'Nova godina')
48 insert into praznici values ('20070107',null,1,'Bozic')
49 insert into praznici values ('20070501',1,null,'Praznik rada')
50 insert into praznici values ('20070502',1,null,'Praznik rada')
51
52 insert into praznici values ('20080101',1,null,'Nova godina')
53 insert into praznici values ('20080102',1,null,'Nova godina')
54 insert into praznici values ('20080107',null,1,'Bozic')
55 insert into praznici values ('20080501',1,null,'Praznik rada')
56 insert into praznici values ('20080502',1,null,'Praznik rada')
57
58 insert into praznici values ('20090101',1,null,'Nova godina')
59 insert into praznici values ('20090102',1,null,'Nova godina')
60 insert into praznici values ('20090107',null,1,'Bozic')
61 insert into praznici values ('20090501',1,null,'Praznik rada')
62 insert into praznici values ('20090502',1,null,'Praznik rada')
63
64 insert into praznici values ('20100101',1,null,'Nova godina')
65 insert into praznici values ('20100102',1,null,'Nova godina')
66 insert into praznici values ('20100107',null,1,'Bozic')
67 insert into praznici values ('20100501',1,null,'Praznik rada')
68 insert into praznici values ('20100502',1,null,'Praznik rada')
69
70 insert into praznici values ('20110101',1,null,'Nova godina')
71 insert into praznici values ('20110102',1,null,'Nova godina')
72 insert into praznici values ('20110107',null,1,'Bozic')
73 insert into praznici values ('20110501',1,null,'Praznik rada')
74 insert into praznici values ('20110502',1,null,'Praznik rada')
75
76 insert into praznici values ('20120101',1,null,'Nova godina')
77 insert into praznici values ('20120102',1,null,'Nova godina')
78

```

Slika 33 Primer dela procedure koja se odnosi na unos praznika

Primer dela procedure koja unosi podatke o praznicima je data na Slika 33.

dim_datum		tel_mobilni	varchar(4)
S_trenutak		smallint	
datum		datetime	
dan		smallint	
naziv_dana		varchar(10)	
mesec		smallint	
godina		smallint	
nedelja		smallint	
dan_u_nedelji		smallint	
polugodiste		smallint	
drzavni_praznik		smallint	
dan_pred_praznik		smallint	
dva_dana_pred_praznik		smallint	
neradan_dan		smallint	
pun_opis_datuma		datetime	
redni_broj_dana_u_epohi		integer	
redni_broj_nedelje_u_epohi		integer	
redni_broj_meseca_u_eohi		integer	
redni_broj_dana_u_mesecnom_kalendaru		integer	
redni_broj_dana_u_godisnjem_kalendaru		integer	
indikator_poslednjeg_dana_u_nedelji		integer	
indikator_poslednjeg_dana_u_mesecu		integer	
redni_broj_nedelje_u_godini		integer	
kalendarski_dan_zavrsetka_nedelje		integer	
ime_meseca_u_godini		varchar(20)	
broj_meseca_u_godini		integer	
broj_kvartala		integer	
kalendarska_godina		integer	
indikator_vikenda		integer	
indikator_praznika		integer	
naziv_praznika		char(100)	
indikator_verskog_praznika		integer	
naziv_verskog_praznika		char(100)	
sifra_godisnjeg_doba		integer	
naziv_godisnjeg_doba		varchar(10)	
indikator_temperaturnog_kolapsa		integer	
dogadjaj_velikog_znacaja		integer	
naziv_velikog_događaja		char(100)	

Slika 34 Vremenska dimenzionalna tabela

Deo koda za generisanje vremenske tabele je dat na Slika 35. Znatno olakšanje se ogleda u činjenici da je izvorna baza podataka odrađena profesionalno i po svim pravilima 3NF i pravilima relacionog projektovanja. To je znatno olakšalo učitavanje i transformaciju smanjilo na najmanju moguću meru, odnosno svelo se na ubacivanje „ručno“ određenih nedostajućih podataka.

```

226:         set @f24='prolece'
227:     end
228:     if datepart(month,@tdatum)*100+datepart(day,@tdatum)>621
229:     begin
230:         set @f23=3
231:         set @f24='leto'
232:     end
233:     if datepart(month,@tdatum)*100+datepart(day,@tdatum)>921
234:     begin
235:         set @f23=4
236:         set @f24='jesen'
237:     end
238:     if datepart(month,@tdatum)*100+datepart(day,@tdatum)>1221
239:     begin
240:         set @f23=1
241:         set @f24='zima'
242:     end
243:     -- 24 naziv godisnjeg doba
244:
245:     -- 25 indikator temperaturnog kolapsa
246:     set @f25=(select indikator from temperaturni_kolaps where temperaturni_kolaps.datum=@tdatum)
247:
248:     insert into vremenska_dimenzija
249:     values (@f1,@f2,@f3,@f4,@f5,@f6,@f7,@f8,@f9,@f10,
250:           @f11,@f12,@f13,@f14,@f15,@f16,@f17,@f18,@f19,@f20,
251:           @f21,@f22,@f23,@f24,@f25 )
252:
253:     set @tdatum=DATEADD(day, 1,@tdatum)
254:     if @f4=7
255:     begin
256:         set @eweeek=@eweeek+1
257:     end
258:     set @brojac=@brojac+1
259:
260: end

```

Slika 35 Deo koda za generisanje vremenske tabele

Sve ovo je rezultovalo izgradnjom nekoliko šema zvezda (od kojih je jedna data na Slika 34) i koje su napunjene trećim korakom ETL procesa, *Loud-om*. Na šemi se uočava tabela činjenica F_RADNI_NALOG i dimenzionalne tabele koje je dodatno opisuju, i to:

- Dim_oprema,
- Dim_rezervni_deo
- Dim_zaposlen
- Dim_vremenska dimenzija
- Dim_rasponi,
- itd.

7.2.1.10. Izbor odgovarajućeg DW modela

Kada je završen kompletan proces generisanja PDW baze podataka, pristupilo se izboru alata kojima bi se izvršilo prezentovanje podataka koji se nalaze unutar PDW baze. Osnovni alat koji se koristi u jednostavnijim slučajevima analize, a koji ne zahteva mnogo programerskog napora je EXCEL, kompanije Microsoft. Sa druge strane, bankarski službenici insistiraju na dostavljanju izveštaja u XLS (Excel) formatu, jer su fenomenalno istrenirani u primeni EXCEL-a.

Drugi alat se nalazi unutar samog SQL Servera, odnosi se na data mining algoritme za analizu podataka:

- Stablo odluke, generiše strukturno stablo koje se bazira na vrednostima atributa koji imaju važnu ulogu pri segmentaciji.
- Pravila asocijacije identifikuju asocijacije između atributa.

- Klastering (grupisanje), koji grupiše pojave u određene grupe sa sličnim obeležjima.
- Naïve Bayes, koji koristi Bayesovu tehniku za kategorizaciju elemenata. Vrlo je koristan algoritam kod pronalaženja atributa koji značajno utiču na generisanje rezultata.
- Linearnu regresiju, koja je deo stabla odluke i koja omogućuje linearne veze između varijabli i naročito je korisna kod istraživanja trendova između kontinualnih varijabli.
- Neuralne mreže, koje se baziraju na analizi ulaznih vrednosti i predviđanjima i generišu moguće stanje tih relacija.
- Logističku regresiju, koja je deo neuralne mreže i koja računa efekat ulaznih varijabli i izlaza i generiše vrednost njihovih uticaja koji se zasniva na numeričkim izračunavanjima.
- *Sekvencijalno klasterisanje (grupisanje)* je algoritam koji identifikuje sekvence varijabli. On je odličan kad su u pitanju radni nalozi i slični segmenti atributa.
- *Vremenske serije* se primenjuju kad su u pitanju analize bazirane na vremenskim podacima, kao na primer predviđanje kvara u narednih nekoliko meseci.

Na osnovu gore prezentovanih slika, vidi se da je izazov u kreiranju strukture ETL procedure koja treba da umesto više tabela činjenica izgeneriše jednu, koja obuhvata sve aktivnosti procesa (prijem, defekata, rad po radnom nalogu) izuzetno kompleksan i da zahteva mnogo veću kompetenciju DBA specijaliste u odnosu na klasičan DW.

Osim toga, posebna pažnja se posvećuje tabeli u kojoj se smeštaju podaci koji se odnose na postavljeni cilj koji mora da ispoštuje servisna služba. **Ti podaci se ne mogu prepoznati iz logiranih podataka koje ostavlja proces tokom svog rada i to je ključni ograničavajući element „običnog“ DW. To ukazuje da su, neophodni, odnosno mandatorni podaci iz onih objekata, koji u suštini ne pripadaju logiranim podacima ostavljenim tokom odvijanja procesa.** Oni se preuzimaju samo iz dobro ili potpuno snimljenih elemenata koji nastaju posmatranjem odvijanja procesa i njegovih aktivnosti, kao i mogućnosti standarda da prepoznate podatke i formalizuje u nekom obliku (grafičkom, tekstualnom, multimedijski, ...). Zbog toga je interakcija između kvalitetno snimljenog procesa i naknadno kvalitetno (odnosno još terminološki bolje), precizno povezanih logiranih podataka sa strukturom objekta unutar procesa kao i elementima koji ulaze u aktivnost, kao i elementima koji su rezultat aktivnosti.

Ovde dolazi do osnovne poente primene i ograničene upotrebe PDWD u odnosu na klasičan DW. Jako je malo specijalista koji mogu da prepoznaju i snime sve elemente procesa, njegove aktivnosti, objekte i ograničenja – ciljeve. Tu se podrazumevaju i eksterni podaci, koje analitičar prepoznaje iz okruženja, kao što su elementi ugovora, vremenske prilike, lokacija, GIS kao ograničenje udaljenosti od lokacije servisa i sl.), a sa druge strane da znaju i imaju iskustva u načinu logiranja podataka, njihovoj strukturi, ograničenjima vezanim za prava i ovlašćenja, jednoznačnost i slično, a zatim da te atomske podatke, logirane u desetine, stotine i hiljade tabela, nadograde eksternim ograničenjima i ciljevima i finalno koristeći ETL procedure grupišu u jednu sveobuhvatnu formu kroz tabelu činjenica, koja pokriva sve ove prethodno nabrojane elemente.

Drugi bitan faktor kad je u pitanju klasičan pristup DW je dugoročnost čuvanja podataka smeštenih u takvu bazu, koji je vrlo ograničen. To je rezultovalo velikom primenom klasičnog DW (bazno podeljenog na *enterprise*, *operational* i *data mart*) i kasnijim raznim podvarijantama DW strukturno unapređenim ili proširenim, kao što su data lake, data vault, ..., a vrlo malim primenama vezanim za koncept PDW. U isto vreme, i ETL procedure su se razvijale u više ili manje primenljivim oblicima, kao npr. ETL procesi bazirani na UML-u, *ontology* tehnikama, MDA, grafičkim tokovima (BPMN, CPN, YAWL), ComonCube i EMD, Big Data itd.

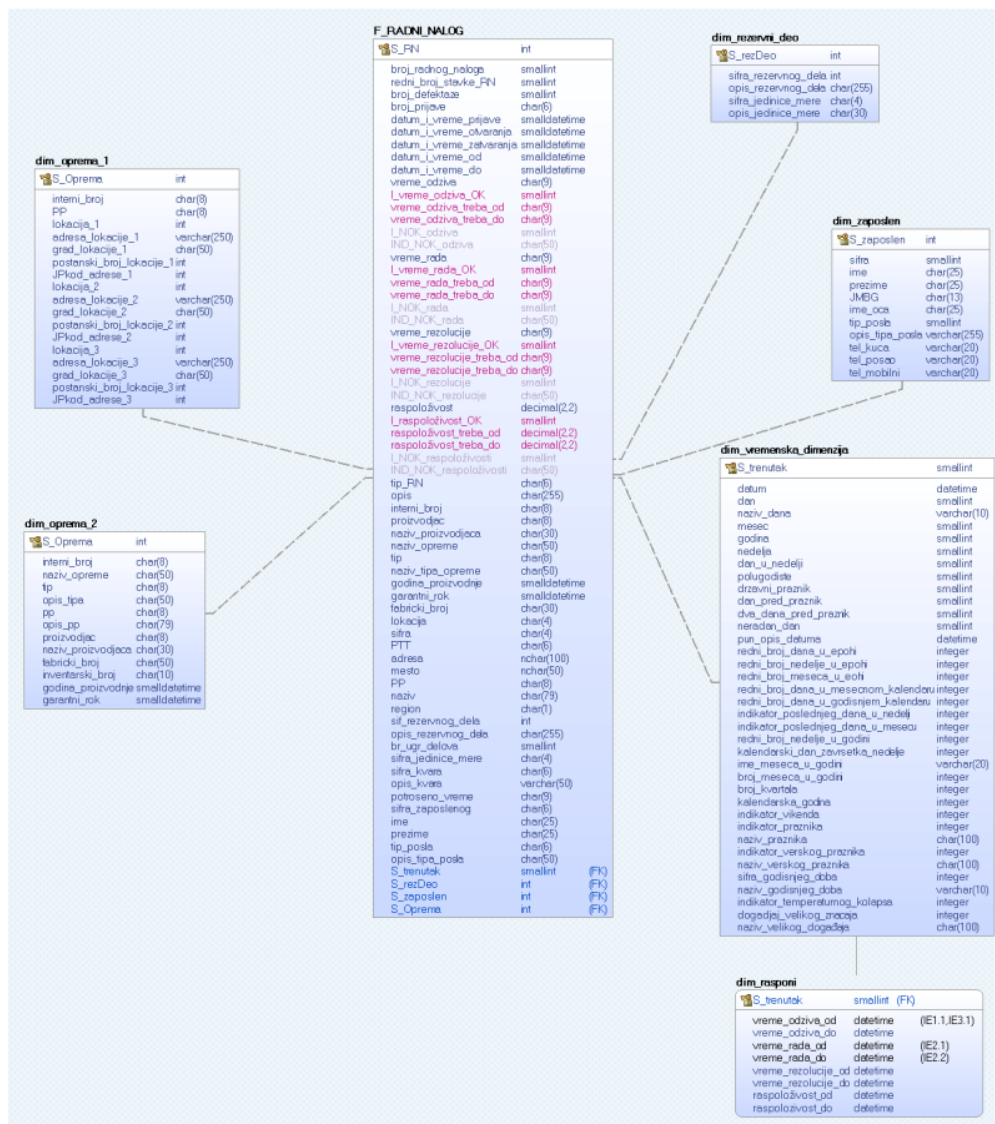
7.3. Pilot projekat razvoja ciljno vođenog procesnog skladišta podataka

7.3.1. Oblasti, podaci i tehnologije obuhvaćeni projektom

Oblasti koje su obuhvaćene ovim projektom su ograničene samo na održavanje bankomata. Zbog obaveza koje kompanija ima sa poslovnim partnerima i striktnim zahtevima koji se nalaze u Ugovorima, ovaj segment je jako pažljivo praćen. S obzirom da je poslovni proces održavanja opreme vrlo kompleksan i da obuhvata osim zaposlenih, opreme (bankomata) i rezervnih delova, još i oblasti kao što su nabavka, službena putovanja, blagajna, finansijski podsistemi i slično, a da je u ovom slučaju uzet samo jedan njegov segment, odabrana je arhitektura koja se zasniva na *subject* područjima. Dodatno je proširena sa segmentom zajedničkih dimenzija, odnosno, sve dimenzije su projektovane da zadovolje i ove druge prethodno nabrojane oblasti. S obzirom da je ERP sistem kompanije baziran na relacionom modelu i na ACCPAC ERP softveru i da je autor u potpunosti upoznat sa strukturom relacije baze podataka, to i nije bio problem.

S obzirom da je u pitanju vrlo ograničeni skup inicijalnih tabela i podataka koji se nalaze u njima, to je također bio jedan od ključnih razloga zašto je odabran pristup kroz *subject* područje. Smatram da složeniji i veći sistemi, u kojima se nalaze milioni podataka moraju da se baziraju na drugim arhitekturama. Isto tako, podaci su idealno grupisani i u potpunosti zadovoljavaju koncept *subject* područja, odnosno da se jedan segment poslovanja može direktno prikazati kroz jedno *subject* područje, odnosno u ovom slučaju, da se jedan proces (jer je u pitanju procesni warehouse) može prikazati kao jedno celovito *subject* područje. U ovom konkretnom slučaju, u pitanju su podaci iz zadnjih 7 godina, odnosno skoro 20 hiljada slogova.

U sistemu održavanja opreme, ne nalaze se multimedijalni, tekstualni, niti drugi ne struktuirani podaci. To je također bio jedan od bitnih faktora za izbor *subject* područja arhitekture. U okviru ugovora, kao i kod radnog naloga, nije zahtevano da se prate neki drugi, osim struktuiranih podataka. U planu je formiranje posebnog skupa podataka koji će se odnositi na grafičku prezentaciju nekih specijalnih postupaka za otklanjanje kvarova, prvenstveno za lokalne servisere koji su na terenu i koji su iznajmljeni od strane kompanije. Ovo je u planu da bi troškovi održavanja, odnosno odlaska naših serviseri na teren bili smanjeni u najvećoj mogućoj meri. Pod grafičkom prezentacijom se smatra prebacivanje dela uputstva na tzv. servisni sajt, kao i snimci nekih kompleksnijih procedura koji se mogu pojaviti kod održavanja.



Slika 36 Tabela činjenica F_RADNI_NALOG sa dimenzionalnim tabelama i uključenim ciljevima i indikatorima

Pilot projekat se bazira na relacionom modelu u kome su objedinjeni podaci o radnim nalogima tokom 7 godina. Relacioni model podataka koji je polazište za ETL procedure je prikazan na Slika 28 i implementiran u SQL Serveru 2005.

Model procesa, koji je bio ishodište za analizu procesa je prikazan na prvom nivou dekompozicije na Slika 26. Ono što je bilo u fokusu ovog rada je promatranja procesa koji se odnosi na sam radni nalog, čija je forma data na Slika 43. Model procesa i model podataka [111] su bili osnova da bi se uopšte moglo pristupiti analizi procesa i aktivnosti koji čine globalni proces koji se zove održavanje opreme.

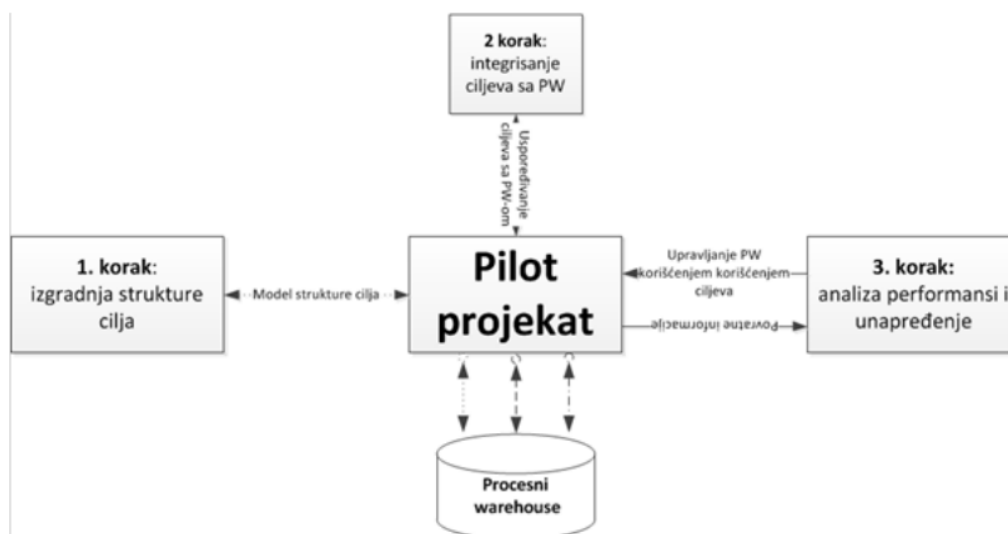
Na 7. poglavlju se pristupilo generisanju DW baze podataka u SQL serveru 2012, po svim pravilima koji se odnose na generisanje baze podataka u DW formatu. Na osnovu iznetog u

prethodnim poglavljima, pristupilo se definisanju ETL procedura koje su iz relacionog modela trebalo da „napune“ DW bazu podataka po principu procesnog skladišta podataka.

Uzevši u obzir pravila koja se odnose na šemu zvezde (*star schema*) i generisanje tabela činjenica i tabela dimenzija, generisane su sledeće šeme:

- Šema koja se odnosi na radne naloge,
- Šema koja se odnosi na radnike koji su učestvovali u otklanjanju neispravnosti na opremi, i
- Šemu koja se odnosi na upotrebljene rezervne delove.

Struktura procesnog skladišta i to tabele činjenica F_RADNI_NALOG i njenih pripadajućih dimenzionalnih tabela je data na Slika 36, dok struktura ostalih tabela nije prikazana.



Slika 37 Faze metode i relacije unutar projekta

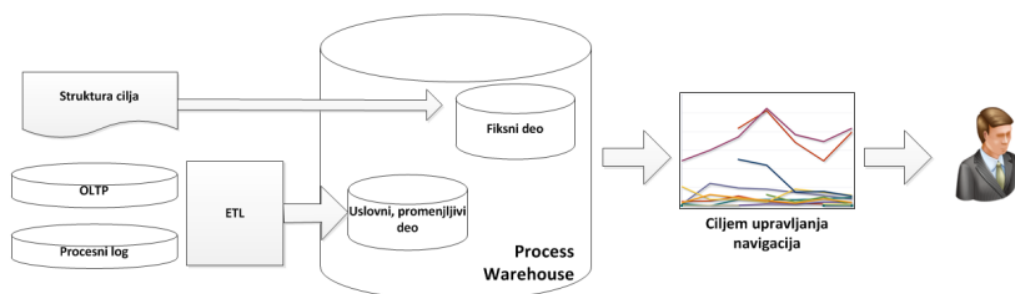
Pilot projekat je implementiran korišćenjem alata Visual Basic, Microsoft Office-a i MS SQL Servera, dok je za generisanje PDW strukture tabela i veza između njih korišten Microsoft SQL Server 2012. Nakon toga se korišćenjem Microsoft alata EXCEL izvršila analiza ispunjenosti ciljeva (% raspoloživosti, vremena izlaska na teren i vremena otklanjanja kvarova) i data su mišljenja o rezultatima dobijenim tim analizama.

7.3.2. Predloženo procesno skladište podataka

Na početku ovog poglavlja identifikovan je skup zahteva koji se odnose na analizu performansi i unapređenje procesa korišćenjem PDW-a. Ti zahtevi su proistekli iz nedostataka prikazanih u prethodnim poglavljima, kao i iz studija i radova (dostupne literature) koja obuhvata problematiku analize procesa i njihovog unapređivanja. Skup eksplicitnih ili implicitnih zahteva uslovljava i ograničava upotrebu PDW kao samostalnog sistema. Na primer, zahtev koji se odnosi na to da metod mora da podržava korišćenje PDW bez pisanja

dodatnog koda, eksplicitno ograničava upotrebu PDW-a. Isto tako, da mora da omogućiti identifikaciju i učitavanje neophodnih i dovoljnih informacija neophodnih za analizu i unapređenje poslovnih procesa, je implicitno povezana sa samom specifikacijom PDW-a, pošto to uslovljava da takvi podaci moraju prethodno biti uneti u sam PDW, što opet uslovljava nivo znanja i iskustva projektanta i analitičara posmatrača procesa. Da bi se odgovorilo na zahteve PDW, potrebno je integrisati ciljeve sa podacima koji se nalaze u PDW-u i nakon toga koristiti ciljeve kao repere pri analizi performansi i pri donošenju odluka o unapređivanju procesa [98].

Ovaj tip PDW se razlikuje od tradicionalnog PDW na više načina, koji se protežu na dva nivoa, strukturalnom i arhitektonskom. Strukturalni nivo: tu se podrazumeva specifikacija podataka, veza između podataka i ograničenja u podacima kao i željenim ciljevima koje proces treba da ostvari. U kontekstu PDW, literatura ih često definiše i kao PDW deskriptori ili PDW specifikacije dizajna. Na strukturalnom nivou, ova vrsta PDW se razlikuje od standardnog PDW u dva segmenta, stabilnom (nepromenljivom) i u delu koji se menja od slučaja do slučaja (Slika 38).



Slika 38 Arhitektura unapređenog PW

Stabilan (nepromenljivi) deo PDW obuhvata informacije o ciljevima, indikatorima, uslovima koji zadovoljavaju neke vrednosti i informacijama o PDW opisu (dimenzije i činjenice) koje su povezane sa svakim pojedinačnim ciljem [4], [112]. **Stabilan (nepromenljivi) deo ne postoji u klasičnom PDW-u. Taj deo je proširenje klasičnog PDW-u, i namera mu je da čuva informaciju o strukturi cilja i njihovim relacijama sa strukturom PDW-a, koji nije moguć u tradicionalnom PDW-u. Osim ovog proširenja, dodatno se vrši proširenje osnovnog PDW, kad je u pitanju GD PDW, još i podacima o vremenskom rasponu važnosti cilja i unosom željene vrednosti cilja koji je taj cilj trebao da ostvari, o stepenu ostvarenosti cilja, kao i o vrednostima trenutne izmerene vrednosti ostvarenog cilja.**

To znači, da osim podataka o evidentiranju PRIJAVE, DEFEKTAŽE i RADNOG NALOGA, koji se prvenstveno odnose na vremena evidentiranja i završetka svake od ovih aktivnosti unutar procesa popravke neispravnog bankomata, unose se i podaci da je za taj konkretan bankomat vreme ovog ukupnog procesa trebalo (po ugovoru) da traje maksimalno XX sati, da za taj konkretan bankomat, dozvoljeno vreme je bilo maksimalno YY sati, da su te vrednosti bile validne u vremenskom intervalu od datuma 1 do datuma 2, kao i da je ukupno vreme otklanjanja bilo ZZ, itd.

Deo koji se odnosi na specifičnosti koje se javljaju od slučaja do slučaja obuhvataju dimenzije i činjenice o procesima koji su bitni za analizu performansi procesa. Taj deo je promenljiv (dinamičan) u smislu da se da se model podataka razvija za svaki proces, na primer, dimenzije i činjenice identifikovane za proces mogu biti različite od onih koje se odnose na drugi proces [4] [112]. Ključna razlika u delu koji je vezan za određene specifičnosti je dodavanje bit mape svakom slogu koji je iskorišćen za kreiranje relacija između ciljne strukture i sadržaja PDW-a. Bit mapa je u stvari indikator koji kroz jednostavnu indikaciju ukazuje na ispunjenost ili ne ispunjenost cilja, kao i drugi indikator koji ukazuje na razlog neispunjavanja cilja.

Nivo arhitekture: to je skup specifikacija koje opisuju organizaciju warehouse objekata, kako oni rade zajedno i kako se podaci razmenjuju između njih [90]. Osim strukturnih razlika, predloženi novi tip PDW (u odnosu na klasični PDW) postoje neke razlike i u arhitekturnom nivou. Arhitektura novog PDW-a je prikazana na Slika 38. Kao što je prikazano, može se videti da bi se delimično popunio deo PDW-a koji se odnosi na popunjavanje od slučaja do slučaja, podaci moraju biti ekstrahovani i konsolidovani i iz procesnih logova eksternih objekata (ugovori, norme, uputstva za održavanje, kao i iz transakcionih izvora, što nije slučaj u tradicionalnom PDW-u.

Za usaglašavanje procesa i transakcionih podataka predlaže se odgovarajuće radno okruženje. Na osnovu radnog okruženja, postoje tri odgovarajuće alternative, ručno usaglašavanje, poluautomatsko i automatsko. Između ta tri načina, najpreporučljiviji je ručni sistem usaglašavanja. Primena IPA tehnologije i RPA metode bi mogla da bude interesantna oblast za dalja razmatranja i proučavanja. Stabilan (nepromenljivi) deo je na drugi način delimično popunjen ciljevima koji su definisani u prvom koraku ovog dopunjenog metoda.

Osim osnovnog istraživanja vezanog za unapređenje samog procesa održavanja, bilo je potrebno posebno izučiti metode i metodologije za analizu samih procesa koji učestvuju u održavanju opreme, izučiti i odabrati standarde, metode i metodologiju modeliranja podataka i naročito posvetiti pažnju poslovnom izveštavanju (*Business Intelligence*) i metodologiji i metodama za izbor najpovoljnijeg DW modela.

Sledeći segment se odnosi na podatke logirane tokom odvijanja procesa. Ako se uzme u obzir, da prilikom snimanja procesa, a u zavisnosti od zahteva, obuhvata definisani skup prepoznatih elemenata, bitno je da svakom elementu pridodamo određene atribute. Ti atributi treba da obuhvate osnovne podatke o elementu, njegov opis, njegovu strukturu, tipove podataka koji opisuju tu strukturu, ograničenja i uslovljavanja koja se odnose na pojedine atribute te strukture. Isto tako, potrebno je, ukoliko je moguće, definisati i interne veze između tih elemenata, kao i veze tih elemenata sa spoljnim okruženjem (drugim procesima, ako postoje).

Osim toga, potrebno je uočiti poziciju elementa u okviru procesa, njegov uticaj na aktivnost i obrnuto, uticaj aktivnosti na element. Zbog toga dolazi do nepotpunog obuhvata elemenata (pri snimanju, ili pri uzimanju u obzir prilikom analize) koji utiču na proces (najčešće *data object*-a). Kad su u pitanju relacione baze i taj način predstavljanja podataka, jasno je da je u pitanju transakcija u okviru jedne aktivnosti, koja počinje i završava unutar te aktivnosti, dok kad su u pitanju DW principi, problem je prepoznati proces (i sve njegove aktivnosti i podatke tih aktivnosti) i sve integrisati u jednu celinu. Problem kod generisanja DW je da se najčešće poistovećuju podaci koji pripadaju jednoj aktivnosti jednom DW ili *data mart*-u. Zbog tog nedostatka samog DW, ali i zbog neznanja ili nerazumevanja procesa i svih elemenata koji

čine proces od strane projektanta baze podataka, DW su najčešće služile za parcijalno izveštavanje, analizu i predikciju [113].

7.3.3. Ciljno upravljanje procesnim skladištem podataka

Ovaj pristup analizi u unapređenju poslovnih procesa se zasniva na navigaciji kroz PDW, a da se pri tome koriste unapred definisani željeni ciljevi koje procesi trebaju da ostvare. Zbog toga je potrebno posvetiti posebnu pažnju u pronalaženju sa jedne strane podataka iz operativnih baza (koje će biti osnova za prebacivanje u PDW, a samim time i kasnije analize), kao i precizno definisanje ciljeva, njihovih vrednosti, vrednovanja ispunjenosti, raspona i perioda važnosti.

Ukoliko u startu dođe do greške pri ovim izborima, nećemo biti u mogućnosti da izvršimo pravovremene i tačne analize.

Isto tako, sa druge strane je vrlo bitno da se precizno utvrde procesi, pod procesi i aktivnosti unutar njih. Ukoliko se u okviru prepoznavanja procesa omane u definisanju svih procesa, ceo sistem može da prouzrokuje potpuno nerelevantne analize. Isto tako, vrlo je bitno prepoznati i definisati redoslednost i istovremenost njihovog odvijanja.

Tek kad imamo definisane i procese i podatke, možemo krenuti u definisanje ciljeva, indikatora i ostalih elemenata neophodnih za analizu i unapređenje procesa. Da ne dođe do zabune, ciljevi se u okviru istog procesa snimanja prepoznaju i definišu, odnosno, ukoliko imamo definisane ugovorne obaveze, tada nemamo mnogo slobode, nego samo treba da tačno prepoznamo mesto na kome će se nalaziti ti parametri ciljeva, kao i prepoznati eventualne međuzavisnosti ugovorenih ciljeva.

7.3.3.1. Primena IDEF0 standarda u integrisanju cilja u procese i aktivnosti

Bez obzira o kom izabranom modelu za unapređenje procesa se radi, unapred je potrebno definisati skup navigacionih operatora koji su postavljeni za svaki cilj. Oni omogućavaju različite pristupe za upravljanje PDW-om, odnosno oni definišu okvire u kojima se može izvršiti tačno i pravovremeno upravljanje procesima, odnosno, njihovo prethodno analiziranje i unapređivanje.

Na gornjem primeru vidimo deo strukture procesa ODRŽAVANJA OPREME koji se sastoji od sledećih pod procesa i aktivnosti:

- Održavanje opreme
 - Investiciono, servisno, preventivno i lokalno održavanje
 - Prijava kvara i defekata
 - Formiranje radnog naloga
 - Rad po radnom nalogu
 - Formiranje internog radnog naloga
 - Formiranje eksternog radnog naloga
 - Izdavanje robe za popravak
 - Izveštavanje iz sistema održavanja
 - Logistika održavanja

Tako da možemo da kažemo da se proces održavanja opreme sastoji od procesa P_1 do P_n . Svaki proces prima i otpušta određene entitete, određeni entiteti ga kontrolišu, kao i koristi određene resurse i mehanizme.

Na grafičkim dijagramima je to prikazano strelicama i kockama (Slika 5). Ono što je bitno, u strelicama (koje predstavljaju ulaze i izlaze) i kockama (koje predstavljaju aktivnosti – procese) se nalaze određene vrednosti.

Svaki od tih elemenata posmatramo na jedan od 4 definisanih perspektiva:

- Funkcionalne
- Organizacione
- Informatičke, i
- Perspektive ponašanja

Ako se držimo metodologije, svaka aktivnost je „pravilno definisana“ ako ima bar jednu kontrolnu funkciju i barem jednu izlaznu funkciju. U tom slučaju, ako su ti uslovi ispunjeni, možemo da metodu proširimo sa tim da imamo određene kontrolne funkcije koje predstavljaju cilj koga treba postići, a da je rezultat aktivnosti neki rad, kao i analiza uspešnosti tog rada, koja će ponovo ući u aktivnost u cilju poboljšanja te aktivnosti (ili samo u cilju kontrole).

Prema tome, sa stanovišta IDEF0 metodologije, imamo *control* strelice (upravljačke strelice) unutar kojih treba da ubacimo ciljeve koje aktivnost treba da izvrši. One osim cilja koji aktivnost treba da izvrši, trebaju da imaju i raspon u kome se kreće cilj, kao i vremenski interval u kome je ta vrednost cilja validna. Izlaz iz aktivnosti treba da bude indikator uspešnosti ostvarivanja cilja, plus eventualno određene statističke i numeričke analize ispunjenosti zadanog cilja. Prema tome, ova metodologija u potpunosti opravdava njenu primenu u domenu analize procesa i aktivnosti, kao i u domenu definisanja ciljeva i njihove povezanosti sa aktivnostima.

Ciljevi koji ulaze sa gornje strane u aktivnost (*control* – upravljačke strelice) se ne menjaju unutar aktivnosti, odnosno ne menjaju se niti rasponi niti vremenski intervali važnosti ciljeva. Oni predstavljaju stabilan deo PDW-a. Jedino što se „menja“ odnosno nastaje kao rezultat analize aktivnosti je indikator ispunjenosti cilja (*bit map* formata, npr. 0 ili 1, ili slično), kao i moguće statističke i analitičke analize.

Na ovaj način možemo da potvrdimo hipotezu da je IDEF0 metoda u potpunosti primenljiva u cilju analize procesa i aktivnosti, kao i u procesu definisanja ciljeva koje ti procesi treba da realizuju, njihovoj ispunjenosti i mogućnosti da služe kao podloga za analize i poboljšanja procesa.

7.3.3.2. Operacije nad procesima i aktivnostima

Sa druge strane, ključne analize koje se rade u multi dimenzionalnim bazama podataka, koje se odnose na *slice* i *dice* analize su moguće jer se kroz definisanje strukture procesa, pod procesa i aktivnosti, na isti način radi i dekompozicija elemenata koji učestvuju u samoj aktivnosti. Tako da se na primer entiteti koji nose informacije o popravkama, razgrađuju u delove koji se odnose na proces popravka, procesa prijave, defekataže i radnog naloga, dok se proces rada po radnom nalogu razgrađuje na elemente koji se odnose na izdavanje radnog naloga, odlazak na teren i otklanjanje kvara.

Svaki od ovih elemenata ima svoje attribute, odnosno, ako pričamo o dimenzionalnom modelu, činjenice i dimenzije. Samim time, imamo mogućnost da podatke (koji su – mogu da

budu) agregirani na najvišem nivou raščlanjemo po nižem nivou detaljnosti do onog nivoa detalja koji nam je u tom trenutku potreban, definisan i jedinstven za ceo PDW.

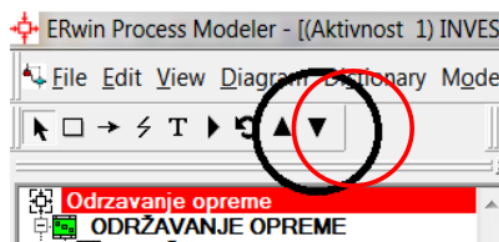
Isto tako, možemo da koristimo podatke po pojedinim segmentima poslovanja (poslovne funkcije ili procesi), da samo taj segment poslovanja izdvojimo i da ga u kasnijoj fazi raščlanjemo po istom principu kao i bilo koji drugi element unutar multi dimenzionalne kocke.

Samim time, isto tako se potvrđuje hipoteza, da je korišćenjem IDEF0 metode obezbeđeno korišćenje funkcije koje se odnose na *slice* i *dice*²⁸ zahteve. Ukoliko se još dodatno iskoriste mogućnosti ER analize podataka, korišćenjem IDEF1X metode, tada u potpunosti možemo reći da je IDEF metodologija primenljiva u procesu pripreme podataka i procesa, kao i definisanju ciljeva za PDW strukture DW-a.

Operacije koje možemo da izvršimo, korišćenjem ove metodologije su:

- Idi na dole
- Idi na gore
- Iterativno kretanje.

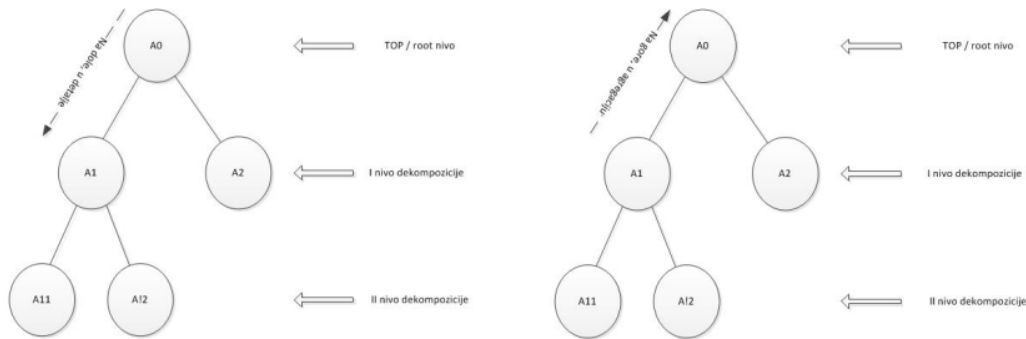
Ovo možemo da prikažemo grafičkim opcijama:



Slika 39 Grafički simboli za "kretanje" po dubini dijagrama procesa

Opcije kojima se „šetamo“ gore – dole su u krugu. Ovim načinom zadovoljavamo uslov da se kroz strukturu procesa i aktivnosti krećemo bez ikakvog pisanja koda, kao i da se svi procesi i aktivnosti transparentni, laki i dostupni.

²⁸ Ovo je neformalni termin koji se koristi u oblasti data warehouse-a i definiše mogućnost učitavanja i manipulisanja podacima. Ukoliko se data warehouse (multidimenzionalni model) predstavi kao kocka, tada svaka stranica predstavlja jednu dimenziju. Termin “*slice*” se koristi kada želimo da pristupimo delu (“*slice*”) kocke. Kada se pristupi “*slice*” delu kocke, tada imamo i mogućnost sortiranja i premeštanja njenih “*slice*” kolona i redova, dok korišćenjem “*dice*” možemo da dobijemo manje delove “*slice*-a” kocke (www.answer.com).

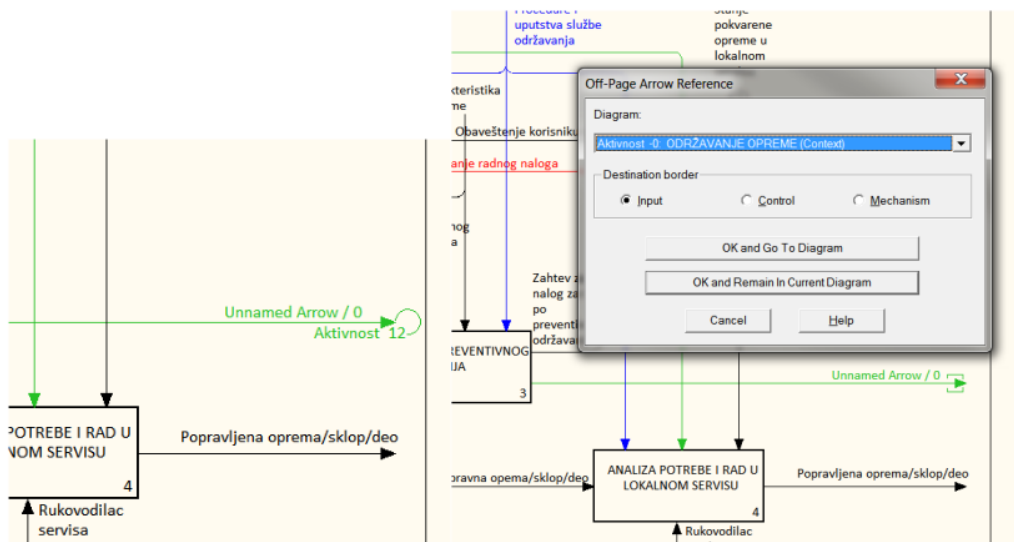


Slika 40 Slice i dice metode kretanja i prikaza podataka

Ovim načinom je grafički omogućeno da se sa jedne aktivnosti unutar istog projekta ili čak unutar drugog projekta (modela – dijagrama, koji opisuje sve te aktivnosti – procese) prenesu određene vrednosti između aktivnosti i procesa.

Time su zadovoljeni sledeći uslovi:

- Idi u dubinu – detaljniji pogled, ovo kretanje omogućava da se sa jednog nivoa perspektive ide u dubinu u cilju dobijanja preciznijih i manje agregiranih podataka. Ti podaci su na nižem nivou i detaljniji su sa stanovišta perspektive.
- Vрати sa na viši nivo – nivo agregacije, koji omogućava da se sa jednog nivoa perspektive „ode“ na viši nivo detaljnosti, odnosno agregiranosti, gde su podaci sumarniji u odnosu na prethodni nivo perspektive.
- Kretanje između, koje omogućava kretanje između istih nivoa perspektive, ali na različitim pozicijama sumarnih – agregiranih perspektiva, kao i kretanje čak između različitih procesa koji se nalaze u drugim podsistemima - dijagramima, funkcijama koje se analiziraju.



Slika 41 IDEF0 - BPWin prikaz prelaska sa nivoa na nivo uz pomoć strelica

- Iterativno kretanje, obezbeđuje kretanje između ciljeva koji nisu međusobno blisko povezani sa trenutnim ciljem, ali su delovi iste ciljne strukture i imaju isto polazište (odnosno prethodno). Rezultat ove operacije je dostignutost nekog drugog cilja unutar istog stabla ciljeva. Primer ovog uslova je analiza ispunjenosti cilja samo kad je u pitanju radni nalog, a ne ceo proces održavanja. Nekoliko puta je prethodno spomenuto da ova metoda omogućava da se prate ne samo celi procesi (proces održavanja, o⁸¹rijave do zatvaranja naloga) nego i podsegmenti procesa (samo radni nalog), kao i sve druge moguće kombinacije koje su od interesa za analize i unapređenja. Isto tako, određene analize i unapređenja su ograničena podacima koji su na raspolaganju, tako da je i to ograničavajući faktor kod definisanja ciljeva i njihovih ispunjenja.

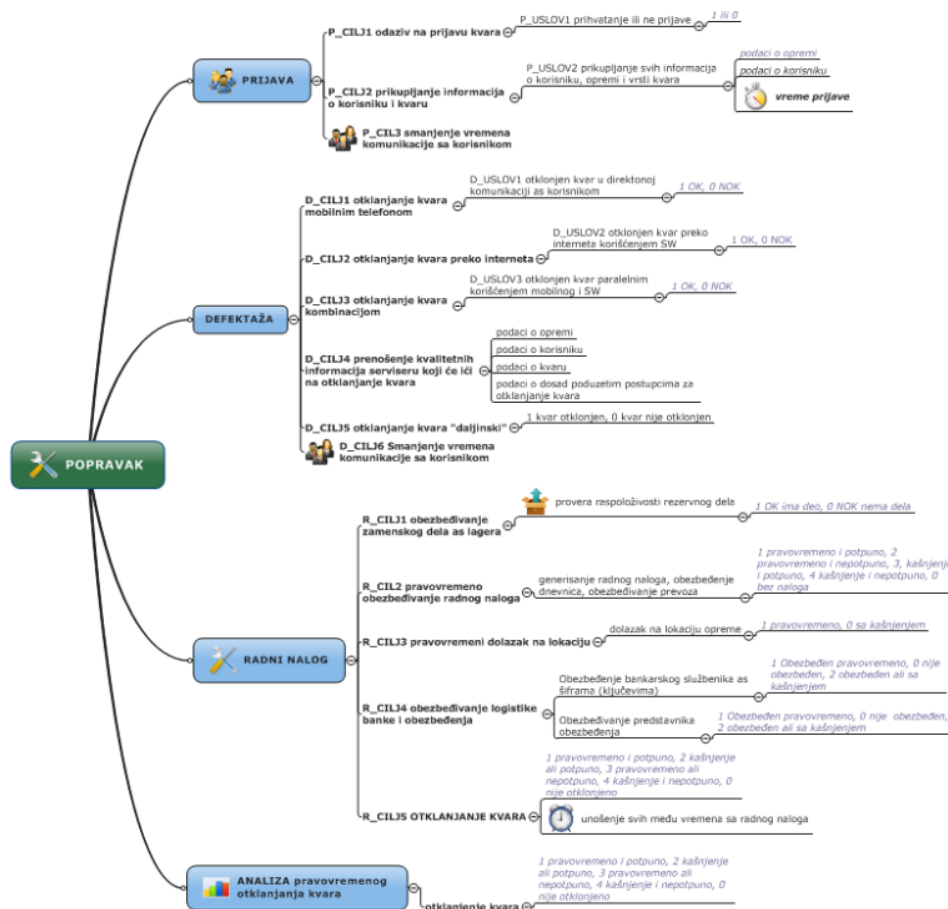
Videli smo da je kroz dostupnu i ovde prikazanu literaturu prikazano nekoliko načina na koji se može poboljšati PDW. Jedan od načina je i ovde izloženi, kroz uključivanje poslovne orijentacije u sam dizajn.

Prvi korak ka tom cilju je definisanje opšte specifikacije PDW dizajna, jer su u tom slučaju uključeni specifični načini na koji PDW ispunjava uslove koji su postavljeni pred procese, pod procese i aktivnosti. Kada imamo definisane procese, pod procese i aktivnosti, kada u sledećoj fazi imamo prepoznate podatke iz operativnih ili eksternih baza podataka, vrši se definisanje ciljeva koji se vezuju za procese (aktivnosti). Tek nakon toga, integrišemo ciljeve i procese, odnosno definišemo koji proces treba da ostvari koji cilj, kako i na koji način merimo ispunjenost (dostignutost) tog cilja (definisanjem indikatora), zatim definišemo i raspone koje cilj treba da ispuni (da bi omogućili statističke i numeričke analize ispunjenosti ciljeva), kao i vremenske raspone na koje se odnose rasponi i sama vrednost cilja.

Ovim objašnjenjima i detaljnim opisom metode, datim u ovom poglavlju, potvrdili smo sledeće hipoteze koje se odnose na ovu metodu:

- Metoda podržava korišćenje PDW bez ikakvog pisanja aplikativnog koda. Ovo se bazira na analizi poslovnih procesa i zahteva koji su postavili zaposleni koji će donositi odluke na osnovu tih podataka i analiza. Korisnici naginju ka ovom načinu analize, jer na jednostavan i jasan način mogu da mere poslovne procese i ispunjavanje ciljeva koje ti poslovni procesi trebaju da ispune. Redoslednost i istovremenost izvršavanja procesa je povezana sa ciljem (ciljevima, kao i njihovom strukturom) i ona je ključna za dobijanje pravilnih informacija o funkcionisanju određenih procesa.
- Drugi zahtev se odnosio da metoda omogućava i obezbeđuje neophodne i dovoljne informacije kojima zaposleni može da izvrši analizu procesa i na osnovu te analize da izvrši i eventualno unapređenje procesa. To smo obezbedili time što u prvom koraku definišemo procese i ciljeve, u drugom koraku radimo integraciju ciljeva u sam proces, da bi se sa jedne strane upravljalo samim procesom i samim time da se na taj način obezbede dovoljne, tačne i pravovremene informacije o funkcionisanju samog procesa. Na taj način pratimo vezu između ciljeva i samih procesa. U ovom radu se fokusiramo na definisanje procesa, ciljeva, njihovu integraciju i na kraju merenje uspešnosti procesa, kao i na implementaciju toga na PDW strukturu podataka.

Prikaz procesa i ciljeva je dat na Slika 42.



Slika 42 Šematski prikaz integracije procesa i ciljeva

Kao nastavak za izučavanje ove problematike moguće je sprovesti nekoliko scenarija:

- Ažurirati i dopuniti operativnu aplikaciju i njenu strukturu baze podataka
- Doraditi ETL procedure u cilju dodavanja novih atributa u PDW strukturu DW baze podataka
- Proširiti analize i na druge procese koji se odnose na poslovanje servisa
 - Analiza tipova kvarova,
 - Analiza kvarova pojedinih sklopova i delova,
 - Učestalost kvarova nakon popravka od strane određenog servisera,
 - Uticaj spoljnih faktora na kvarove bankomata (atmosfera, temperature, ...).

Ovaj rad i doktorska teza su u stvari tek odškrinuli vrata jednoj vrlo ozbiljnoj i kompleksnoj tematici, ali je za početak trebalo izvršiti prepoznavanje alata sa kojima se to može raditi i dati osnovne potvrde primenljivosti tih alata (za modeliranje podataka, modeliranje procesa, izbor DW i PDW kao tipa strukture baze, izbor GS pod tipa PDW baze podataka, itd.).

ENERGOPROJEKT - ENERGODATA a.d.
11070 BEOGRAD
Bulevar Mihaila Pupina 12
Fax: 011/ 311-47-80, Tel: 011/ 2145-443

SERVIS

RADNI NALOG br. _____

1. KORISNIK _____ Šifra _____

2. Prijava kvara: _____
dan mes. god. h min

3. Opis prijave: _____

4. Intervencija izvršena: ☐ po ugovoru ☐ bez prijave ☐ po zahtevu (on - call)

5. Vrsta intervencije: ☐ otklanjanje smetnji ☐ preventiva ☐ instalacija: stalna-privremena

6. Uzrok intervencije: ☐ neutvrđen ☐ greška korisnika ☐ radni uslovi

7. Status ugovora: ☐ u garanciji ☐ van garancije

8. Uređaj: šifra / naziv	Status: pre posle	zamenjeni sklopovi - utrošeni delovi opis intervencije
_____	☐ ☐	_____
_____	☐ ☐	_____
_____	☐ ☐	_____
_____	☐ ☐	_____
_____	☐ ☐	_____

Statusi: 0 - neispravno, 1 - radi otežano, 2 - odnet deo, 3 - nedostaje deo, 4 - vraćen deo, 5 - ispravno

9. Napomena tehničara: _____

10. Vreme trajanja intervencije: od _____ do _____
dan mes. god. h min dan mes. god. h min

11. Rad kontrolisan do: _____
dan mes. god. h min

12. POTVRDA IZVRŠENIH RADOVA: (popunjava korisnik)

PRIMEDBA _____

Radni nalog predstavlja jedini važeći dokument u slučaju spora.
Potpisom radnog naloga prihvataju se svi navedeni podaci, ukoliko nije napisana primedba.

(potpis i pečat korisnika)

Putni izveštaj:

13. Vrsta prevoza: sl. vozilo reg. br. _____

14. Predeno KM: _____ (potpis tehničara)

Slika 43 Radni nalog službe održavanja

7.3.4. Pregled metode za analizu performansi i njihovo unapređivanje bazirano na ciljevima

Ova metoda je namenjena onim segmentima kompanije koji su zaduženi za analizu i unapređenje poslovanja. Metoda treba preciznom analizom da prepozna slabosti u poslovanju unutar sistema i da u isto vreme omogućí izradu predloga za njegovo unapređenje. Ova predložena metoda se sastoji od četiri koraka:

- Izgradnja ciljne strukture,
- Izgradnja PDW uz proveru izvora logova,
- Integracija cilja (ciljeva) sa PDW-om,
- Analiza i unapređenje procesa.

Korak broj 1. Izgradnja strukture cilja

Ova aktivnost treba da iz skupa svih poslovnih procesa koji se prate identifikuje poslovni proces koji je (ili koji su) „problematičan“ i da se fokusira na njegove potprocese i aktivnosti, kao i ulaze i izlaze iz tog procesa. Definišu se perspektive sa kojih će se izvršiti posmatranje i analiza procesa.

Koristi se funkcionalna dekompozicija i generiše se stablo procesa (*node tree*), kao i detaljni pregledi procesa, aktivnosti i entiteta, **Error! Reference source not found.** Slika 18.

Ključ je da se tokom ovih analiza izvrši utvrđivanje prioritnog cilja, cilja na najvišem nivou, koji bi se onda dekomponovao na pod ciljeve, koji su opet povezani sa nivoom ugovorenih usluga. Definišu se indikatori uspešnosti svakog pod procesa i aktivnosti unutar procesa.

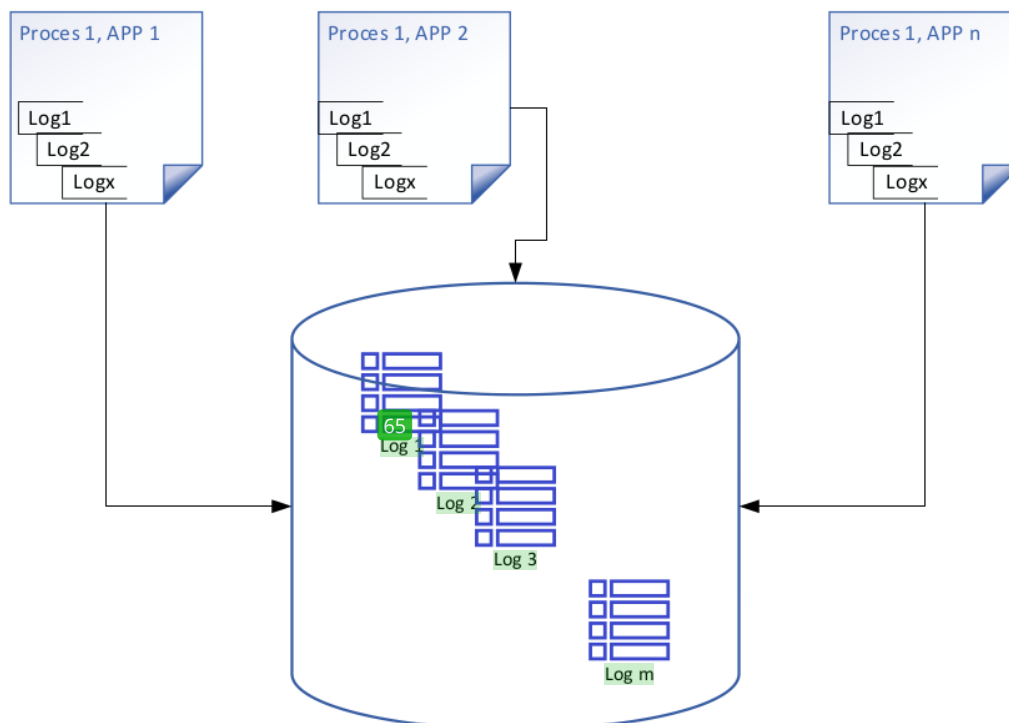
U ovom segmentu, metod ima nedostatke, koji su zaobiđeni. Naime, metoda kaže da se „tokom analiza izvrši utvrđivanje prioritnog cilja, na najvišem nivou, koji bi se onda dekomponovao na pod ciljeve, koji su opet povezani sa nivoom ugovorenih usluga“. Ako se tako postupi, onda je već došlo do kašnjenja jer je potrebno već prilikom transfera podataka iz operativnog aplikativnog sistema u PDW sistem DW baze podataka definisati i ciljeve i pod ciljeve, kao i ograničenja koji se odnose na sve procese ili aktivnosti čije statuse (izmerene činjenice) smo pratili i dopunjavali u PDW-u.

Zbog toga je u tabeli činjenica F_RADNI_NALOG proširen u startu skup atributa koji se odnose na ciljeve, raspone i vremenske raspone.

Korak broj 2. Izgradnja PDW uz proveru izvora logova

Ovaj drugi korak je bitan da bi se dobio jedan integralni zapis procesa, jer često je jedan proces podeljen na segmente (npr. aplikativna rešenja) i svaki segment na taj način ima svoj log. Pošto postoji ta mogućnost, sistem analitičar prilikom snimanja treba da evidentira te logove, njihovu strukturu, tipove podataka i da jasno ograniči dodirne tačke svakog segmenta.

Nakon toga DBA preuzima i treba da na osnovu prepoznatih dodirnih tačaka, uz dodatnu analizu, da definiše i pripremi procedure prvo za integraciju različitih logova u „jedan fiktivni“ log, koji je „očišćen“ od duplih podataka, kao i od nekonzistentnosti u šifriranju i označavanju logiranih atributa, kao i granularnosti podataka.



Slika 44 Više aplikacija unutar jednog procesa

Ovaj korak autori ne spominju u svojim radovima, podrazumevajući da je proces realizovan preko jedne aplikacije, koja ostavlja jedan log. Iskustvo ukazuje da ovo u velikoj većini nije tačno i ovo podrazumevanje može da izazove veliku nekonzistentnost i zbog toga se može pojaviti problem. Vrlo često je ovo jedan od razloga zbog čega je primena DW komplikovana i često ne završena.

U ovom konkretnom primeru, proces održavanja opreme pokriva više aplikativnih rešenja:

1. Aplikativno rešenje koje evidentira prijem, defektažu i popravak po radnom nalogu,
2. Kadrovska evidencija koja prati raspoloživost radne snage (bolovanja, godišnji odmori, slobodni dani, planirana službena putovanja...),
3. Aplikativno rešenje za putne naloge,
4. Aplikativno rešenje za magacinsko poslovanje i planiranje nabavke rezervnih delova i sklopova, i
5. Aplikativno rešenje za održavanje i upravljanje voznim parkom.

Pošto je za konkretnu analizu koja se odnosi na segment od prijave do otklanjanja kvara, obrađuju se logovi koji se odnose samo na aplikativno rešenje broj 1.

Korak broj 3. Integracija ciljeva sa PDW-om

Ovaj treći korak treba da izvrši integraciju ciljeva i PDW definisanih u prethodnim koracima, da bi se omogućio kompletan pristup PDW-u. Ova integracija je ključna jer PDW

ima za cilj da obezbedi relevantne i tačne informacije koje se odnose sa performanse procesa. Te informacije su osnova za pravilno usmeravanje i poboljšavanje procesa, odnosno, ispunjenja ciljeva koji su postavljeni pred određeni proces (ispunjenje % raspoloživosti, ispunjenje vremena izlaska na teren, vremena otklanjanja kvara, itd.). **Ovo kombinovanje podataka iz različitih izvora se ostvaruje sa vremenskim trenutkom koji je jedinstven za svaki pojedinačni izvor.**

U okviru ovog koraka, treba obratiti pažnju i izvršiti prepoznavanje onih prepreka i slabosti koje direktno utiču na ostvarivanje zacrtanih poslovnih ciljeva.

Ovo je ovde popriličan problem, jer najčešće (što se pokazalo i u ovde predstavljenom modelu) ne postoji dovoljan skup podataka, odnosno parametara, da bi se sveobuhvatno proanalizirala problematika izvršenja procesa. Zbog toga se konstantno pojavljuje problem kako „dopuniti“ postojeće sisteme podataka sa onim koji nedostaju. To je lako ako posmatramo sistem koji treba da izmenimo i dopunimo i posle da pratimo podatke na tako dopunjenom sistemom. Uvek se postavlja pitanje usklađenosti starih „arhivskih“ podataka sa tim novo struktuiranim podacima.

Jedan od primera je i projekat koji je autor završio i koji se odnosi na objedinjavanje analitičkih promena glavnih knjiga zavisnih preduzeća Energoprojekta. Naime, 2014 se menja kontni plan i struktura AOP ↔ Konto. Treba obezbediti analizu koja se odnosi na period zaključno sa 2013-om, zatim novi pogled od 2014, ali i poređenje 2013 sa 2014, gde su strukture podataka drugačije.

Slična problematika se javlja i u ovom posmatranom sistemu.

Korak broj 4. Analiza i unapređenje procesa

Kad su u prethodnim koracima integrisani podaci o izvršenom procesu sa podacima o cilju koje je taj proces trebao da izvrši, kao i stepenu njegovog izvršenja, pristupa se analizi tih podataka. U ovoj fazi specijalisti i menadžeri koji se bave analizama i unapređivanjima poslovanja treba da donesu odluke o osnovnom cilju i njegovim pod ciljevima, jer je to osnova za eventualno poređenje sa rezultatima koji su prikupljeni tokom redovnog izvršavanja procesa i analizu ispunjenosti cilja.

U ovom koraku je fokus na ciljnoj strukturi i proceni ispunjenosti ciljeva. U slučaju utvrđivanja delimične ispunjenosti cilja ili potpune ne ispunjenosti, donosi se odluka o unapređenju procesa ili dela procesa (aktivnosti, jedne ili više) i definišu se izmene koje treba izvršiti u tom kontekstu. U cilju izbora odgovarajuće promene procesa, često se procena usaglašava i sa sistemom kvaliteta i procedurama propisanim unutar njega.

Veliko olakšanje pri pronalaženju adekvatnih procesnih podataka koji bi nam olakšali ocenu cilja, je precizno utvrđivanje mehanizama, njegovih komponenti i način funkcionisanja. Ovde na scenu nastupa pravilan izbor alata koji treba maksimalno da obezbedi podršku jeziku za modeliranje, kao i analizi „as is“ i „to be“ statusa procesa i aktivnosti. Zato su rađene ocene standarda i alata da bi se maksimalno iskoristila prednost modifikovane varijante PDW-a.

7.3.5. Arhitektura skladišta podataka pilot projekta

U ovom projektu koristimo kao fundamentalnu strukturu Kimbalov koncept. Arhitektura sistema (Pilot projekta) se sastoji od:

1. Izvornog sistema. To je sistem koji je nezavisno razvijan od ostalog ERP sistema, u alatima VB, bazi MS SQL i Crystal Report izveštajnom alatu.
2. Područja koje je iskorišćeno za ETL procese.
3. Podatke smeštene u dimenzionalni model uz korišćenje *conformnih* dimenzija.
4. Aplikacije koje koriste krajnji korisnici u cilju analize postizavanja postavljenog cilja, kao i analize mogućih poboljšavanja uz predviđanja mogućih kvarova na postojećem sistemu.

Osim osnovnih elemenata dimenzionalnog modeliranja (dimenzione tabele i tabele činjenica), posebnu pažnju treba posvetiti i njihovom načinu povezivanja, kao i generisanju tzv. surogat ključeva. Dodatni problem koji se javlja je usvajanje tipa ažuriranja tih tabela (tip 0 do tip 7) [34]. Da bi se omogućilo generisanje tabela dimenzija i tabela činjenica, treba primeniti četiri (ili pet) osnovna koraka, a to su:

1. Definirati opseg podataka
2. Izvršiti selekciju podataka
3. Izvršiti prečišćavanje podataka
4. Izvršiti transformaciju
5. Eventualno primeniti i peti korak koji se odnosi na agregaciju podataka

Kada je pre nekoliko godina rađen projekat za JKP Infostan (gde je u pitanju bilo preko 150 miliona slogova, samo za jednu godinu obuhvata uplata), bilo je neophodno podeliti tabelu činjenica koja se odnosila na uplate na DVE tabele, jednu u kojoj su bili SAMO AGREGIRANI podaci, i drugu u kojoj su bili „SIROVI“, NEAGREGIRANI podaci. Na taj način, a u zavisnosti od izbora u meniju, aplikacija je pristupala jednoj ili drugoj tabeli činjenica, uz ograničenje vidljivosti detaljnosti svake promene.

Taj pristup je zahtevao dodatni napor u pripremi agregirane tabele i dodatne kontrole oko usaglašenosti podataka prilikom uparivanja mogućih agregiranih veličina dobijenih određenim sumiranjem na nižem nivou detaljnosti. Tokom rada na ovom projektu, postojala je varijanta podele na dve tabele nekih dimenzionalnih tabela, kao na primer tabele OPREMA, i to po horizontalnom principu, a na osnovu podataka koji se u njima nalaze. U prvoj tabeli bi bile fiksne vrednosti koje se ne menjaju, a u drugoj bi se postavili oni dimenzioni atributi koji se menjaju, tipa lokacija bankomata. S obzirom na veličinu (broj slogova) koje tabela ima, odlučeno je da se sve smesti u jednu dimenzionu tabelu.

U modelu koji je ovde opisan postojao je problem NULL vrednosti u tabelama činjenica koje ukazuju na aktivnosti koje se nisu dogodile ili za njih iz nekog razloga nema podataka. Trebalo je odrediti, odnosno izabrati, koji će se podaci smestiti u tabelu F_RADNI_NALOG, koja je tabela činjenica i koja je ključna za analizu uspešnosti poslovanja. Inicijalno je planirano da se Tabela F_RADNI_NALOG inicijalno puni iz 16 tabela izvornog relacionog modela, gde je *Select* komanda prikazana Slika 45, a grafički prikaz uključenih tabela je prikazan Slika 46.

```

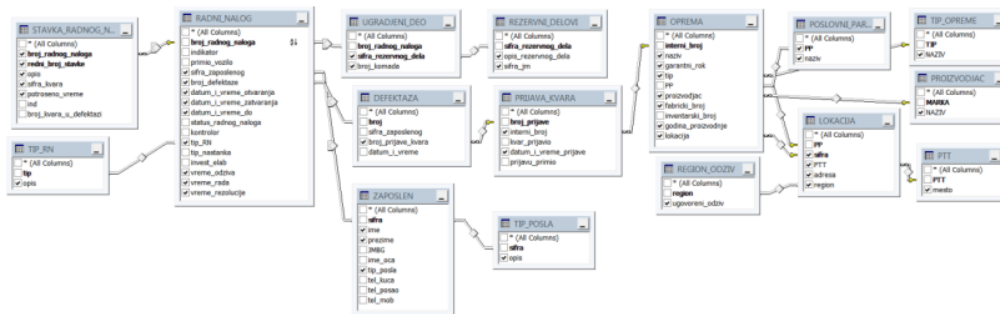
SELECT TOP (100) PERCENT dbo.STAVKA_RADNOG_NALOGA.broj_radnog_naloga AS Expr6, dbo.STAVKA_RADNOG_NALOGA.redni_broj_stavke,
dbo.RADNI_NALOG.broj_defektaze, dbo.DEFEKTAZA.broj_prijave_kvara, dbo.PRIJAVA_KVARA.datum_i_vreme_prijave,
dbo.RADNI_NALOG.datum_i_vreme_otvaranja, dbo.RADNI_NALOG.datum_i_vreme_zatvaranja, dbo.RADNI_NALOG.datum_i_vreme_do,
dbo.RADNI_NALOG.vreme_odziva, dbo.RADNI_NALOG.vreme_rada, dbo.RADNI_NALOG.vreme_rezolucije, dbo.RADNI_NALOG.tip_RN, dbo.TIP_RN.opis AS Exp
dbo.PRIJAVA_KVARA.interni_broj, dbo.OPREMA.proizvodjac, dbo.PROIZVODJAC.NAZIV AS Expr2, dbo.OPREMA.naziv AS Expr3, dbo.OPREMA.tip,
dbo.TIP.OPREMA.NAZIV AS Expr4, dbo.OPREMA.godina_proizvodnje, dbo.OPREMA.garantni_rok, dbo.OPREMA.fabrički_broj, dbo.OPREMA.lokacija,
dbo.LOKACIA.sifra, dbo.LOKACIA.PTT, dbo.LOKACIA.adresa, dbo.PTT.mesto, dbo.POSLOVNI_PARTNER.PP AS Expr1, dbo.POSLOVNI_PARTNER.naziv,
dbo.LOKACIA.region, dbo.REGION_ODZIV.ugovoreni_odziv, dbo.UGRADJENI_DEO.sifra_rezervnog_dela, dbo.REZERVNI_DELOVI.opis_rezervnog_dela,
dbo.UGRADJENI_DEO.broj_komada, dbo.REZERVNI_DELOVI.sifra_jm, dbo.STAVKA_RADNOG_NALOGA.sifra_kvara, dbo.STAVKA_RADNOG_NALOGA.opis,
dbo.STAVKA_RADNOG_NALOGA.potroseno_vreme, dbo.RADNI_NALOG.sifra_zaposlenog, dbo.ZAPOSLEN.ime, dbo.ZAPOSLEN.prezime,
dbo.ZAPOSLEN.tip_posla, dbo.TIP_POSLA.opis AS Expr7
FROM   dbo.ZAPOSLEN INNER JOIN
      dbo.TIP_POSLA ON dbo.ZAPOSLEN.sifra = dbo.TIP_POSLA.sifra RIGHT OUTER JOIN
      dbo.TIP_RN INNER JOIN
      dbo.RADNI_NALOG ON dbo.TIP_RN.tip = dbo.RADNI_NALOG.tip_RN ON dbo.ZAPOSLEN.sifra = dbo.RADNI_NALOG.sifra_zaposlenog LEFT OUTER JOIN
      dbo.REZERVNI_DELOVI INNER JOIN
      dbo.UGRADJENI_DEO ON dbo.REZERVNI_DELOVI.sifra_rezervnog_dela = dbo.UGRADJENI_DEO.sifra_rezervnog_dela ON
      dbo.RADNI_NALOG.broj_radnog_naloga = dbo.UGRADJENI_DEO.broj_radnog_naloga RIGHT OUTER JOIN
      dbo.STAVKA_RADNOG_NALOGA ON dbo.RADNI_NALOG.broj_radnog_naloga = dbo.STAVKA_RADNOG_NALOGA.broj_radnog_naloga LEFT OUTER JOIN
      dbo.REGION_ODZIV INNER JOIN
      dbo.TIP.OPREMA INNER JOIN
      dbo.PRIJAVA_KVARA INNER JOIN
      dbo.DEFEKTAZA ON dbo.PRIJAVA_KVARA.broj_prijave = dbo.DEFEKTAZA.broj_prijave_kvara INNER JOIN
      dbo.OPREMA ON dbo.PRIJAVA_KVARA.interni_broj = dbo.OPREMA.interni_broj INNER JOIN
      dbo.LOKACIA ON dbo.OPREMA.PP = dbo.LOKACIA.PP AND dbo.OPREMA.lokacija = dbo.LOKACIA.lokacija INNER JOIN
      dbo.PTT ON dbo.LOKACIA.PTT = dbo.PTT.PTT INNER JOIN
      dbo.POSLOVNI_PARTNER ON dbo.OPREMA.PP = dbo.POSLOVNI_PARTNER.PP INNER JOIN
      dbo.PROIZVODJAC ON dbo.OPREMA.proizvodjac = dbo.PROIZVODJAC.MARKA ON dbo.TIP.OPREMA.TIP = dbo.OPREMA.tip ON
      dbo.REGION_ODZIV.region = dbo.LOKACIA.region ON dbo.RADNI_NALOG.broj_defektaze = dbo.DEFEKTAZA.broj
ORDER BY dbo.RADNI_NALOG.broj_radnog_naloga

```

Slika 45 Primer SQL upita koji je osnova za generisanje složene F_RADNI_NALOG tabele činjenica

U ovom primeru je trebalo proceniti kakav pristup i u kom obimu primeniti kad je u pitanju prihvatanje NULL vrednosti unutar tabele činjenica. Naime, postojale su dve mogućnosti. Prva, moglo se izvršiti smanjenje broja atributa unutar ove osnovne tabele i generisati više manjih tabela činjenica, u kojoj bi u svakoj bio obuhvaćena jedna moguća kombinacija analiza uspešnosti poslovanja, odnosno ostvarivanja cilja, odnosno davanja mogućih predviđanja nastanka kvarova ili otkaza određenog sklopa, a u zavisnosti od podataka koji se nalaze u tim tabelama činjenica ili grupisati sve podatke unutar jedne tabele i pri tome svesno odstupiti od ovog pravila. Samim time bilo je moguće generisati više tabela činjenica, koje bi sve bile povezane sa istim dimenzionalnim tabelama (*conformed*), kao na primer:

1. radni nalog → radnik,
2. radni nalog → rezervni deo,
3. radni nalog → tip bankomata,
4. radni nalog → kvarovi, itd.

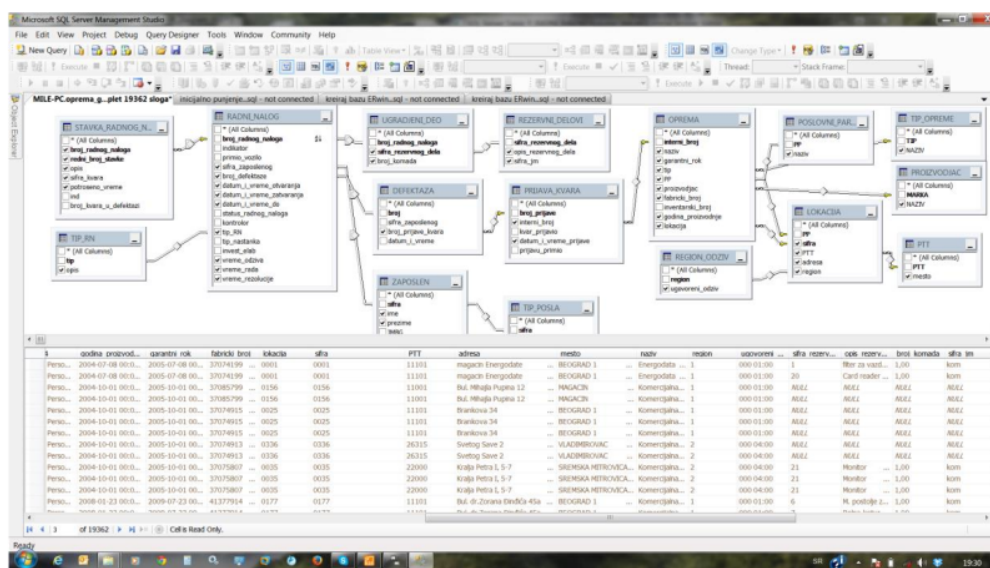


Slika 46 Grafički prikaz uključenih tabela u SQL upit

Testiranjem uz korišćenje znanja iz oblasti SQL *select* komande, probano je da se generiše samo jedna tabelu činjenica, preko koje će biti ukrštene razne analize, a posebnu pažnju pri tome ću posvetiti eliminaciji uticaja NULL i ZERO (0) vrednosti preko posebno kreiranih *select* naredbi. Bez obzira na filigrantski odrađenu *select* komandu, nije se moglo izbjeći ubacivanje NULL vrednosti, naime povezivanje tabela koje se odnose na **ugrađene delove** koji nisu ugrađivani pri svakom radnom nalogu i stavci radnog naloga, pojavili su se u tim kombinacijama kao NULL vrednosti. Zbog toga je promenjena koncepcija i umesto jedne tabele činjenica, a sve u cilju poštovanja NULL pravila, generisano je više tabela činjenica i to:

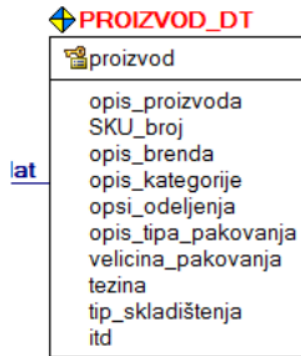
1. RN_RADNI_NALOG, u kojoj su povezane tabele radni_nalozi, oprema i kvarovi,
2. RN_DELOVI, u kojoj su povezane tabele radni_nalozi, oprema i delovi koji su ugrađeni, i
3. RN_RADNICI, u kojoj su povezane tabele radni_nalog, oprema, kvarove i zaposleni (servisere).

Sve ove tri tabele činjenica koriste iste dimenzionalne tabele, tako da je u potpunosti poštovan uslov *conformed* dimenzionalnih tabela. U svim tabelama činjenica se koriste iste dimenzionalne tabele, nema njihovih dupliranja, i uz to su izbegnute zamke vezane za NULL i ZERO vrednosti, odnosno mešanja nepostojećih mera unutar tabela činjenica.



Slika 47 Pojava NULL vrednosti kod ugrađenih delova

Tipični atributi npr. dimenzije OPREMA, sadrže kratke opise (15 do 30 karaktera), dugačke opise (30 do 50 karaktera), ime brenda, tip pakovanja i sl.



Slika 48 Primer dela dimenzione tabele

Po pravilima koja važe za projektovanje DW, uvek treba težiti minimiziranju korišćenja koda ili šifara u tabelama dimenzija menjajući ih sa tekstualnim atributima koji jasnije i verbalnije opisuju činjenice. Često se javlja problem inteligentnog kodiranja, gde npr. prva dva znaka imaju neko određeno značenje, druga dva znaka neko drugo itd. U tim slučajevima se kodirano polje razbija na podgrupe i unose tekstualna značenja. Na taj način se korisnicima oni prezentuju kao razdvojeni atributi dimenzija, koji mogu biti filtrirani, grupisani ili prikazani na lak i jednostavan način. To je najčešći pojavni primer kod klasifikacija rezervnih delova ili alata u metaloprerađivačkoj industriji. I tada su u proizvodnim IT rešenjima u početku postojali samo „govoreći“ složeni ključevi, da bi im se tek kasnije pridodali „ne govoreći“ ključevi, obično tipa *integer* ili *smallint*, u zavisnosti od planiranog – predviđenog broja pojava određenog elementa. Kod na primer opisa kvarova, javljaju se opisi koji imaju i po stotinu karaktera. U ovom konkretnom primeru, gde se podaci izvlače iz živog sistema, dodatan problem iskrasao baš kod ispunjavanja ovog zahteva. Naime, u početku, dok je sistem bio u probnoj upotrebi, pojavljivale su se šifre za određene vrste popravaka, a pošto su te šifre u početku unosili serviseri, svako za sebe (naročito kad je u pitanju nova vrsta kvara), dešavalo se da isti kvar dva ili tri serviseri generišu, odnosno kreiraju novu šifru za isti kvar.

U toku živog rada, nakon završetka probnog, pilot rada, operateri koji su vodili računa o aplikaciji nisu u potpunosti očistili tekstove samih kvarova (velika i mala slova, slovne greške u tekstu, duplirani nazivi istih ili vrlo sličnih kvarova i sl.), pa je dosta dodatnog vremena izgubljeno na usaglašavanju tipova kvarova i njihovoj gradaciji. Pod gradacijom se smatra jedan kvar koji može da se sastoji od dve, tri ili više aktivnosti, a vode se pod tri različite šifre. Sve je to trebalo usaglasiti, jer kada su rađene početne analize, takve greške su poprilično uticale na rezultat. Zbog toga je kasnije usvojeno da se u tabelama činjenica i tabelama dimenzija obavezno ostave i šifre, pogotovo što su one ispunjavale osnovne kriterijume za *surogat* ključeve, a to je da budu ne govoreće (*smallint* ili *integer*).

Drugi faktor o kome se mora voditi računa je problem takozvanih surogat ključeva kojima se obezbeđuje jedinstvena identifikacija slogova u dotičnoj dimenziji. U tim slučajevima se koristi GUID i/ili i identifikacioni ključevi se ponekad koriste kod podataka koji se izводе na osnovu distribuiranih ključeva da bi se obezbedila njihova jedinstvena identifikacija. U oblasti projektovanja DW baza podataka, izuzetno je važno odvojiti „produkcione“ ključeve od DW ključeva, jer se ključevi u produkciji generišu na osnovu

zahteva, vrlo često su „govoreći“ i komplikovani za korišćenje. Zbog toga je surogat ključ kritičan sastojak u procesu definisanja stabilnih, fleksibilnih i kvalitetno definisanih baza podataka. Zauzeti prostor je smanjen, a brzina pretraživanja indeksa je znatno ubrzana.

U ovom DW modelu, nisu generisano posebni surogat ključevi, jer je inicijalni relacioni model rađen sa takvim ključevima koji su odvojeni od „govorećih“ ključeva. Isto tako, svi ključevi u izvornom modelu su „ne govoreći“ i definisani su kao numerička vrednost tipa *smallint* ili *integer*. Na taj način je značajno smanjen problem generisanja i punjenja surogat ključeva unutar dimenzionalnih tabela. Ključevi u DW modelu, koji je generisan za ovu doktorsku tezu, a koji imaju prefiks „S_“, su surogat ključevi, ali su u isto vreme i identični primarnim ključevima u tabelama šifarnika u izvornom relacionom modelu. Na primer, atribut *interni_broj* u tabeli OPREMA je identičan atributu *S_oprema* u dimenzionalnoj tabeli DIM_OPREMA (000001 = 000001) i odnose se na istu opremu.

7.3.6. Integracija ograničenja i ciljeva sa procesnim skladištem podataka

U dosadašnjem delu teze je utvrđeno da DW kao struktura zadovoljava, ali ne i u domenu obuhvata informacija o izvršenom procesu. Zatim je izvršena dalja analiza i utvrđeno je da za ovaj posmatrani slučaj (globalni proces održavanja opreme), pod struktura DW koja se naziva procesni warehouse, potpuno primenljiva.

U okviru PDW, prepoznali smo da postoje više tipova PDW, od koji su dva najprimenljivija, GoD i 16, od kojih je izabran *Goal Driven*, PDW koji se upravlja ciljem. Na taj način smo utvrdili da se sa jedne strane prati proces, a sa druge strane treba u proces uključiti i željeni cilj.

Nakon toga su analizirani i uključeni elementi koji se odnose na granične uslove, eksterno definisane i koji utiču na uspešnost završene instance procesa. Na kraju je analiziran cilj koji proces mora da ostvari. Taj cilj je dodatno proučen i prepoznati su njegovi pod ciljevi.

Sada nastupa faza da se granične vrednosti, pod ciljevi i ciljevi integrišu u proces, pod procese i aktivnosti.

Ono što 42 nedostaje PDW metodi je nedostatak analize ispunjenosti cilja, što će se prezentovati u nastavku ovog rada i gde će se predložiti rešenje za otklanjanje tog nedostatka. Naime, ispunjen cilj je u svakom slučaju uspeh, ali analizom tog uspeha, možda smo prošli kao hirurk koji je posle operacije izjavio: „operacija uspela, al' je pacijent umro“.

Integracija cilja sa PDW se odvija kroz dva nivoa: konceptualni i implementacioni. Na konceptualnom nivou, definišu se koncepti neophodni za povezivanje ciljeva sa PDW-om, dok se na implementacionom nivou predstavljaju proširenja specifikacije dizajna PDW-a, neophodna za povezivanje cilja i PDW na nivou podataka.

Smer integracije se odvija od konceptualnog ka implementacionom nivou sa sledećim ciljevima:

- a) da se preuzmu neophodne i dovoljne informacije,
- b) da se podrži ciljno bazirano upravljanje kroz PDW i samim time poboljša i proširi način na koji korisnici pristupaju podacima,
- c) definišu kontekstne informacije u formi cilja i zadovolje uslove i time unaprede način na koji korisnici interpretiraju podatke.

U ovom poglavlju, fokus će biti na pravilima za izgradnja strukture cilja, koji se nakon toga integrišu sa PW da bi se omogućilo upravljanje PW, ali bazirano na ispunjavanju ciljanih

vrednosti. Izvršeno je upoznavanje sa notacijom stabla dekompozicije procesa i stablom dekompozicije ciljeva:

- Zadatak prve faze prvog koraka metode je analiza procesa i njegova dekompozicija na pod procese i aktivnosti. U okviru dekompozicije prepoznaje se aktivnosti i elementi koji čine te aktivnosti, te elementi koji ulaze i izlaze iz tih aktivnosti, koji se troše unutar tih aktivnosti, kao i kontrole i agenti neophodni za funkcionisanje tih aktivnosti.
- Druga faza prvog koraka metode je da se na osnovu dekompozicije procesa definiše glavni cilj procesa i svi pod ciljevi glavnog procesa. Svaki od tih podprocesa u potpunosti odgovara samoj strukturi procesa, odnosno u potpunosti su komplementarni. Za svaki od ciljeva su definisani indikatori koji se odnose na perspektive (funkcionalne, behavioralne, organizacione i informacijske). Nakon toga će se pristupiti definisanju uslova zadovoljenja.
- Ova metoda zahteva definisanje referentne tačke, koja je dovoljno precizno i jednoznačno određena i koja omogućava da se konzistentno interpretiraju numeričke vrednosti. Na taj način možemo jasno da upoređujemo finalne rezultate procesa (ispunjenost ciljeva), a da bi analizirali rezultate ispunjenosti ciljeva, potrebno je proveriti njihove statuse kroz tri koraka (koji definišu referentnu tačku):
 - Prvi korak je zadovoljavanje uslova za svaki definisani cilj,
 - drugi korak je zadovoljavanje uslova sa integrisanim PW-o,
 - uslov zadovoljenja, kao referentna tačka, je osnova za analizu procesa i utvrđivanja kriterijuma ispunjenosti cilja.

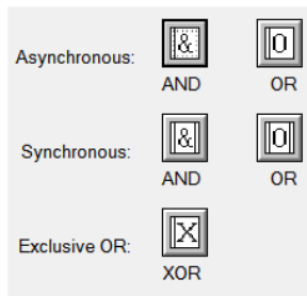
Daće se primer glavnog cilja i pod ciljeva koji su bitni za ispunjenje globalnog cilja.

7.3.6.1. Izgradnja strukture cilja

Prvi korak metode je izgradnja strukture cilja. Na taj način se ispunjavaju dva osnovna uslova:

- Metoda treba da podržava analizu i unapređenje performansi baziranih na ispunjavanju željenog cilja,
- Definisane referentne tačke za konzistentnu interpretaciju numeričkih vrednosti koje daju pregled kriterijuma ispunjenja cilja.

Ovaj odabrani tip PDW, baziran na ispunjenosti cilja je u potpunosti baziran na integraciji strukture cilja sa PDW-om i sa druge strane, upravljanjem PDW koja koristi strukturu cilja.



Slika 49 Pregled osnovnih operatora

Bez obzira da li razmatramo dekompoziciju procesa ili dekompoziciju cilja, postoje određena pravila na osnovu kojih se definiše mogućnost i ispunjenost raščlanjivanja pojedinog procesa (cilja) na pod procese (pod ciljeve). To su parametri koji se mogu prikazati kroz operatore koji se odnose na sinhronu, asinhronu i ekskluzivnu vezu između procesa (ciljeva). Mustre se odnose na kontrolne funkcije i na funkcije koje utiču na uključivanje instanci unutar nekog modeliranja procesa. U literaturi se može naći preko 20 tipova mustri za modeliranje procesa [110]. Kroz nekoliko iteracija su te mustre od strane raznih autora u više iteracija smanjene prvo na pet osnovnih koje se najčešće primenjuju u praksi [114], a detaljnije su opisane u [4].

Proces izgradnje strukture cilja se zasniva na aktivnostima koje su sa jedne strane vezane za analizu postojećih procesa, a sa druge strane sa strukturom cilja:

- Analiza poslovnih procesa,
- Identifikacija ciljeva procesa i njihova dekompozicija,
- Identifikacija kriterijuma za ispunjavanje ciljeva.

Kao osnova izgradnju strukture cilja su analizirani procesi i njihovi detaljni opisi i veze. Sa druge strane, izlaz iz ovog koraka su dekompozicija procesa i dekompozicija strukture cilja.

Ovim korakom se prvo identifikuje poslovni proces koji će se analizirati (proces otklanjanja kvara na neispravnoj opremi).

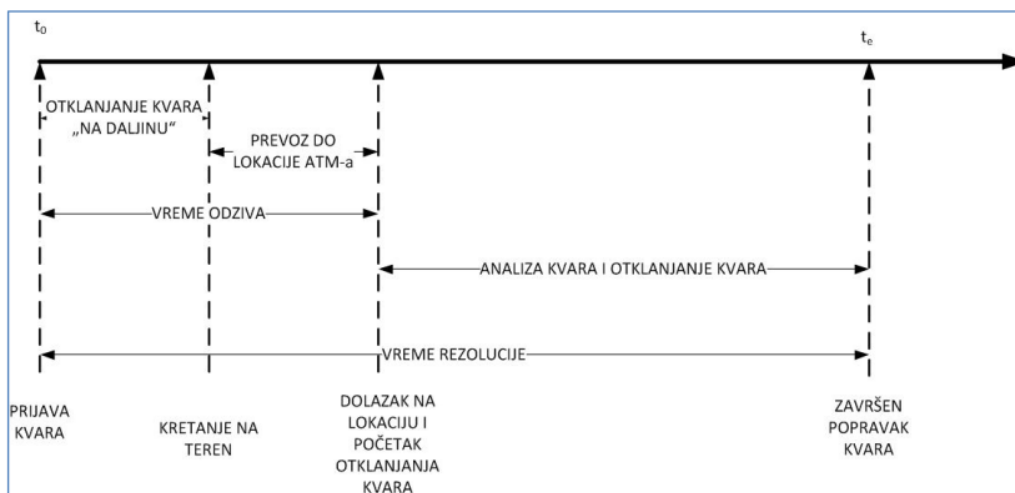
Ovo znači da se aktivnošću analiza procesa održavanja opreme, prepoznaje određena strukturu tog procesa koja se sastojala od tri osnovna procesa:

- Prijava kvara,
- Defektaža kvara, i
- Popravak kvara

Za svaki od tih podprocesa osnovnog procesa popravke neispravnog bankomata prepoznali smo ciljeve koji se odnose na svaki od tih podprocesa. Ključni element za utvrđivanje cilja je ugovorna obaveza između servisa i banke kojoj se održavaju bankomati. Tako da imamo nekoliko pod ciljeva, koji se odnose na deo podprocesa popravak kvara. Taj podproces je delimično pokriven dokumentom koji se zove radni nalog, a delimično pokriven specifičnom aplikacijom koja je instalirana na bankomatima i na serveru za monitoring u Servisu i koja prati stanje ispravnosti svakog bankomata u mreži bankomata koji se održavaju.

Tako da za deo podprocesa popravak kvara imamo pod ciljeve (koji su povezani i u direktnoj korelaciji sa pod procesom prijava kvara):

- Izlazak na teren,
- Vreme otklanjanja kvara i
- Vreme rezolucije kvara.



Slika 50 Ključni vremenski trenuci pri otklanjanju kvara

Grafički je ovo dato na Slika 50, gde su prikazane granice između svake od ovih faza u otklanjanju kvara:

- Prijava kvara,
- Kretanje na teren,
- Dolazak na lokaciju,
- Početak popravak kvara,
- Završeni popravak kvara.

Odnosno:

- Vreme odziva, i
- Vreme rezolucije.

Kao što svaki proces ima svoj root proces, njegove pod procese i proces (aktivnost) na najnižem (atomičnom) nivou dekompozicije, tako i cilj ima sličnu podelu na root cilj, pod ciljeve i „pod ciljeve pod ciljeva“ na najnižem (atomičnom) nivou, koje možemo da nazovemo dete cilj.

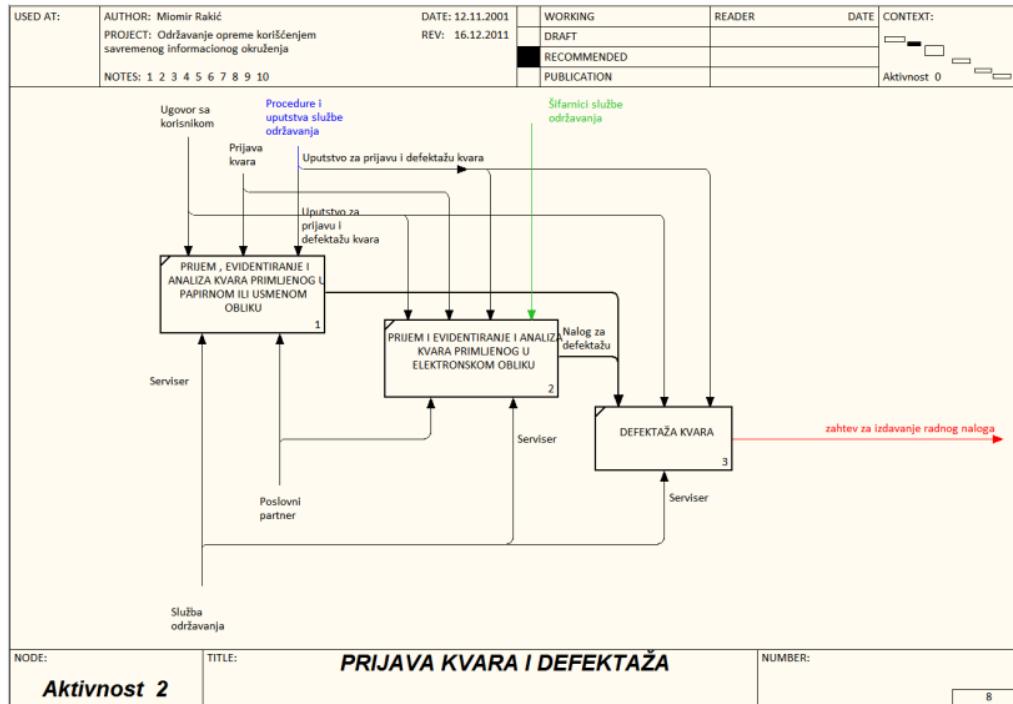
Svaki cilj je na osnovu predloženih osnovnih [115] i proširenih karakteristika [4] meren sa stanovišta skupa indikatora i uslova ispunjenosti svakog indikatora koji predstavlja željenu vrednost svakog pojedinačnog indikatora.

Specifičnost ovog rada je da se ovi parametri (indikator) proširuju sa dodatnim vrednostima, koje se odnose na:

- Vremenski interval važenja željenog cilja,
- Raspon vrednosti željenog cilja,
- Ispunjenost željenog cilja,

- Vrednost ispunjenosti željenog cilja.

Na Sliku 51 su date aktivnosti koje se odnose na proces prijave i defektaže kvara. Ove aktivnosti bi trebale da se naslone na ciljeve koje svaka od ovih aktivnosti treba da završi



Slika 51 Proces prijave kvara i defektaže i njegove aktivnosti

Unutar jedne aktivnosti može biti jedan ili više ciljeva, ili ni jedan cilj (ali tada je problematična analiza procesa i njegovih aktivnosti, jer je teško reći da imamo aktivnost koja nema nikakav cilj, mada se u literaturi pominju primeri procesa koji nemaju cilj [4]. Na primer, ukoliko posmatramo proces prijave kvara, njega možemo povezati sa sledećim pod procesima, odnosno aktivnostima:

PRIJEM, EVIDENTIRANJE I ANALIZA KVARA PRIMLJENOG U PAPIRNOM ILI USMENOM OBLIKU, gde prva aktivnost, koja se odnosi na PRIJEM INFORMACIJE O NEISPRAVNOSTI treba da zadovolji sledeće parametre:

- Javiti se u što kraćem vremenskom intervalu na poziv korisnika,
- Evidentirati ime korisnika i njegove lične podatke,
- Prikupiti tačne informacije potrebne za identifikaciju korisnika, lokacije i same opreme koja je neispravna,
- Prikupiti što je moguće više informacija o simptomima kvara.

Svaki od ovih ciljeva treba da je merljiv po jednom ili višekriterijuma. Neki kriterijumi se mogu eksplicitno meriti, dok je kod drugih taj problem merenja problematičan. Na primer, *Javiti se u što kraćem vremenskom roku* je teško meriti, jer u nekim slučajevima nema ni jednog

servisera u kancelariji ili je prebacivanje poziva sa fiksnog na dežurni mobilni telefon iz nekog razloga zatajilo.

Sa druge strane, *Evidentirati ime korisnika i njegove lične podatke* je lako meriti, jer postoji skup podataka koje je potrebno uneti ili zapamtiti. Ovde se može javiti problem da korisnik vrlo često ne zove centralu, nego direktno servisera. Taj serviser može biti u tom trenutku onemogućen da zapiše podatke o pozivaocu (na primer, trenutno je u vožnji), ali neke osnovne podatke može da zapamti, da pozove korisnika kad je slobodan ili da te podatke prosledi centrali ili drugom kolegi serviseru. Ovim primerom pokazujemo da bi svaka aktivnost trebala da ima svoj cilj (ili ciljeve). Jedino je problem merenja uspešnosti izvršenja (ispunjenosti ili stepena realizacije). Ovakvim prepoznavanjem željenih ciljeva i njihove strukture je omogućeno da se na relativno jednostavan i kompetentan način vrši merenje uspešnosti većine aktivnosti unutar procesa.

Ostaje pitanje merenja ne egzaktnih pokazatelja pojedinih aktivnosti i cilja (npr. *Javiti se u što kraćem vremenskom roku*). Ono što je bitno sa stanovišta korisnika je, da kad on na primer pošalje fax o neispravnosti bankomata, od tog trenutka teče vreme u kome serviseri moraju da otklone kvar. Tako da je faktor „startovanja“ na prijavu vrlo bitan, dok je faktor DEFEKTAŽE, odnosno pokušaja da se kvar otkloni telefonom ili softverski preko Interneta krucijalan, jer on odlučuje da li će kvar biti popravljen „daljinski“ ili se mora otići na lokaciju u cilju otklanjanja neispravnosti i time proizvesti trošak firmi.

Normalno da oni kvarovi koji se odnose na fizički lom dela opreme ne mogu biti popravljeni „daljinski“, već na licu mesta, ali umešnost servisera da „daljinski“ otkloni kvar je krucijalna.

Tabela 11 Ciljevi i podciljevi u sistemu održavanja bankomata

	Osnovni (željeni) cilj	Pod cilj 1	Pod cilj 2
Korisnik (Banka)	> 95%	minimalni troškovi	što bliže 100%
Servis	>95%	minimalni troškovi	što bliže 95%

U osnovi, tokom ovog koraka, prvo se identifikuje poslovni proces koji se želi analizirati i izvlači se skup poslovnih ciljeva na najvišem nivou koji su povezani sa procesom. Koristeći formu kvaliteta usluge, iskazuje se poslovni cilj na najvišem nivou i prikazuje se željeno buduće stanje koje bi trebalo da se arhivira tokom izvršenja procesa.

Kada se jednom definiše cilj na najvišem nivou, on se dekomponuje na podciljeve koji su povezani sa njim. Prateći to, indikatori i kriterijumi zadovoljenja se definišu za svaki indikator. Prva aktivnost ovog korake je rekurzivna analiza procesa sa stanovišta njegove funkcionalne analize dok se ne dostigne njegova atomična aktivnost, koju nije moguće novim analizama rastaviti na manje podprocese.

Formalno, Proces P je raščlanjen sa funkcionalne perspektive na $P = P_1 \theta P_2 \theta \dots \theta P_n$, gde su $P_1, P_2, \dots, P_n$ elementi procesa P, dok je θ jedan od izabranih, od 4) sno primenjenih dekompozicionih operatora. Za svaki odgovarajući podproces $P_i = P_{i1} \theta P_{i2} \theta \dots, P_{im}$, gde je $A_{11}, A_{12}, \dots, A_{1m}$ aktivnost (A oznaka je primenjena u saglasnosti sa predloženom notacijom iz IDEF0 metode), ali i po [4]), su aktivnosti procesa P_1 itd.

Druga aktivnost ovog koraka je identifikacija ciljeva procesa, tj. željene performanse procesa definisane terminom kvaliteta servisa koji je potreban da bude dostignut pri analizi procesa P. Funkcionalna dekompozicija procesa služi za osnovnu konstrukciju stabla cilja (ciljeva). Ukoliko je C vrhovni cilj *root* procesa P, **on se raščlanjuje na osnovu funkcionalne dekompozicije procesa** formirajući $C = C_1 \theta C_2 \theta \dots \theta C_n$, gde su $C_1, C_2, \dots, C_n$ pod ciljevi cilja C, gde n predstavlja broj podprocesa procesa P identifikovanog analizom procesa sa stanovišta funkcionalne perspektive i θ je dekompozicioni operator. Isto tako, svaki odgovarajući podcilj, $C_1 = C_{11} \theta C_{12} \theta \dots \theta C_{1m}$, gde su $C_{11}, C_{12}, \dots, C_{1m}$ je podcilj aktivnosti P_1 , itd. Kao rezultat ovih dekompozicija, generiše se hijerarhijsko stablo ciljeva.

Tabela 12 Primer dela strukture dekompozicije procesa

2	PRIJAVA KVARA I DEFEKTAŽA	
21	PRIJEM, EVIDENTIRANJE I ANALIZA KVARA PRIMLJENOG U PAPIRNOM ILI USMENOM OBLIKU	
22	PRIJEM I EVIDENTIRANJE I ANALIZA KVARA PRIMLJENOG U ELEKTRONSKOM OBLIKU	
23	DEFEKTAŽA KVARA	
3	FORMIRANJE RADNOG NALOGA	
31	FORMIRANJE INTERNOG RADNOG NALOGA	
32	FORMIRANJE EKSTERNOG RADNOG NALOGA	
33	IZDAVANJE ROBE ZA POPRAVAK	
4	RAD PO RADNOM NALOGU	
41	POPRAVAK OPREME NA TERENU	
411	PROCENA I ANALIZA NAČINA POPRAVKA	
412	POPRAVAK KVARA	
413	ZAMENA NEISPRAVNOG DELA	
414	POPRAVAK NEISPRAVNOG DELA	

U Tabela 13 je dat uporedni pregled dela dekompozicije procesa i dela dekompozicije ciljeva. U tabeli se vidi da svaki proces P.m.n. ima svoj pandam u cilju C.m.n. i **ono što je bitno, a što nije pominjano u dosadašnjoj literaturi, da sistem utvrđivanja ciljeva ne mora da odgovara 1:1 samom procesu, već da se mogu generisati opšti slučajevi cilja (i njegove strukture) koji su sastavljeni od određenih procesa (ili aktivnosti koji ne moraju da budu hijerarhijski poklopljeni sa dekompozicionom strukturom procesa.** Ta struktura može da bude odgovor na neke zahteve definisane ugovorom sa korisnikom.

Tabela 13 Pregled procesa i ciljeva (deo)

P.1. Održavanje opreme		C.1	
	P.1.1. Investiciono, servisno, preventivno i lokalno održavanje	C.1.1.	
	P.1.2. Prijava kvara i defektaža	C.1.2.	C.x.y.
	P.1.3. Formiranje radnog naloga	C.1.3.	
	P.1.4. Rad po radnom nalogu	C.1.4.	
	P.1.5. Izveštavanje iz sistema održavanja	C.1.5.	
	P.1.6. Logistika održavanja	C.1.6.	

U ovom primeru se uočava da postoji cilj koji je generisan na osnovu procesa koji čini isti nivo dekompozicije, ali cilj ne obuhvata sve procese na tom posmatranom nivou. Ovo je odstupanje od inicijalne postavke postavljene u teorijskim radovima [4], [115], jer je dopušteno da se grupisanjem određenih procesa mogu generisati ciljevi koji se odnose na taj proizvoljni skup procesa. Na taj način je povećana fleksibilnost analize dela procesa (koji su možda problematičniji nego sam kompletan proces, čime se znatno štedi na vremenu pri analizi, ako i uštedi vremena na obuhvatu inicijalnih podataka koji su potrebni za analizu. U okviru IDEF0 metode i korišćenjem BPwin (odnosno ERwin Process Modeler) softvera, moguće je generisati dijagram na kome se nalazi proizvoljni skup aktivnosti i ono što je bitno one u potpunosti zadržavaju sve informacije, agente, resurse i mehanizme koji se nalaze i u originalnoj strukturi procesa. Taj dijagram ima naziva FEO (*For Exposition Only*) i koristi se da ilustruje različiti scenario, pokaže drugačiji pogled ili perspektivu, ili da naglasi neki drugi funkcionalni detalj, bez da utiče na originalni model dijagrama [116].

U konkretnom primeru, ako prepoznamo proces P1 unutar kompanije koja se bavi održavanjem opreme, tada usvajamo da ona ima svoj osnovni cilj C1. Taj cilj C1 ima nekoliko podciljeva, od npr. PC1.1 do PC1.n. Ako usvojimo da nam je interesantan proces **Prijava kvara i defektaža** (P.1.2.) i da je on sastavljen od procesa P.1.2.1. (**Formiranje radnog naloga**), P.1.2.2. (**Rad po radnom nalogu**) i P.1.2.3. (**Izveštavanje iz sistema održavanja**), tada oni formiraju podcilj PC.1.2 (**Ispunjenje uslova ugovornih obaveza sa ugovaračem održavanja**). Podrazumeva se da procesi P.1.2.1., P.1.2.2. i P.1.2.3. imaju svoje podprocese, a samim time i cilj C.1.2. ima svoje podprocese (na primer **C.x.y.**, koji se odnosi na ispunjenje Ugovornih obaveza vezanih za pravovremeno otklanjanje kvara na opremi i gde je ugovorom definisano vreme rezolucije kvara).

U ovom radu, **dokaz upotrebljivosti proširene metode će biti prezentovan samo na segmentu koji se odnosi na radni nalog, odnosno vremenski interval od prijema informacije o nastanku kvara na opremi, do trenutka otklanjanja neispravnosti. Samim**

time, struktura DW-a, odnosno procesnog DW-a će također biti popunjena podacima i ciljevima koji se odnose na taj segment rada službe održavanja.

Završna aktivnost ovog koraka je identifikacija kriterijuma za merenje ispunjenosti (dostignutosti) ciljeva definisanih u procesima. Identifikacija kriterijuma ispunjenosti za ciljeve je aktivnost odozdo na gore, u smislu da prvi indikator merenja ostvarenja svakog cilja je specificiran sa stanovišta četiri perspektive (funkcionalne, behaviorističke, organizacione i informatičke) tokom dizajna procesa.

Pretpostavimo da je cilj C_{1m} procesnog elementa P_{1m} , identifikovao indikatore I_1, I_2, I_3 i I_4 za svaku perspektivu: (funkcionalnu, I_1 , behaviorjalne, I_2 , organizacionu, I_3 i informacijske, I_4). Za svaki indikator je specificiran uslov ispunjavanja, gde uslov zadovoljenja ukazuje na željenu vrednost (instancu) indikatora za identifikaciju ispunjenosti cilja. Za indikatore I_1, I_2, I_3 i I_4 , razmatraju se specifični uslovi zadovoljenja U_1, U_2, U_3 i U_4 , gde je uslov zadovoljenja za svaki indikator želje⁷² vrednost indikatora koju akter ima za cilj tog indikatora. Ukoliko su svi uslovi zadovoljeni $(I_1 \models U_1) \wedge (I_2 \models U_2) \wedge (I_3 \models U_3) \wedge (I_4 \models U_4)$, tada su svi uslovi logičko tačni i samim time cilj C_{1m} je ispunjen.

Na konkretnom primeru, to znači da na primer, ako izdvojimo (grubo – opšte) samo vremenski interval za izlazak na teren u cilju otklanjanja kvara i stvarne realizacije po radnim nalogima, onda vršenjem poređenje ugovorenog vremena sa realizovanim vremenom, dobijemo da je cilj ispunjen jedino ukoliko je vreme unutar ugovorenog vremenskog raspona. Zato ako posmatramo kompletan proces održavanja, odnosno popravak opreme, jedino ako sva tri cilja, koji se odnose na % raspoloživosti bankomata, vreme izlaska i vreme otklanjanja cilja ispune postavljene ciljeve, onda i nad cilj, odnosno cilj koji kazuje da li dobro radimo svoj posao je uspešno ostvaren. Na žalost, za preko 30% svih radnih naloga to nije ispunjeno.

Sve ovo što je izloženo je pogled sa stanovišta banke, koju interesuje ugovorna obaveza servisa da joj bankomati imaju *up time* preko 95%. Ovo stanovište pokazuje da banka i servis imaju skoro ista ograničenja i ciljeve. Jedina je razlika da servis insistira na još jednom cilju, a to je da *up time* bankomata bude malo preko 95%, ili tu negde, dok je cilj >95% i granične vremenske vrednosti oko prijave, defektaže i otklanjanja radnog naloga za obe strane isti.

7.3.6.2. Integracija ciljeva sa PDW-om: konceptualni nivo

U ovom delu se proširuje meta model PDW na konceptualnom nivou podataka, sa ciljevima. Cilj je željeno stanje procesa, njegovih pod procesa, aktivnosti ili proizvoljno formiranog segmenta pod procesa / aktivnosti, koji se može meriti na konačan način. Namera je da te izmerene vrednosti realizacije procesa arhiviramo na određeni način, po unapred definisanoj strukturi, da bi u kasnijoj fazi pri analizi i unapređenju posmatranog ili analiziranog procesa mogli da iskoristimo te podatke.

U procesu održavanja opreme (bankomata) u pitanju su ciljevi koji se odnose na pravovremeni prijem informacije o neispravnosti bankomata, pravovremenom izlasku na teren, u ugovorenom roku otklanjanja kvara i sl.

Sa stanovišta definicije cilja²⁹, on je merljiv. Prema tome, njegovi indikatori mogu biti definisani za svaki cilj, gde pod indikatorima podrazumevamo skup kriterijuma koji su u skladu sa ciljem koga merimo.

²⁹ Primetljiv i merljiv krajnji rezultat jednog ili više zahteva koje treba ostvariti u više ili manje fiksiranom vremenskom intervalu: (<http://www.businessdictionary.com/definition/goal.html#ixzz3BUOCg7ZH>),

Definisanjem indikatora, utvrđuje se i uslov zadovoljenja **Z**, koji također mora biti definisan, gde zadovoljavajući uslovi SVIH indikatora cilja formiraju uslov zadovoljenja cilja, (ZC)_i, koji jasno ukazuje na ispunjenost cilja.

Prema tome, **zadovoljavajući** uslov **Z** je spoj željene **vrednosti (V)** i **konteksta (K)**, koje predstavljamo sa **Z (V,K)**. Željena vrednost predstavlja onu koju nameravamo da postignemo i čiji sadržaj predstavlja vrednost koja je validna.

Kod procedure PRIJAVA KVARA ciljeva može biti više:

- Da se izvrši odziv na pojavu kvara koji se prijavljuje usmeno ili na neki drugi način (CILJ 1)
- Da se prikupe sve relevantno informacije o kvaru, opremi i lokaciji na kojoj je nastao (CILJ 2)
- Da se vreme komunikacije sa prijavljivačem kvara smanji na najmanje optimalno vreme, a da se u tom periodu prikupi maksimum relevantnih informacija definisanih prethodno navedenim ciljem (CILJ 3).

Za svaki od ovih ciljeva postoje željene vrednosti, tako da na primer za CILJ1 imamo sledeće vrednosti **V_{IC1}**:

- Prihvaćen telefonski poziv korisnika. Servisna služba može da automatski prihvati telefonski poziv banke koja prijavljuje kvar, tako da u toku radnog vremena telefon zvuči u servisu, a posle radnog vremena kod dežurnog serviseru. *Željena vrednost V_{IC1}* je u roku od maksimalno 15 minuta od poziva.
- Operater koji nadgleda ispravnost rada bankomata preko Interneta trenutno uoči pojavu nepravilnosti u radu bankomata, a može da se ovo desi i sa određenim zakašnjenjem (ovo važi za bankomate koji su u sistemu direktnog nadzora) i pokrene proces defektaže. U ovom slučaju, serviser nema potrebe da prikuplja podatke, pošto su mu svi podaci na ekranu monitora. *Željena vrednost V_{2C1}* je do 5 minuta od pojave. Ovaj slučaj je specifičan, pošto paralelno sa informacijom o neispravnosti bankomata, šalje se i SMS poruka dežurnom serviseru.

Oba ova cilja, kao i željene vrednosti, je teško ispratiti u realnom sistemu, pa se oslanjamo na komentare korisnika, a kod drugog slučaja (status preko Interneta) preko vremena od kada sistem (aplikacija) evidentira pojavu neispravnosti do trenutka kada se bankomat vrati u status *ready*.

U ovom radu, izvršićemo analizu dva segmenta održavanja opreme:

1. analiza **kompletnog procesa popravke**, koji počinje prijavom kvara, pa preko defektaže do zatvaranja radnog naloga,

2. analiza **radnog naloga**, od njegovog otvaranja do trenutka otklanjanja neispravnosti, koja je potvrđena potpisom korisnika i unošenjem vremena i datuma završetka popravka.

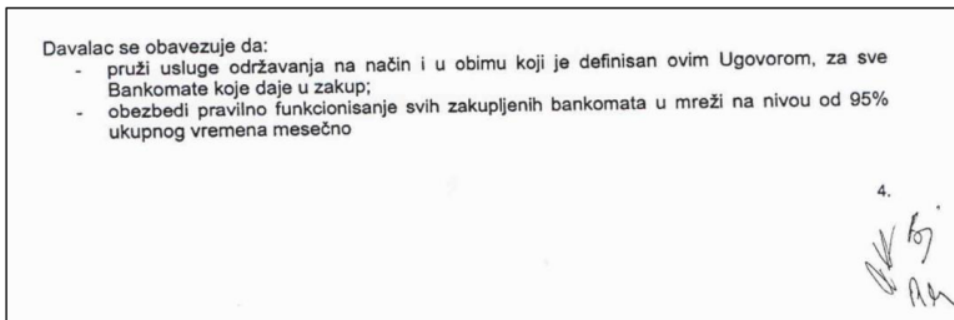
Svi parametri koji se odnose na vremena su u sistem uneti sa radnih naloga koje serviseri donose overene (potpisane) od strane ovlašćene osobe iz banke. Na taj način NE postoji manipulacija od strane servisa koja bi mogla da se odnosi na vremena.

ili Cilj je željeni rezultat osobe ili sistema predviđanja, planova i obaveza sa željom postizanja ličnog ili organizacionog ispunjenja krajnje tačke nekog pretpostavljenog razvoja:

(<http://en.wikipedia.org/wiki/Goal>).

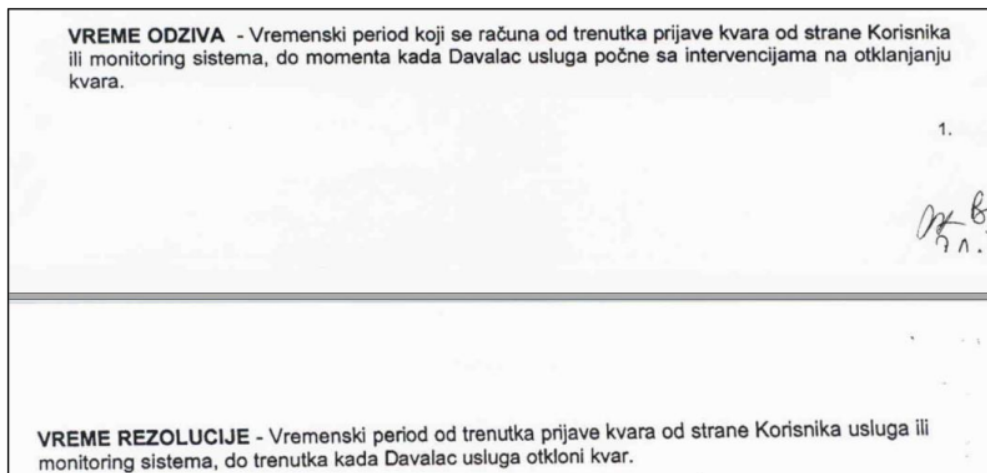
Primer ugovornih obaveza koji se koristi u ovom radu je stvarni ugovor koji je potpisan od strane kompanije (njenog servisnog odeljenja) sa bankom, kojoj po ugovoru ED radi održavanje skoro 200 bankomata.

Kompletna proces popravka je bitan jer direktno utiče na raspoloživost bankomata na godišnjem nivou, što je jedan od ugovorenih parametara između banke i servisa. Ta vrednost se izražava u procentima i u zavisnosti od ugovora može da se kreće od minimalno 80% do skoro 100% što je obično gornja granica raspoloživosti (*up time* bankomata).



Slika 52 Primer Ugovora u kome se definiše % UP TIME bankomata (raspoloživost)

U tom slučaju, uzima se ukupni godišnji fond sati koje bi bankomat mogao da radi ($24 \times 7 \times 365$) i od te vrednosti se oduzima vreme koje je bankomat bio izvan rada zbog prijavljenog kvara. U ove vrednosti se ne uključuju vrednosti koje se odnose na redovan rad, vremena kod premeštanja bankomata, vremena kod kojih bankomat nije radio zbog prekida u komunikacijama, nedostatku novca, kao i izmena ekranskih maski i slično.



Slika 53 Primer definisanja termina koji se odnose na rokove otklanjanja kvarova

U ovom slučaju, cilj nam je sa se na godišnjem nivou ispoštuje ugovoreni % raspoloživosti, a željena vrednost cilja (jednog, C_1), je ugovorena vrednost (V_{1C1} , 95%), što je prikazano na Slika 52.

Kada je u pitanju **radni nalog**, koji je prikazan na Slika 43, postoje dodatni uslovi ugovaranja koji se odnose na vreme reakcije **od trenutka prijave kvara do trenutka otklanjanja kvara**. Ti vremenski preseki su bitni, jer obavezuju službu održavanja da se prema svim bankomatima koji se nalaze unutar tog segmenta održavanja ispoštuju rokovi dolaska na teren i vremena otklanjanja kvara na bankomatu. Primer termina definisanih ugovorom su dati na Slika 54.

Vremena odziva/rezolucije su:

Opis	Vreme odziva-rezolucije
Telefonski odziv (ako je moguć)	po prijemu poziva
Izlazak na teren (zona 1)	1,5 čas
Izlazak na teren (unutar zone 2)	2,5 časa
Izlazak na teren (unutar zone 3)	3,5 časa
Izlazak na teren (ostale zone)	5 časova
Rezolucija problema (zona 1,2)	6 časova
Rezolucija problema (ostale zone)	8 časova

Slika 54 Primer ugovorenih vremena rezolucije i odziva

Ovde imamo jedan cilj, sa više pod ciljeva. Osnovni cilj (C₂) je vreme rezolucije kvara, koje teče od prijave kvara do završetka otklanjanja kvara. Njegovi pod ciljevi su pod cilj C₂₁ koji se odnosi na pravovremeni izlazak na teren, pod cilj C₂₁ koji se odnosi na vreme otklanjanja kvara. I jedan i drugi cilj (C₂₁ i C₂₂) imaju ugovorom definisana vremena. Prikaz ugovorenih i definisanih zona servisiranja prikazan je na Slika 55.

Zone servisiranja su:

Zona servisiranja	Distanca od najbližeg servisa davaoca
1	Beograd
2	Novi Sad
3	Niš
4	Ostala mesta

Slika 55 Zone servisiranja

U nastavku je da primer ugovorenih penala ukoliko servisna služba ne ispoštuje ugovorene obaveze, Slika 56.

NIVO-KVALITET USLUGE FUNKCIONALNOG ODRŽAVANJA BANKOMATA

Član 9.

Za odstupanje od ugovorenog vremena odziva odnosno rezolucije po pojedinačnom Bankomatu umanjivaće se mesečni iznos zakupa, i to na sledeći način:

- Odstupanje od ugovorenog vremena odziva za svakih započetih 60 minuta (1h) po 10% od mesečnog iznosa ugovorene cene zakupa po Bankomatu.
- Odstupanje od ugovorenog vremena rezolucije za svakih započetih 60 minuta (1h) po 20% od mesečnog iznosa ugovorene cene zakupa po Bankomatu, maksimalno do iznosa cene mesečnog zakupa.

U slučaju da Davalac usluga prekorači više od dvostrukog vremena predviđenog za popravku, te kvar u tom periodu ne bude saniran, Korisniku će biti nadoknadjena šteta u skladu sa članom 29 ovog ugovora - odeljak „Odgovornost“.

Slika 56 Ugovoreni penali za neispunjenje ugovornih obaveza

Prema tome, proces održavanja – popravka bankomata je strogo definisan i postoje jasni ciljevi koje služba mora da ispuni (PREMA KORISNIKU).

U okviru postojećeg ugovora (koji se odnosi na bankomate koji se nalaze u Srbiji, bankomati imaju fiksni period ugovorenih parametara koji se vremenom ne menjaju (godišnja doba, vikendi, važniji državni i verski praznici, sporske i kulturne aktivnosti – događaji i sl).

Na našem primeru održavanja opreme, jedan od zadovoljavajućih uslova se odnosi na to da jedan (željena vrednost **V_i** je *jedan*) serviser (kontekst **K_i** se odnosi na *serviser*) ode na teren, ili na primer pravovremeni (željena vrednost je *pravovremeni*) odlazak na teren (kontekst je *odlazak na teren*), nakon potvrde nemogućnosti da se kvar ispravi „daljinski³⁰“.

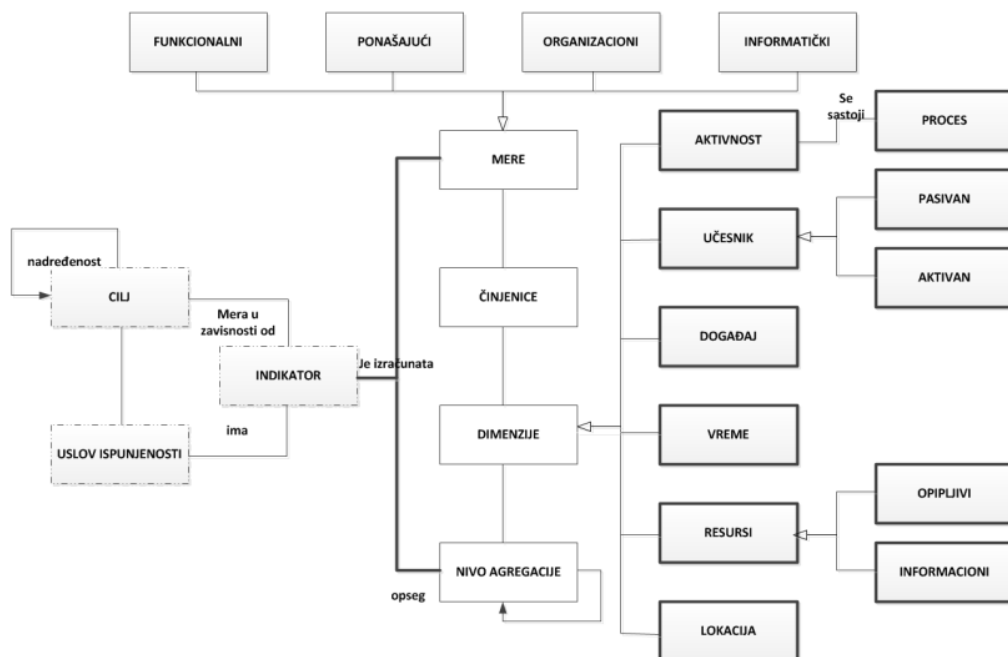
Ovde se postavlja pitanje organizacije rada službe održavanja i ovlašćenja osobe koja može da izda serviseru putni nalog (bez koga je zakonski zabranjeno uzeti službeni auto i otići na teren). Pitanje je: „samo jedan zaposleni, dva zaposlena ili više njih?“. Da li su svi iz servisne službe ili možemo da postavimo hijerarhiju osoba koje mogu (osim npr. šefa servisa ili osobe koja ga trenutno zamenjuje) da izda putni nalog. Ovde je željena vrednost „jedan ovlašćeni radnik“ (zbog troškova i kontinuiteta praćenja aktivnosti unutar službe), a kontekst je „zaposleni unutar kompanije“ kao učesnici u procesu (u IDEF0 su to mehanizmi – resursi) i „izdavanje radnog naloga“ kao aktivnost.

Željena vrednost „jedan“ nema smisla, jer ukoliko ta jedna osoba nije prisutna, serviser ne može da ode na teren. Zbog toga, da bi se izvršila prava analiza ispunjenosti cilja, mora se da dodamo određene elemente na meta model, i to:

- Cilj,
- Indikator,
- Uslov ispunjenja.

To je prikazano na Slika 57, [94]:

³⁰ Pod „daljinski ili na daljinu“ se podrazumeva otklanjanje kvara mobilnim telefonom, u razgovoru sa korisnikom koji postupa po instrukcijama serviser, ili Internetom, gde serviser preko Interneta pristupa bankomatu i otklanja kvar softverski.



Slika 57 Integracija cilja sa PW, Konceptualni nivo

Petlja sama na sebe, postavljena na CILJ-u predstavlja cilj koji učestvuje u strukturi cilja, gde je struktura cilja izgrađena zajedno sa funkcionalnom dekompozicijom procesa na kome je definisana. Cilj je preko indikatora povezan sa merama i agregiranim nivoom – dva elementa PDW meta modela, kao što je prikazano na Slika 57.

Relacija između mere i indikatora ukazuje da indikator cilja može biti direktno predstavljen kao mera (konkretna stvar od interesa) ili kao funkcija koja može biti definisana na osnovu mere/merenja da bi predstavljala indikator.

U našem primeru, Tabela F_RADNI_NALOG ima polja koja se odnose na datum i vreme:

- Prijave kvara,
- Otvaranja naloga,
- Zatvaranja naloga,
- Vreme odziva,
- Vreme rada vreme rezolucije,
- Ugovoreno vreme izlaska na teren,
- Ugovoreno vreme realizacije,
- Vremenski raspon od važenja ,
- Vremenski raspon do važenja.

Indikatori predviđeni za analizu uspešnosti izvršenog procesa održavanja bankomata su:

- Indikator vremena odziva (od trenutka prijave do dolaska na lokaciju), I1
- Indikator rezolucije (od trenutka prijave do trenutka završetka popravke), I2

- Broj radnih naloga, I3
- Broj radnih naloga u roku, I4
- Broj radnih naloga van roka, I5
- % *up time* – bankomata, I6
- Ugovoreni *up time* bankomata, kao agregirani nivo, I7

Tako da imamo više indikatora, od I1 do I7, gde je I7 agregirani indikator i predstavlja % raspoloživosti bankomata na godišnjem nivou.

Cilj, preko svih indikatora je povezan sa merom i agregiranom vrednošću, što su dva elementa PDW meta modela, kao što je prikazano na Slika 57:

- Veza između mere i indikatora ukazuje da indikator cilja može biti direktno predstavljen kao mera (tj. konkretnu stvar koja nas interesuje) ili kao funkcija koja može biti definisana na osnovu mere/merenja da bi predstavljala indikator. Prethodno u ovom poglavlju je preporučeno korišćenje klasifikacija mera (funkcionalna, behavioristička, organizaciona i informatička) u cilju formiranja detaljne liste mera. Zbog toga je polazna osnova bila da se za svaki indikator od strane PDW identifikuje jedna ili više odgovarajućih mera.
- Veze između agregiranih nivoa dimenzija i indikatora se koriste iz dva razloga, da ograniče mere operacija agregiranja (*rollup*) ili detaljisanja (*drilldown*). Zbog toga je bitno prvo identifikovati koji agregirani nivoi (dimenzija) će biti iskorišćeni za analizu mera povezanih sa indikatorima. Drugo, relacija je važna da korektno ograniči koje instance mera će biti iskorišćene kao indikator.
- Znatno pomaže i pojednostavljuje identifikaciju kontekstualnih vrednosti koje će biti iskorišćene u definisanju uslova zadovoljenja. Uslovi zadovoljenja svakog indikatora su veza između konteksta i željene vrednosti. Željena vrednost je moguća instanca mere i konteksta i ona je skup vrednosti dimenzionalnog nivoa. Za tabelu činjenica F_RADNI_NALOG definisaće se vremenska dimenzija sa agregiranim nivoima kao što su *godina*, *kvartal*, *mesec*, *nedelja*. Razmotriće se u budućim aktivnostima i godišnje doba, da bi se i po tom osnovu radila analiza procesa, odnosno učestalost kvarova.

7.3.6.3. Implementacija ciljeva sa PDW-om: Implementacioni nivo

Na Slika 57 su prikazani elementi koji čine meta model i njihove međusobne relacije. Oni su osnova za integraciju ciljeva sa podacima unutar PDW modela, koji je sastavljen od tabela (činjenica i dimenzija) kao i relacija između njih. Ono što je bitno ponoviti je da konceptualni model ne opisuje koje bi izmene trebalo odraditi u tabelama činjenica i dimenzija. Te izmene su bitne za razumevanje jer one predstavljaju slogove ili delove sloga koji su u direktnoj vezi sa ciljem. To znači da unutar svakog sloga, atributi koji ukazuju na jednu izmerenu vrednost procesa čine kao skup jednu jedinstvenu celinu neophodnu za analizu i ukoliko fali bilo koji atribut, ta analiza neće biti tačno analizirana.

Za obuhvat informacija o kojima smo diskutovali u PDW, u nastavku su predstavljene promene koje treba da se naprave u opisu PDW-a.

U literaturi je opšta poznata varijanta koja opisuje preuzimanja podataka iz operativne baze. Šta ako postoji „običan“ DW u kome se nalaze podaci koji su već ETL procesom

transformirani u ubačeni u DW. Znači moramo da imamo u vidu mogućnost nadogradnje postojećeg DW sa onim elementima koji su potrebni da bi se „običan“ DW transformisao i imao onu strukturu koja je zadovoljavajuća za PDW dizajn.

U oba slučaja, i kad su u pitanju podaci iz OLTP i podaci iz DW, moramo da obratimo pažnju na validnost podataka koji se koriste i koji se prebacuju, odnosno koriste za PDW. Ti podaci moraju biti „označeni“ na neki način. Ono što je bitno je mogućnost prepoznavanja alternativnih verzija podataka unutar DW (PDW) koje su potrebne za eventualne *what-if* analize. Jedan od mogućih pristupa, koji se odnosi kad su u pitanju multi verzije DW je definisanje određenih identifikacionih parametara koje razdvajaju, odnosno definišu tipove i verzije. Koriste se *bitmap* atributi, koji se dodaju svakom pojedinačnom slogu (proširuju postojeći skup atributa novim atributom), čija vrednost može biti 0 ili 1 i gde te vrednosti ukazuju na relevantnost ili ne relevantnost kompletnog sloga, pojedinačno za svaki slog. Ovaj pristup je prilično primitivan, jer ne daje dodatne informacije o značaju sloga već samo o njegovoj relevantnosti. U analizi uspešnosti procesa, videće se koliki je nedostatak kada nema tih podataka i u kojoj meri nam omogućavaju da pravilno prikazemo uspešnost procesa, zbog toga se ovde uvodi i termin **korekcije** procesnih aktivnosti, koje značajno skreću ka maksimalnim vrednostima, dok u drugim segmentima poprilično odstupaju od zahtevanih i ugovorenih vrednosti.

Kao prvo, ovaj princip ne omogućuje da slog u sebi obuhvati ceo proces, već samo neki njegov segment (ili verziju relevantnosti). Ako uzmemo u obzir da nam je cilj ispunjavanje uslova koji su ugovorom definisani, a odnose se na:

- *Up time* bankomata,
- Vreme izlaska na teren,
- Vreme rezolucije,
- itd.

To ukazuje da imamo više ciljeva i pod ciljeva, koje treba analizirati pojedinačno, u kompletu i kao određenu kombinaciju pod ciljeva.

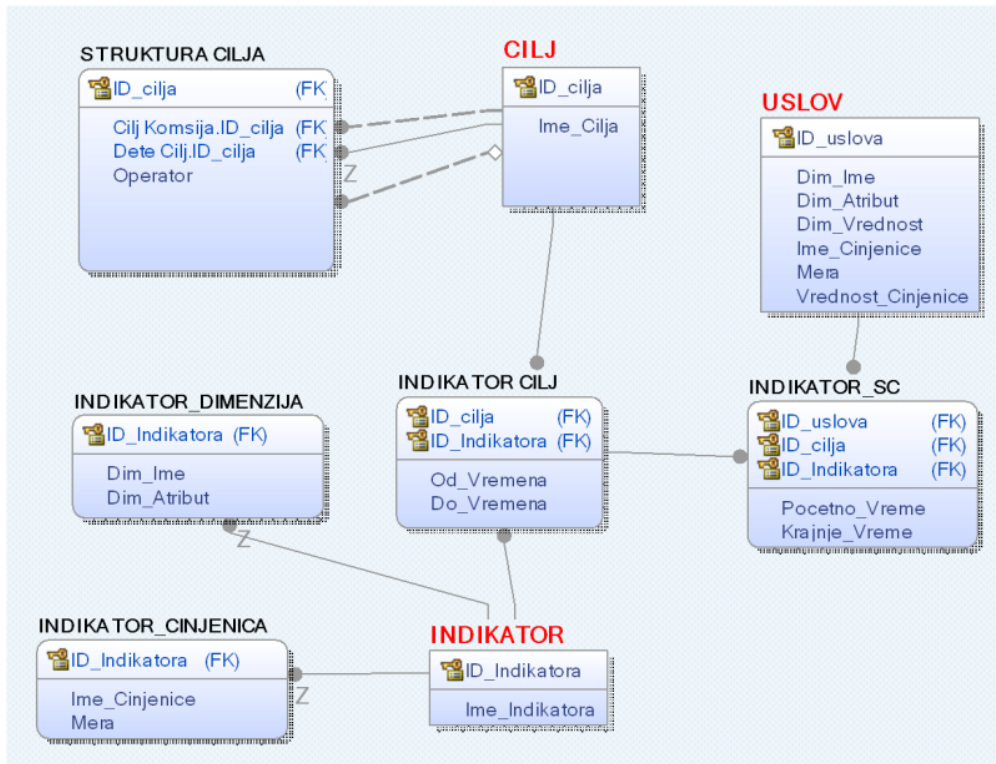
To su naši definisani ciljevi, pa je zbog toga vrlo važno da se prilikom analize strukture procesa i njihovih podataka koje „nose“ aktivnosti tog procesa, pravilno prepoznaju i unesu u strukturu operativnog, kao i DW sistema oni podaci koji mogu da se analiziraju i uporede sa indikatorima koji se odnose na uspešnost procesa i njegovog ostvarenja zadatog cilja.

Da bi povezali ciljeve sa svim slogovima PDW-a i / ili sa segmentima slogova, predlažu se dva nivoa integracije, *Shema* (nivo šeme) i *Data level* (nivo podataka):

- Nivo šeme definiše tabele i attribute PDW-a koji su relevantni za cilj. Ovaj nivo obuhvata koje su tabele (dimenzije, činjenice) i atributi povezani sa kojim ciljem preko njihovih indikatora. Ovaj nivo precizno definiše strukturu svake tabela, attribute, tipove atributa (ključevi, indeksi,...) i veze između tabela.
- Nivo podataka definiše konkretne pojave (slogove) odgovarajućih tabela (dimenzionalnih i činjenica) koje se povezuju sa ciljem. Ovde se posmatra svaki pojedini atribut i potvrđuje tačnost podatkovne vrednosti atributa vezano za pripadnost domenu, tipu podatka, logičnoj vrednosti i slično. Da bi obezbedili dvo nivojnu agregaciju, PDW gradi dva nivoa integracije, fiksni (*Stabile*) i onaj koji je zavistan i prilagođen konkretnom slučaju (*Case-Specific*).

I Specifikacija dizajna PDW: stabilni, nepromenljivi deo

Ovaj pristup obuhvatu relacija na nivou šeme je zasnovan na dodavanju **nepromenljivog dela** u PDW-u. Ovaj nepromenljivi deo obuhvata informacije o ciljevima, indikatorima, uslovima zadovoljavanja i informacijama o dimenzijama i činjenicama koje su vezane za svaki cilj. Naročito kad su u pitanju integracije, ovaj deo obuhvata koje tabele (dimenzije, činjenice) i segmenti tabele (podrazumevaju se atributi) su povezani sa ciljevima preko indikatora. To je zakucano i ta se struktura ne menja kad se menjaju procesi. Ovaj stabilni, nepromenljivi deo je proširenje tradicionalnog PDW sa ciljem da spremi informacije o strukturi cilja i njegovim vezama sa strukturom PDW-a, što inače nije moguće tradicionalnim PDW. Na Slika 58 je dat model sa fiksnim delom PDW koji je zakucan u Pilot projektu.



Slika 58 Data model sa stabilnim delom PDW-a

Za ovaj konkretan primer procesa održavanja opreme, odnosno dela procesa koji se odnosi samo na rani nalog, tabela F_RADNI_NALOG ima više ciljeva koji se nalaze u tabeli CILJ (odziv u ugovorenom roku, rezolucija u ugovorenom roku).

Indikatori su postavljeni u tabeli INDIKATOR (indikator vremena odziva, indikator rezolucije), koji ukazuju da li je uspešno realizovan proces radnog naloga, kao i kompletnog procesa održavanja (odnosno popravka) bankomata. Opis entiteta je dat tabelarno:

Tabela 14 Entiteti i njihovi opisi u stabilnom segmentu PDW-a

Entitet	Opis entiteta
CILJ	Informacije o postavljenim ciljevima
STRUKTURA_CILJA	Informacija o strukturi cilja i njihovim internim među zavisnostima
INDIKATOR	Definirani indikatori praćenja uspešnosti procesa
INDIKATOR_CILJ	Veze između indikatora i željenog cilja
USLOV	Uslovi zadovoljenja ispunjenosti željenog cilja
INDIKATOR_SC	Indikator i njegova povezanost sa ciljem
INDIKATOR_CINJENICA	Obuhvata informacije o relevantnim činjenicama i atributima
INDIKATOR_DIMENZIJA	Obuhvata informacije o dimenzijama i njihovim atributima koji odgovaraju indikatorima.

Ovaj dodati koncept zahteva da se na operativnom aplikativnom sistemu dopuni struktura relacionog modela ovim tabelama (entitetima). Tek u tom slučaju, ali kroz analize koje će se tek raditi nakon nekih godinu dana pa i više, možemo reći da je obuhvat podataka na operativnom nivou u potpunosti obuhvatio podatke koji su potrebni za prenos u PDW, a samim time i koji su u potpunosti dovoljni za analizu ispunjenosti ciljeva.

II Specifikacija PDW dizajna: deo koji zavisi od slučaja do slučaja

Ovaj pristup se bazira na analizi svake pojedinačne promene, odnosno zapisa izmerene vrednosti procesa koja je obuhvaćena prvo na operativnom nivou, a kasnije preneti u DW – PDW okruženje. Ovaj segment također unutar sebe ima dimenzije, činjenice i informacije o svim atributima unutar pojedinačnog sloga i on povezuje te pojedinačne izmerene vrednosti sa ciljem. Tu je moguće povezivanje sa jednim ili sa više ciljeva. Ukoliko je u pitanju povezivanje sa više ciljeva, sve ciljeve i njihove parametre je potrebno uneti u pojedinačnu promenu vrednosti. Princip dodaje bit mapu, odnosno u tabeli postoji bitmap atribut, koji ima vrednost ili 0 ili 1.

Svaku relaciju smo definisali kroz dva nivoa, nivo šeme i nivo podatka, pa samim time vrednost bit mape (koja može biti 0 ili 1) ne predstavlja neku relevantnost na nivou **kompletnog sloga**, već na nivou segmenta sloga u delu u kome on predstavlja uspešnost ostvarivanja nekog cilja.

Proširenje ovog postulata, koji predlaže autor ovog rada je da se u slog, koji opisuje rezultat merenja, ubace SVI CILJEVI, POD CILJEVI I GRUPE POD CILJEVA koje se posmatraju, plus da se dodaju i vrednosti koje se odnose na te ciljeve. Tu se podrazumevaju:

- raspon cilja,
- indikator (bit mapu) ostvarenosti cilja,
- samu vrednost ostvarenog cilja,
- raspon vrednosti uspešnosti ostvarenosti cilja,
- vremenski raspon validnosti ciljnih vrednosti,
- kao i složene – komponovane pod vrednosti tako komponovanih ciljeva.

Dodatni problem pri ovom skraćenom postupku je da te aktivnosti serviseri ne popunjavaju, odnosno ne prijavljuju parametre vezane za vreme i tipove kvarova koji su otklonjeni „na daljinu“. Zbog toga, u ovom modelu, indikatori koji se odnose na prijavu i defektažu se ne unose. Naime, u nekim slučajevima (kao na primer u preduzećima, gde po ISO standardu imaju striktno podeljene procese i ljude koji primaju prijavu, i posebne serviseri koji rade na defektaži), obavezna je podela na te aktivnosti i njihova vremena se strogo unose.

Zbog svega ovog prethodno navedenog, u okviru modela nisu stavljeni indikatori koji se odnose na prijavu i defektažu, nego imamo samo indikatore koji se odnose na period od prijema informacije o kvaru do izlaska na teren, kao i vremenski interval koji se odnosi na period od prijema informacija o kvaru do trenutka otklanjanja kvara.

Za konkretan primer, u tabeli F_RADNI_NALOG imamo sledeće *bit map* attribute:

- ***I_vreme_odziva_OK***; Indikator ukazuje na ispunjenost uslova koji se odnosi na vreme u kom je serviser (od trenutka prijave) došao na teren,
- *I_vreme_rada_OK*,
- ***I_vreme_rezolucije_OK***; Indikator ukazuje na ispunjenost uslova koji se odnosi na vreme u kom je serviser (od trenutka prijave) otklonio kvar, i
- ***I_raspolozivost_OK***; Ukazuje na ispunjenost uslova raspoloživosti bankomata na godišnjem nivou, a u odnosu na ugovorenu vrednost.

Osim ovih indikatora imamo i indikatore koji se odnose na neispunjenost uslova i razloga koji ukazuju zbog čega nije ispunjen postavljen cilj. Za svaki od ciljeva imamo dva bit mapa indikatora, jedan koji daje informaciju da cilj nije ispunjen (*I_NOK_XXXX*), a drugi ukazuje na razlog neispunjenja cilja (*IND_NOK_XXXX*):

- *I_NOK_odziva*,
- *IND_NOK_odziva*,
- *I_NOK_rada*,
- *IND_NOK_rada*,
- *I_NOK_rezolucije*,
- *IND_NOK_rezolucije*,
- *I_NOK_raspolozivosti*,
- *IND_NOK_raspolozivosti*.

Ova *bit map* polja ukazuju na ispunjenost uslova koji su ugovoreni sa korisnikom. Njihove vrednosti su direktno preuzete iz ugovora, a dodatni faktor je podatak o rasponu dozvoljenih, odnosno ciljanih vrednosti. Na primer minimalno – maksimalno vreme izlaska na teren, ili minimalni – maksimalni % raspoloživosti bankomata itd. Ti rasponi su prikazani sledećim atributima:

- *Vreme_odziva_treba_od*,
- *Vreme_odziva_treba_do*,
- *Vreme_rada_treba_od*,
- *Vreme_rada_treba_do*,
- *Vreme_rezolucije_treba_od*,
- *Vreme_rezolucije_treba_do*,
- *Raspolozivost_treba_od*,

- Raspoloživost_treba_do.

Ovi parametri su bitni, da bi kroz dodatne analize mogli da izvršimo procene u kojim segmentima u odnosu na željene (ciljne) se nalaze naše izmerene vrednosti, ako i pokazatelji koji ukazuju na moguća unapređenja ka boljim rezultatima (ili kao pokazateljima da i treba SPUSTITI nivo aktivnosti – ažurnosti – akcije, jer smo PRE DOBRI u odnosu na željene vrednostima, pa samim time možemo sopstvenoj firmi da povećamo nivo profitabilnosti na tom poslu).

Dodatak na ove parametre se odnosi na vreme u kome se vršilo merenje, odnosno na vreme (raspon vremena) na koji se odnose željeni rasponi ciljeva. Ti atributi se ogledaju u:

- Vreme_odziva_od,
- Vreme_odziva_do,
- Vreme_rada_od,
- Vreme_rada_do,
- Vreme_rezolucije_od,
- Vreme_rezolucije_do.

To znači, da na primer, izmerena vrednost otklanjanja kvara je bila 6h23min, da je bila izmerena 23.8.2013, da su željeni rasponi za taj bankomat bili u granicama od 04h do 08h i da su ti željeni rasponi bili definisani za period od npr. 01.01.2013 do daljeg (npr. 31.12.2099).

Na ovaj način, u potpunosti možemo da izvršimo analizu otklanjanja kvarova po bankomatima, lokacijama, korisnicima, tipovima, delovima, itd. .

Poseban indikator se odnosi na raspoloživost opreme na godišnjem nivou. Ovaj indikator nije tako lako izračunati, jer se on računa po principu ukupna raspoloživost umanjena za vremena kada bankomat nije radio. Ukupnu raspoloživost računamo lako, jer je to raspon na godišnjem nivou (dani x sati x minuti). Od ove cifre se odbija vreme koje je taj bankomat proveo u „praznom hodu“ koje je bilo izazvano njegovom ne funkcionalnošću (kvarom), ili redovnim servisom, ili zamenom ekrana, ili prekidom u komunikaciji, ili „nemanjem“ novca u bankomatu itd.

„Prazan hod“ bankomata nije uzrokovan njegovom neispravnnošću, već operativnim aktivnostima koje omogućavaju da bankomat ispunjava svoju osnovnu namenu. Npr. vreme punjenja bankomata novcem, izvlačenje zaglavljanih novčanica iz bankomata, izvlačenje „progutanih“ kartica, izvlačenje i prebrojavanje novčanica iz tzv. „reject“ kasete, čišćenje i održavanje bankomata, instalacije novih verzija ekrana, instalacija novih verzija softvera, itd. sve ove aktivnosti ne spadaju u kvarove i samim time ne spada u problematiku otklanjanja kvarova, iako većina ovih aktivnosti se odvija pod direktnom kontrolom službe održavanja.

U ovom radu se nećemo baviti tim indikatorom, jer on zahteva poseban pristup pri računanju tog procenta. Indikator će biti izračunat pri unosu (prebacivanju) podataka iz operativne baze podataka u DW – PDW bazu podataka i odnosi se na prosek za celi period vremena koji se posmatra.

7.3.7. Analiza podataka iz radnih naloga smeštenih u PDW i analiza ispunjenosti ciljeva

Proces snimanja, i kasnije analize i eventualnog unapređenja poslovnog procesa se može ostvariti na više načina:

1. Analiza podataka pohranjenih u log fajlu nastalim odvijanjem instanci procesa,
2. Snimanjem odvijanja poslovnog procesa,
3. Proširenje obuhvata poslovnog procesa strukturama objekata koji ulaze/izlaze iz procesa, kao i sa internim objektima,
4. Kombinacijom snimljenog poslovnog procesa sa logovima završenih poslovnih procesa i sa objektima,
5. Nadgradnjom 4-tog načina dodavanjem graničnih vrednosti u kojima se odvija proces, i
6. Nadgradnjom 5-og načina plus uključivanje ciljnih vrednosti kojima proces treba da teži pri realizaciji.

Za eksperiment je primenjena predložena metoda koja je detaljno opisana u disertaciji, a bazira se na načinu 6-om načinu iz prethodnog paragrafa. Na Dijagram 2 je prikazan redosled koji se primenjuje pri snimanju i analizi poslovnih procesa.

Zahvaljujući ovoj novoj metodi, generisan je potpuno novi skup podataka, strukturiran po pravilima procesnog DW-a, dodatno proširen sa strukturom objekata, graničnim vrednostima i ciljevima koje proces treba da obezbedi.

Prema tome, na osnovu ugovora koje je banka potpisala, bila su ugovorena tri osnovna uslova koje je servis trebao da ispoštuje. To su u isto vreme bili i ciljevi uspešnosti održavanja bankomata:

- Ispunjen uslov raspoloživosti bankomata,
- Ispunjen uslov ispunjavanja vremena koje se odnosi na odziv na kvar,
- Ispunjen uslov ispunjavanja vremena koje se odnosi na rezoluciju kvara.

Svaki od ovih ciljeva je trebalo proanalizirati sa tri stanovišta – perspektive, i to:

- Perspektive Banke,
- Perspektive kompanije, i
- Perspektive servisne službe.

Svaki od ovih elemenata je bio definisan preko sledećih parametara:

- Indikator uspešnosti,
- Raspon validnosti,
- Vremenski interval validnosti parametra.

Analiza je treći korak metode i odnosi na podatke koji obuhvaćaju period od aprila 2008 do avgusta 2014 (preko sedam godina). Podaci su obuhvaćeni aplikativnim rešenjem koje radi 24/7 i koga održavaju serviseri potpuno samostalno, osim početnih očekivanih problema u prvim mesec/dva rada rešenja, nije bilo naknadnih intervencija, osim dodavanja izveštaja po zahtevu banaka i li internom nalogu službe održavanja, finansijske operative ili rukovodstva.

U okviru analize, obuhvaćeno je:

- 6184 radnih naloga,
- 14829 kvarova unutar tih radnih naloga,
- 5128 zamenjenih delova,
- Od 6184 radnih naloga u 3821 je zamenjen samo jedan deo, dok su kod drugih 2363 radnih naloga zamenjena 2 i više delova.

Ovo ukazuje da je u proseku bilo:

- 2,4 stavke kvara po radnom nalogu,
- 0,35 zamenjena dela po stavci radnog naloga,
- 0,79 zamenjenih delova po radnom nalogu, ali u stvari je taj odnos 0,59 jer je u 2639 radnih naloga zamenjeno više od jednog dela. To ukazuje da je kod skoro svakog drugog radnog naloga bilo potrebno zameniti deo, a kod onih drugih dva i više delova u jednom radnom nalogu.

Ovi odnosi ukazuje da:

- je odnos kvarova koji se odnose na mehaničke „lomove“ delova u odnosu na kvarove koji su nastale na drugi način skoro 1:3,
- je zamena delova bila potrebna pri skoro svakom drugom odlasku na teren.

U okviru Projekta, trebalo je proanalizirati ciljeve koji ukazuju na uspešnost ispunjavanja ugovorenih obaveza, odnosno ciljeva koje je trebalo realizovati. Ti ciljevi su:

- Ispunjen uslov raspoloživosti bankomata,
- Ispunjen uslov ispunjavanja vremena koje se odnosi na odziv na kvar,
- Ispunjen uslov ispunjavanja vremena koje se odnosi na rezoluciju kvara.

Svaki od ovih ciljeva je detaljno proanaliziran sa stanovišta tri perspektive:

- Perspektive banke kao ugovarača,
- Perspektive servisne firme kao ugovarača,
- Perspektive servisa u cilju optimizacije troškova održavanja bankomata.

Svaki od ovih ciljeva je imao svoj raspon validnosti, indikator uspešnosti i vremenski raspon validnosti. Rezultati ispunjenosti ciljeva su proanalizirani sa te tri perspektive i sa stanovišta tri osnovna cilja.

Sa stanovišta procesa odlučivanja i njegovih osnovnih elemenata, prepoznati su:

- Početni uslovi; koji su preuzeti iz operativnih baza i dopunjeni nedostajućim informacijama,
- Ciljani uslovi; koji su usvojeni na osnovu parametara definisanih ugovorom sa korisnikom (bankom),
- Informacije koje su povezane sa odlukama; definisane su vrednosti uspešnosti realizovanog poslovnog procesa, tipa OK ili NOK, i % raspoloživosti rada bankomata,
- Odlučivanje; na osnovu informacije (prethodni element) i njene analize definišu se odluke koje treba sprovesti u cilju korekcije procesa (ovde namerno kažemo „korekcije“, jer je u pitanju u jednom segmentu „unazađivanje“ procesa, dok u druga dva treba unaprediti same procese),

- Promene procesa; definiše konkretnu promenu i njeno sprovođenje i praćenje realizacije donete odluke i rezultat koji je proistekao na osnovu te odluke.

7.3.7.1. Analiza cilja: Ispunjen uslov raspoloživosti bankomata

Analize su rađene za kompletan period, a u određenim slučajevima naglašene su pojedine specifične godine, u smislu potvrde da u posmatranom periodu nije bilo posebnih ekstrema pri unetim podacima, niti u organizaciji rada službe.

Na primer, pregled raspoloživosti bankomata jedne banke za 2013-tu godinu je dat tabelarno (Tabela 15) i dijagramski (Dijagram 4). Na osnovu ove analize utvrđeno je da je raspoloživost bankomata iznad ciljane vrednosti od 95% na godišnjem nivou. Raspoloživost se kreće u gornjim granicama što je DOBRO?

NE, dobro je za Banku, ali je LOŠE za servisu organizaciju. ZAŠTO?

Jednostavno servisna organizacija ne radi dobro analizu svojih procesa i ne prilagođava svoje procese analiziranim vrednostima.

Situacija se može posmatrati sa stanovišta profitabilnosti. U ovom slučaju Ugovor sa bankom je jako tako potpisan da se podrazumeva da je % up time iznad 95%, a ne da je procenat skoro 99.99%. To znači da servisna služba ima previše ljudi, da vrlo brzo izlazi na teren, da se preventivno održavanje odvija pre često, itd. Sa stanovišta tehnike i banke, sistem funkcioniše super, ali sa stanovišta profitabilnosti i finansija, sistem funkcioniše očajno. Na žalost, ni ova konstatacija nije tačna, što će se videti i u narednim poglavljima.

Ako ove rezultate sada koreliramo sa ciljem i indikatorima cilja, koji podrazumevaju da je cilj „raspoloživost bankomata iznad 95%“ → OSTVARENO, prema tome indikator je OK. Ali kriva bi treba da bude okrenuta u „levo“, to jest da naginje ka levoj strani, a pri tome raspon počinje sa 99,4% a ne sa 95.00%, što je ugovoreni cilj.

Tabela 15 Tabelarni prikaz grupisanja ATMova po % raspoloživosti

rasponi %	# ATMova
99,4	0
99,5	1
99,6	1
99,7	2
99,8	10
99,9	51
100,0	137
Ukupno ATMova	202

Primarni zadatak analize uspešnosti nekog sistema je ne samo da li je on ispunio postavljeni cilj, nego i u kom obimu uspešnosti. Ovo je primer kako treba kroz analizu procesa poboljšati, pardon „UNAZADITI“ proces održavanja opreme i da ga treba korigovati ili ići na promenu ugovornih uslova i reći da servis može da podigne raspoloživost bankomata na 99.5% ili više, a da to normalno NAPLATI VIŠE (pod uslovom da banka nema ove podatke). Isto tako, rezultati ove analize daju osnovu za detaljnu analizu angažovanja serviseru (njihov broj, bilo interno u Beogradu, bilo eksterno po gradovima Srbije), analizu broja preventivnog održavanja na godišnjem nivou, ceni i kvalitetu rezervnih delova, itd.

Na Dijagram 4. i u Tabela 15. se uočava da za 202 bankomata najniži nivo raspoloživosti je 99,4% (cilj je minimum 95%) i da on raste do nivoa od 100%. Ovo podrazumeva da je VIŠE OD POLOVINE bankomata imalo 100% *up time*, odnosno da u godinu dana nije imao ni jedan otkaz (nije radio za vreme redovnog održavanja i zamene ekranskih formi, što ne ulazi u vreme ne funkcionalnosti).

To proizvodi određene zahteve za dodatnim analizama, a to su kako spustiti % *up time* bankomata, a da se zadrži ugovoreni cilj koji je iznad 95%. Te analize mogu da obuhvate analize tipa *what if*:

- Šta ako se smanji broj ljudi,
- Šta ako se ugovori drugačiji % *up time*-a, itd.



Dijagram 4 Dijagramski prikaz grupisanosti ATMova po % raspoloživosti

73

U ovom radu, naglasak je bio na analizi podataka iz postojećeg operativnog sistema i njegovim pre formatiranjem obezbediti analize koje će omogućiti unapređenje ili poboljšanje procesa. Isto tako, bilo je potrebno potvrditi hipoteze da je korišćenjem procesnog warehouse-a moguće kvalitetno izvršiti analizu procesa i dati predloge za njihovo unapređenje, što je ispalo kao apsurd, jer u suštini, treba „unazaditi“ proces održavanja, bar kad je u pitanju *up time* – raspoloživost bankomata. Odnosno, ovde treba doći ne do unapređivanja, nego do „UNAZAĐIVANJA“ performansi procesa. Konačan sud o ovom cilju se može dati samo u korelaciji sa druga dva cilja koja se odnose na vremena odziva i rezolucije, a koji će bit analizirani u sledeća dva poglavlja.

7.3.7.2. Analiza cilja: Ispunjen uslov vremena potrošnog za izlazak na teren

Uslovi koji se odnose na izlazak na teren podrazumevaju vreme koje je proteklo od trenutka prijave neispravnosti bankomata do trenutka kada je serviser došao do neispravnog bankomata. Ciljno vreme se razlikuje u zavisnosti od udaljenosti lokacije od Beograda i obično je podeljeno u zone. Ovo vreme je specifično jer u njemu učestvuje i vreme koje je primalac informacije o neispravnom bankomatu potrošio na usmenom – „na daljinu“, pokušaju popravka bankomata. Ovo se najčešće automatski radi pri prijemu poziva i tada serviser usmeno pokušava da otkloni kvar uz saradnju osobe koja ga je pozvala.

Druga specifičnost se odnosi na indicaciju koju serviser dobija preko aplikacije koja je instalirana na bankomatu i koja javlja da postoji neki problem sa bankomatom. Taj problem serviser može da otkloni „remote“ preko aplikacije i ako uspe u nekom kratkom roku, to tada ne primeti Banka, a ako ne, onda on zove nekog iz banke i zajedno pokušavaju da otklone kvar. Ukoliko uspeju, taj se kvar ne zavodi kroz radni nalog, a ako ne uspeju, tada se izdaje radni nalog za izlazak na teren.

Ovo vreme koje serviser potroši na „daljinsko“ otklanjanje kvara mu ulazi u raspon vremena od trenutka prijave do izlaska na teren. Ono što je bitno za servisnu službu je iskustvo i obučenost serviseru da maksimalno otklanjaju kvarove „remote“, „na daljinu“ i samim time smanjuju troškove izlaska na teren. Grafički je to prikazano u Tabela 17. Tu se vide rasponi i granične vrednosti cilja vremena koja se odnose na izlazak na teren i otklanjanje kvara.

Za isti primer, kao što je navedeno u prošlom poglavlju, dati će se analiza raspona izlazaka na teren i prekoračenja koja su se desila pri tome. U okviru ovih analiza, prepoznato je nekoliko pogrešnih ulaznih podataka koji se odnose na vreme dolaska na teren, koji su nastali greškom operatera. Ukupan broj grešaka za ceo posmatrani period od 7 godina je bio ispod 0,5% i one su nastale u periodu uvođenja aplikacije u sistem, 2008-me godine. Podaci su se odnosili na vremena otvaranja i zatvaranja radnih naloga koje su greškom bile uneti i ti radni nalozi su izbačeni iz analize.

Tabela 16 Primer ugovorenih regiona i vremena odziva i rezolucije

Banka	Region	Ugovoreni odziv	Ugovorena rezolucija
X	1	1.0	6.0
X	2	2.0	8.0
X	3	4.0	8.0

Što se tiče osnovnih parametara koji se odnose na analizu, oni su bazirani na ugovorenim parametrima odziva, a opet, ti parametri su vezani za region (udaljenost) bankomata od Beograda, kao centra. Tako da imamo pojmove kao što su:

- Banka,
- Bankomat,
- Region,
- Grad,
- Lokacija (adresa),
- Odziv,
- Rezolucija.

Svi ovi pojmovi su evidentirani u operativnom sistemu i do sada je u operativnom radu korišten jedino sistem za analizu % raspoloživosti bankomata na godišnjem nivou (tzv. *up time*). Na primer, svaka Banka sklapa svoj sistem regiona, ugovoreni odziv i ugovorenu rezoluciju. Za jednu Banku (X³¹) imamo tri osnovna ugovorena raspona koji se odnose na odziv i na rezoluciju (Tabela 16).

³¹ X --> zbog zaštite informacija, banka je predstavljena samo kodom.

Kada se skupe svi ugovori koje Servis ima sa Bankama, dobijemo skup od 7 regiona, gde postoji različitost u odzivima i rezolucijama (Tabela 17). Svaki region je posebno ugovaran na osnovu zahteva i procene banke za željenom raspoloživošću bankomata i vremenima odziva i rezolucije.

Tabela 17 Ugovoreni - ciljani vremenski rasponi koji se odnose na intervencije

Svi ugovoreni regioni			
Banka	Region	Ugovoreni odziv	Ugovorena rezolucija
X	1	1	6
X	2	1,5	6
X	3	2	6
X	4	2,5	8
X	5	3	8
X	6	4	8
X	7	8	8

U ovom ugovoru, servis ima najviše problema sa Regionom 1 i 3, koji se odnosi na Beograd i okolinu u radijusu od 100 do 150 km. Naime, dok serviser primi (uoči) prijavu kvara i pokuša da je „daljinski“ ukloni proći će određeno vreme. Znajući za gužve u saobraćaju u Beogradu, naročito u špicu, odmah se u startu pristupilo posebnoj organizaciji rada službe i definisanju lokacije koja može da ispuni ove norme koji se odnose na izlaske na teren. Naime, najviše problema koji se odnose na ispunjenje cilja, odnosno izlazak na teren su se javili na teritoriji Beograda. Na udaljene lokacije tipa Vranje, Preševo ili Gračanica na Kosovu su serviseri bez problema ispunjavali ciljane vremena.

Parametri koji su uzeti u obzir su sledeći:

- Indikator odziva,
- Indikator rezolucije,
- Ugovoreni odziv,
- Ugovorena rezolucija,
- Odziv od,
- Odziv do,
- Rezolucija od,
- Rezolucija do,
- Važi od,
- Važi do.

Ovi parametri se koreliraju sa metrikom koja je nastala kao rezultat procesa održavanja i nalazi se u tabeli činjenica F_RADNI_NALOG, i to;

- Datum i vreme prijave,
- Datum i vreme otvaranja,
- Datum i vreme zatvaranja,
- Vreme odziva,
- Vreme rada,

- Vreme rezolucije.

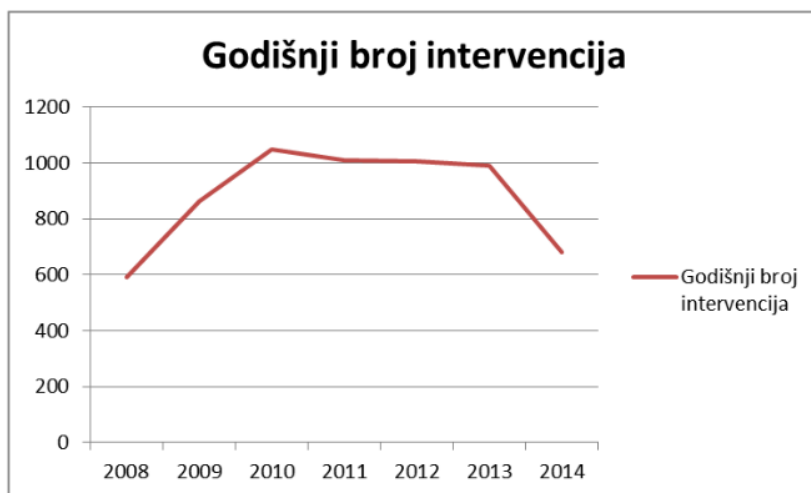
Ovi parametri su preuzeti iz relacione baze sistema koji operativno prati radne naloga.

U sledećim aktivnostima, koje treba dalje da razvijaju uz ovaj rad i ovaj segment analize, potrebno je unutar operativnog aplikativnog sistema obavezno ugraditi parametra koji opisuje razlog kašnjenja izlaska na teren ili rezolucije kvara, uz definisanje odgovarajućih šifarnika (dimenzija u DW – PDW bazi podataka) u cilju lakše kasnije analize ovih anomalija.

Tabela 18 Pregled intervencija i bankomata u održavanju po godinama

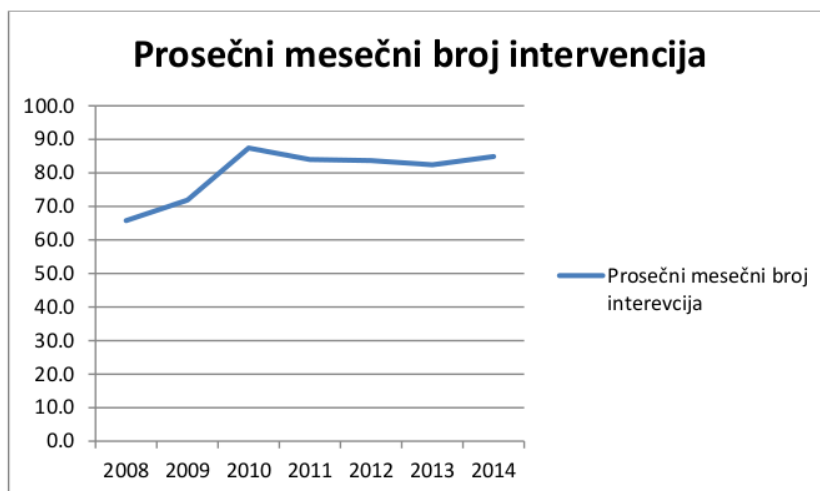
Godina	# RN godišnje	Prosečan # RN na mesečnom nivou	Napomena
2008	592	65,8	<i>od IV do XII meseca</i>
2009	863	71,9	
2010	1049	87,4	
2011	1008	84,0	
2012	1004	83,7	
2013	989	82,4	
2014	679	84,9	<i>od I do VIII meseca</i>
2014	1018,5	84,9	<i>Procena za celu 2014</i>
Prosek:	751,2	80,0	

U Tabela 18 je dat pregled radnih naloga za celokupan period koji se analizira (april 2008 do avgust 2014), sa prosečnim brojem transakcija po godini. Grafički je to prikazano na Dijagram 5 gde je dat pregled ukupnog broja radnih naloga po godinama. Uočava se da je broj intervencija konstantan (i za 2014 godinu se očekuje sličan broj intervencija), tako da je raspoloživost bankomata konstantna, bez obzira na njihovu povećanu zastarelost.



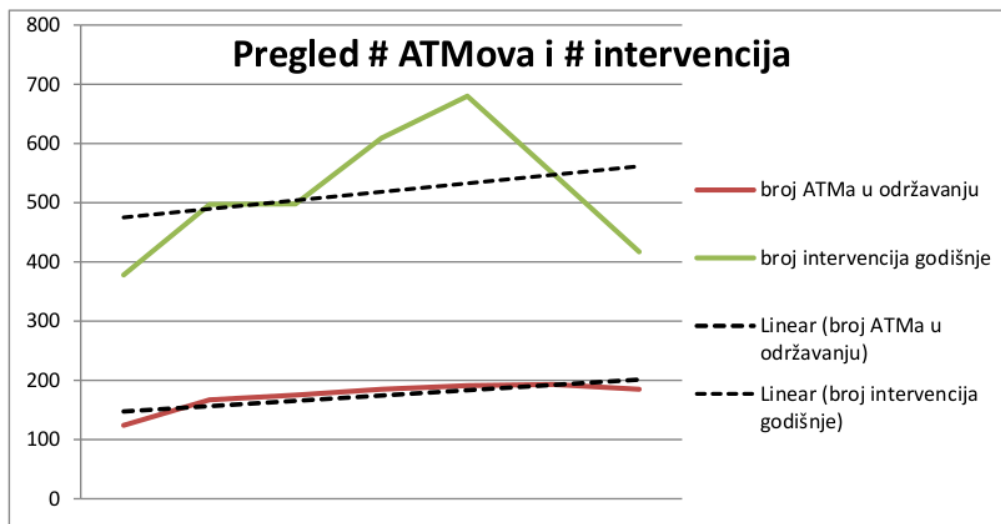
Dijagram 5 Godišnji broj intervencija

Na Dijagram 6 je dat mesečni prosek transakcija po godini.



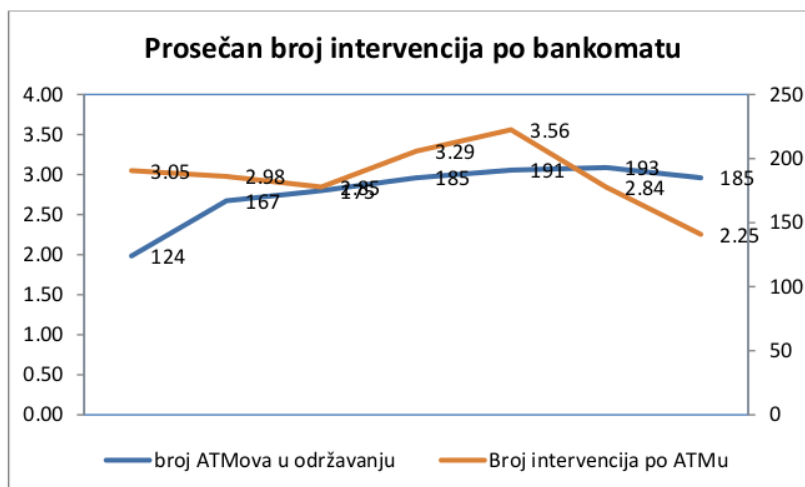
Dijagram 6 Prosečan mesečni broj intervencija za posmatranu godinu

U tabeli 26, dat je uporedni pregled broja bankomata po godinama. Na dijagramu prikazanom na Dijagramu 8, dat je grafički prikaz broja ATMova (donja linija, bordo boje) i broj intervencija na tim bankomatima (gornja linija, zelene boje). Za svaku od tih linija dat je i trend, prikazan tačkastom crnom linijom. U oba slučaja je uočljiv „paralelizam“ koji pokazuje povećanje broja intervencija sa povećanjem broja bankomata. Ono što je također uočljivo, da iako je iskazan pad u broju bankomata u održavaju 2013 i 2014, trend u porastu broja intervencija je ostao isti, što je posledica starosti bankomata koji su u eksploataciji. Isto tako, nema značajnog povećanja broja kvarova bez obzira na „povećanje“ starosti bankomata u eksploataciji. To ukazuje da iako je deklarirani vek bankomata oko 7 godina, oni sasvim zadovoljavajuće funkcionišu i posle 10-tak godina (normalno uz adekvatno dosadašnje održavanje).



Dijagram 7 Uporedni pregled broja bankomata i broja intervencija

Prosečan broj intervencija po bankomatu, dat na Dijagram 8, pokazuje da je (osim u početnom periodu početka rada službe na održavanju, prosečan broj intervencija po bankomatu skoro jednak u posmatranom periodu održavanja (2008 – 2014), i da se kreće u rasponu od 170 do 190 po bankomatu.



Dijagram 8 Prosečan broj intervencija po bankomatu

Ovi pregledi pokazuje da u posmatranom periodu nije bilo nekih ekstremnih poremećaja u broju intervencija na bankomatima, tako da možemo da kažemo da je skup na kome će se vršiti daljnje analize stabilan i bez većih oscilacija. Ako pogledamo tabelu uspešnosti vremena koji se odnosi na pravovremeni izlazak na teren, uočavamo da u servisnoj firmi postoje ozbiljni problemi:

Tabela 19 Pregled prekoračenosti vremena odziva na skupu svih radnih naloga

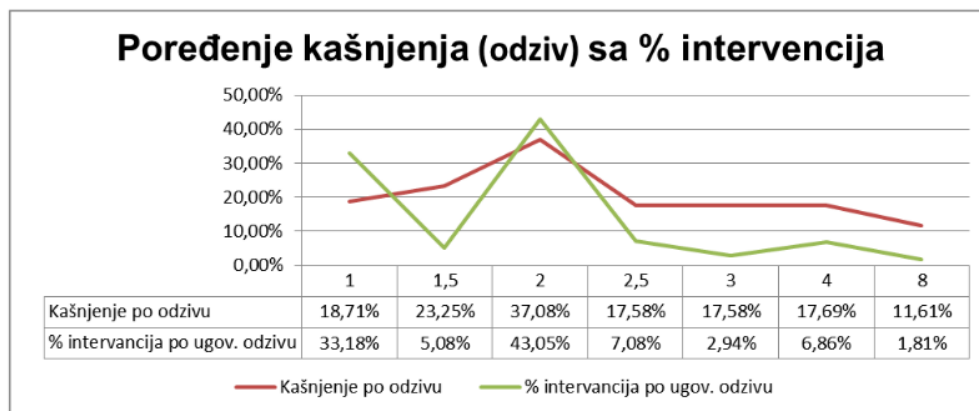
Prekoračen ODZIV	1641	27%
Odziv OK	4543	73%
Ukupno	6184	100%

Kada se pogleda pojedinačni pregled odziva, raspoređen po ugovorenim satima odziva, vide se značajni pikovi kod odziva od 1 i 2 sata.

Tabela 20 Pregled odstupanja od ugovorenih odziva po pojedinom ugovorenom odzivu

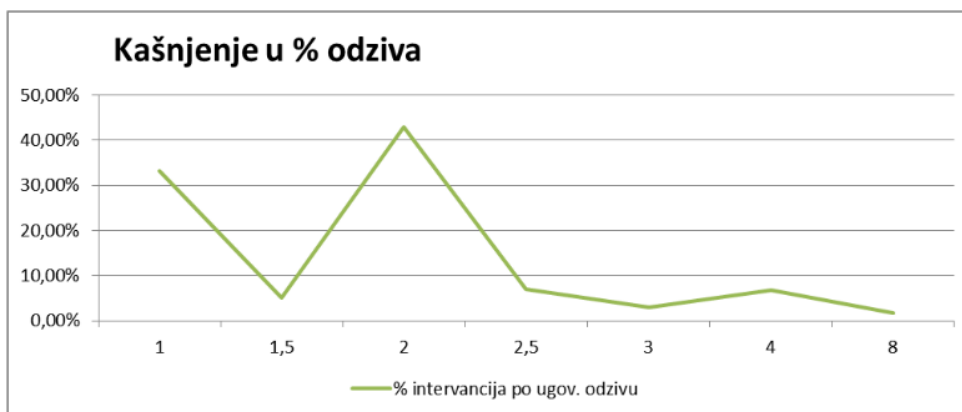
ODZIVI						
# RN	odziv (h)	NOK	OK	S	% kašnjenja po ugovorenom odzivu	% intervencija u odnosu na ukupan broj
2051	1	384	1668	2052	18,71%	33,18%
314	1,5	73	241	314	23,25%	5,08%
2662	2	987	1675	2662	37,08%	43,05%
438	2,5	77	361	438	17,58%	7,08%
182	3	32	150	182	17,58%	2,94%
424	4	75	349	424	17,69%	6,86%
112	8	13	99	112	11,61%	1,81%
6183		1641	4543	6184	26,54%	100,00%
			6184			
		26,54%	73,46%			

U tabeli se vidi da je od ukupno 6184 izlazaka na teren skoro 40% dolazaka na lokaciju bankomata završeno sa KAŠNJENJEM, dok je u ostalih 60% izlazaka, vremenski rok ispoštovan. Dijagramski je to dato na Dijagram 9. Sa druge strane, vidi se da je *uptime* bankomata izuzetno zadovoljavajući (skoro 100%), što je bilo prikazano na Dijagramu br. 5.



Dijagram 9 Poređenje kašnjenja (odziv) sa % intervencija

Zbog ovih kašnjenja, banka redovno naplaćuje kaznene penale za svaki bankomat posebno, plus za svako kašnjenje. Ovo može da se tumači dvojako. Ili se serviseri isuviše udube u pokušavanju da problem reše „daljinski“, pa samim time kasnije krenu na intervenciju, ili su rokovi koje e servis prihvatio, a tiču se vremena odziva loše ugovoreni, odnosno ostavljeno je isuviše malo vremena od trenutka prijave (pa pokušaja „daljinskog“ rešavanja) do dolaska na lokaciju gde je smešten bankomat. Ovde je simptomatičan i veliki raspon između minimalne vrednosti 11,63%) i maksimalne vrednosti (46,17%), što može da izazove i dodatna pitanja oko angažovanja ili ne angažovanja kod pojedinih intervencija ili Banaka.



Dijagram 10 Kašnjenje u % odziva

Dijagram ukazuje da je najveći broj kašnjenja tamo gde u rokovima od 1 i dva sata imamo najviše bankomata i samim time intervencija. Bankomati u rokovima odziva od 1 i 2 sata čine 76% intervencija, dok im je % kašnjenja daleko veći od ostalih termina (36,8 i 46,17%). Ispada da na primer kod odziva od 2 sata, na skoro svaku drugu intervenciju se kasnilo.

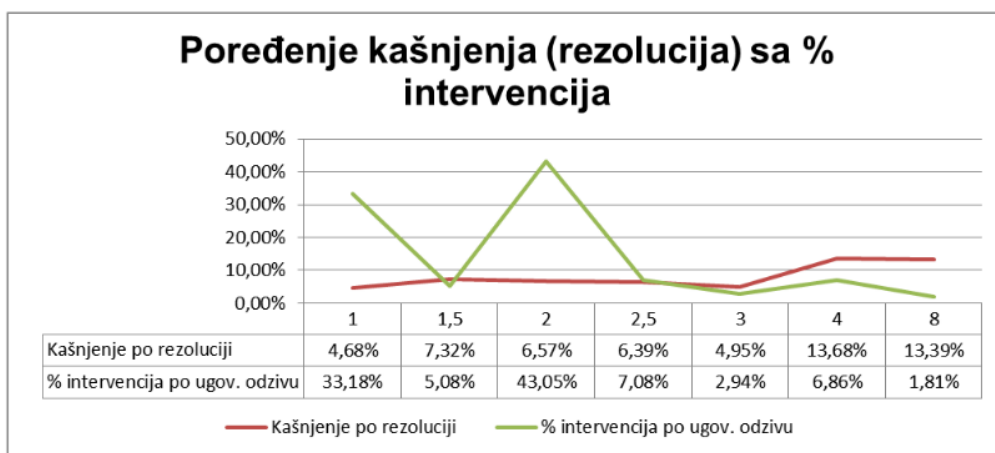
7.3.7.3. Analiza cilja: Ispunjen uslov vremena potrebnog za rezoluciju kvara

Po ⁷⁷matranjem ove tabele uočava se da i ovde postoji problem kašnjenja u otklanjanju kvarova, ali je taj procenat daleko manji nego kod odziva. Naime od ukupnog broja kvarova ²⁹ „samo“ u 6,5% slučajeva je došlo do kašnjenja u rezoluciji kvara (vremenu proteklom od trenutka prijave kvara do trenutka otklanjanja kvara).

Tabela 21 Pregled odstupanja od ugovorenih rezolucija po pojedinoj ugovorenoj rezoluciji, a vezano za ugovoreni odziv

REZOLUCIJA						
# RN	rezolucija (h)	NOK	OK	S	% kašnjenja po ugovorenoj rezoluciji	% intervencija u odnosu na ukupan broj
2051	1	96	1956	2052	4,68%	33,18%
314	1,5	23	291	314	7,32%	5,08%
2662	2	175	2487	2662	6,57%	43,05%
438	2,5	28	410	438	6,39%	7,08%
182	3	9	173	182	4,95%	2,94%
424	4	58	366	424	13,68%	6,86%
112	8	15	97	112	13,39%	1,81%
6183		404	5780	6184	6,53%	100,00%
			6184			
		6,5%	93,5%			

Ujednačenost se očitava i u maksimalnoj vrednosti koja je na nivou 10,14% i minimalnoj vrednosti koja je 5.12% (Dijagram 11).

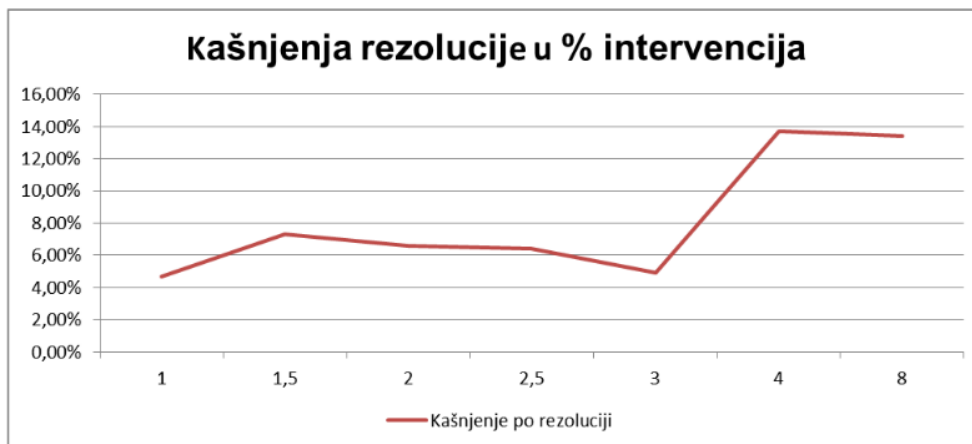


Dijagram 11 Poređenje kašnjenja (rezolucija) sa % intervencija

Ovo ukazuje da serviseri, bez obzira da li stignu na vreme ili kasne, kad je u pitanju odziv, u preko 93% slučajeva uspeju da kvar otklone u ugovoreno vreme rezolucije. Detaljnija odstupanja su data dijagramom na Dijagram 12. Sumarni pregled ugovorenih prekoračenosti vremena rezolucije u procentualno i u ukupnom broju u odnosu na ukupan broj izvršenih radnih naloga je dat tabelarno u Tabela 22.

Tabela 22 Pregled prekoračenosti vremena rezolucije na skupu svih radnih naloga

Prekoračena rezolucija	404	7%
Rezolucija OK	5780	93%
Ukupno	6184	100%



Dijagram 12 Kašnjenje u procentu % rezolucije

7.3.7.4. Pregled uticaja dana u nedelji i godišnjeg doba kao mogućeg uzroka neispunjavanja cilja

S obzirom da ne postoje uneti indikatori u operativnoj bazi o razlozima neispunjavanja postavljenog cilja koji se odnosi na minimalna vremena, pristupilo se dodatnim analizama koje su se odnosile na uticaj dana u nedelji, kao i na godišnje doba kada se javila prijava kvara.

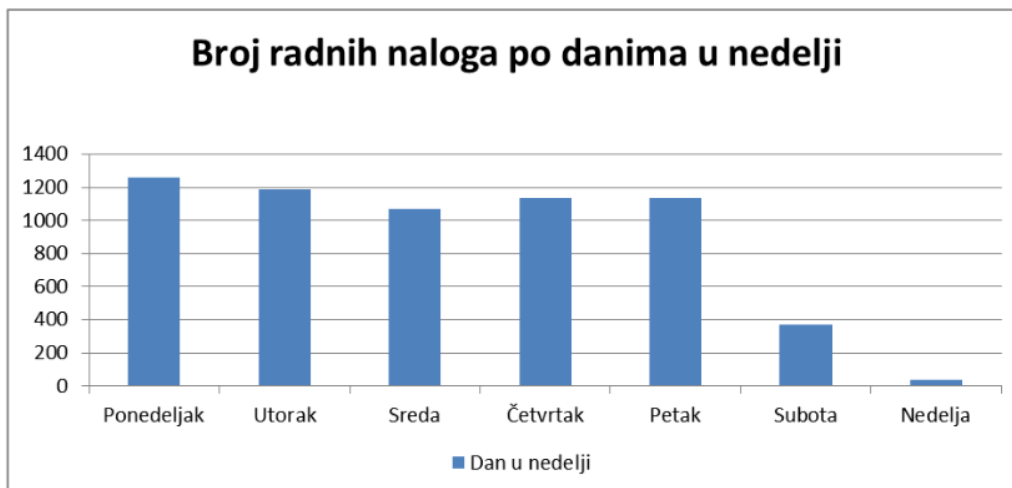
Dodatni parametar koji je uziman u obzir prilikom utvrđivanja nelogičnosti kod određenih odstupanja se odnosio na „možda je u pitanju dan u nedelji“. Po obimu kvarova, može se zaključiti da je prijava kvara i broj kvara po danu u nedelji ravnomeran, i samim time se taj faktor kod analize nije uzimao u obzir.

Tabela 23 Grafički pregled intervencija po godišnjim dobima i godinama

Godišnje doba	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
zima	0	233	225	298	356	251	263
proleće	178	188	377	211	200	260	248
leto	177	199	190	228	221	248	190
jesen	180	274	251	267	229	242	0

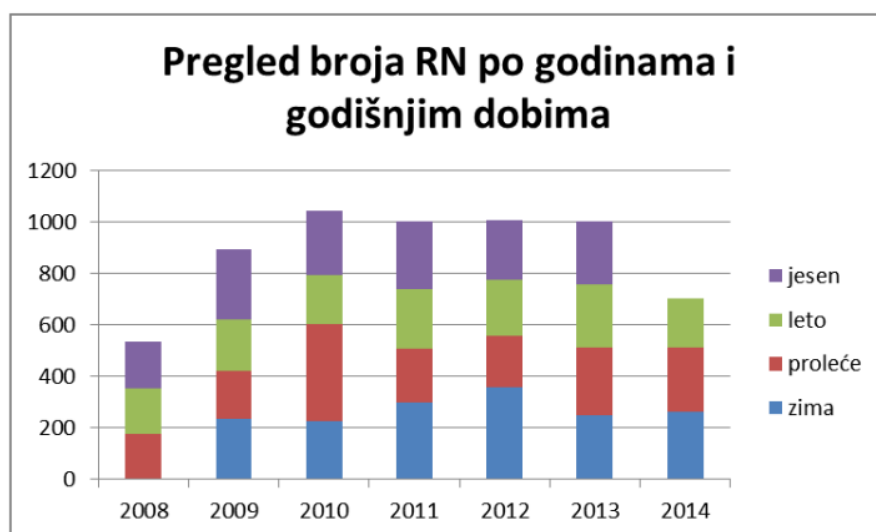
82

Još jedna analiza je rađena da bi se utvrdilo i da li je eventualni uticaj godišnjeg doba na broj intervencija, što je prikazano tabelarno i grafički.



Dijagram 13 Broj radnih naloga po danima u nedelji

Treba obratiti pažnju da nedostaje proleće za 2008-mu godinu, jer je obuhvat podataka krenuo od aprila 2008. godine, i da nedostaje jesen i zima za 2014-tu godinu, jer su zadnji podaci obuhvaćeni sa avgustom 2014-te. Dodatno odstupanje na dijagramu se odnosi na subotu i nedelju, jer korisnik nije ugovorio održavanje za svu opremu preko vikenda, nego samo za izuzetno bitnu, i zbog toga subota i nedelja imaju tako malo intervencija. Zima, iako suštinski počinje u prethodnoj godini, njen veći period je lociran u narednoj godini i zbog toga su zime „prebačene“ u narednu godinu. Podaci su dodatno komparirani po temperaturnim vrednostima za te periode [117], ali pošto nije bilo ekstremnih odstupanja, nije bilo ni velikih uticaja na broj intervencija. Grafički je to prikazano u Tabela 23. Uočava se u suštini, da godišnje doba nema nekog velikog uticaja na broj intervencija. Jedino malo veće odstupanje je bilo u proleće 2010 i u zimu 2012.



Dijagram 14 Pregled broja radnih naloga po godinama i godišnjim dobima

Uticaj leta i jeseni je konstantan i vrlo malo promenljiv, dok je u jednom trenutku zima rasla do 2012 (vrlo blago, zbog „kijameta“ i ekstremno niskih temperatura) i kasnije se vratila u normalne granice. Ista stvar se desila i sa prolećem, gde je došlo do rasta broja intervencija 2010 godine i posle je došlo do uravnoteženja broja intervencija. Zbog ovoga možemo da konstatujemo da uticaj godišnjih doba na neko veće, neracionalno ili „nenormalno“ povećanje broja radnih naloga – intervencija nije bilo.

7.3.8. Pregled uticaja parametara perspektive na proces otklanjanja kvarova

U okviru pregleda uticaja, detaljno je izvršena analiza njihovih uticaja i tabelarno je data u Prilogu 2 „Pregled uticaja parametara perspektive na posmatrani proces otklanjanja kvarova“. Sumarni pregled vrednosti parametra, perspektive sa koje je izvršena analiza i parametar je prikazan Tabela 24. Ključna stvar je u tome da li je uopšte moguće i u kom obimu raditi ove analize, a s obzirom na raspoloživost podataka koje su arhivirane tokom sedmogodišnjeg praćenja procesa održavanja opreme. Sa stanovišta perspektiva i parametra, vidi se da su samo neki od tih analiza bile moguće jer podataka jednostavno nije bilo u operativnim bazama koje su bile osnova za generisanje i punjenje PDW-a. Zbog toga je potrebno operativni nivo aplikacije doraditi sa dodatnim podacima koje možemo da ubacimo u PDW i samim time da obezbedimo i ostale analize.

Jedan od ključnih podataka da bi se izvršile analize koje bi bile neophodne da se unesu u operativni aplikativni sistem je razvrstavanje sa kog kanala je stigla informacija o kvaru, da li od strane sistemske aplikacije koja kontroliše neispravnosti bankomata, a druga koja dolazi od strane korisnika koji je dostavio informaciju ka servisu. Isto tako, nedostaje ključni parametar kada je generisan radni nalog.

Tabela 24 Sumarni uticaj parametra s obzirom na perspektivu

vrednost parametra	perspektiva	parametar
naglašen	funkcionalna perspektiva	<i>analiza aktivnosti</i>
	perspektiva ponašanja	<i>analiza vremena ciklusa</i>
	perspektiva ponašanja	<i>analiza završetka (kraja)</i>
	organizaciona perspektiva	<i>analiza softvera i servisa</i>
	informaciona perspektiva	<i>analiza ulaza</i>
	informaciona perspektiva	<i>analiza izlaza.</i>
uzet u obzir	organizaciona perspektiva	<i>analiza resursa</i>
	organizaciona perspektiva	<i>analiza učesnika</i>
	informaciona perspektiva	<i>analiza korišćenja (trošenja)</i>
ignorisan	funkcionalna perspektiva	<i>analiza podprocesa</i>
	organizaciona perspektiva	<i>analiza organizacionih jedinica</i>

Ovo bi se moglo izbeći doradom aplikacije, koja bi automatski generisala putni nalog i na taj način, u operativnom aplikativnom sistemu ostavila zapis o tom vremenskom trenutku. U Tabela 25 je dat tabelarni prikaz parametara perspektive.

Tabela 25 Tabelarni prikaz parametara perspektive

Uticaj parametra perspektive	naglašen
	uključen
	uzet u obzir
	ignorisan
	nema informacija

7.4. Provera upotrebljivosti podataka na osnovu novo predložene metode realizovane primenom objektnog procesnog DW-a ciljno vođenog

U ovom delu opisani su željeni ciljevi i data je analiza ispunjenosti performansi tih ciljeva korišćenjem podataka smeštenih u DW format, što je i ključna tema rada. Jedan od potpuno novih elemenata, a takođe jedan od specifičnih doprinosa ovog rada je i prepoznavanje cilja koji u stvari može da se tumači dvojako, u zavisnosti sa „koje strane ugovora“ se nalazi posmatrač. Prikazana je, kao prvo, analiza poslovnih procesa Održavanja opreme (bankomata). Ciljevi (željene performanse) sistema su sa jedne strane postavljene i definisane Ugovorom sa poslovnim partnerom, a sa druge strane internim ciljem koji se odnosi na maksimalno smanjenje troškova Službe održavanja. To znači da u realnom životu imamo u stvari dva cilja sa pod ciljevima.

Sa stanovišta korisnika (Banke) glavni cilj je da je raspoloživost bankomata veća od nekog procenta (na primer 95%). Pod ciljevi tog cilja su da Banka plaća što manje troškove održavanja bankomata, a drugi pod cilj je da bez obzira na ugovor i obavezu >95% to ide što bliže 100% jer time ostvaruju veći broj transakcija na bankomatima, a samim time ostvaruju veći profit (sve se vrti oko profita, vidljivije ili manje vidljivo, ali ...).

Sa stanovišta službe, osnovni cilj je isti (minimum raspoloživosti 95%). Pod cilj koji se odnosi na smanjenje troškova je isti, takođe da bude što manji, s tim da je onaj drugi pod cilj suprotan od Bančinog, to jest da je što manje iznad 95%, ali da ne pada ispod 95%%.

Podaci pripremljeni na osnovu ove novo predložene metode su detaljno proanalizirani sa stanovišta ugovorenih obaveza i na osnovu učesnika u procesu održavanja opreme. Učesnici su banka, kompanija i servisna služba unutar kompanije. U poglavlju 7.3.7 su detaljno prezentovani rezultati analiza koje su rađene na osnovu ciljeva koji su trebali biti ostvareni, dato je objašnjenje svakog cilja, veličina ostvarenosti cilja tabelarno i grafički, kao i komentar ispunjenosti ciljane vrednosti. **Analize ovog tipa bi bile apsolutno nemoguće da se nisu bazirale na novom proširenom skupu podataka u koje su uključene granične vrednosti, ciljne vrednosti i struktura objekata.**

U ovom poglavlju se daje detaljni pregled uspešnog ostvarenog cilja na osnovu analize nad skupom podataka obuhvaćenih novo predloženom metodom i DW-om, **objektnim procesnim DW-om ciljno vođenim.**

Pregledi su grupisani na osnovu učesnika u procesu održavanja (banka, kompanija, servisna služba), uspešnosti, raspona i vremenskog intervala kao ograničenja i na kraju po ciljevima.

7.4.1. Zbirni pregled ostvarenosti cilja sa stanovišta korisnika (banka)

1. Uspešnost sa stanovišta perspektive Banke

Cilj br. 1.: *Raspoloživost bankomata veća od 95%*. U potpunosti zadovoljen, čak preko svih očekivanja, jer je raspoloživost skoro 100%. Jedino kada bankomati ne rade su u periodu kada se radi punjenje novca, redovno održavanje i izmena ekranskih maski koje se „vrte“ na monitoru bankomata.

Cilj br. 2.: *Odziv na prijavu kvara*. S obzirom na analizu datu u 7.3.7.2, banka može da bude nezadovoljna jer je servisna kompanija koja im održava bankomate „promašila“ rok za izlazak na teren u skoro 40%. Ovo ima i svoju pozitivnu stranu, a to je da daje mogućnost (po Ugovoru) da naplati penale za svako kašnjenje na intervenciju. Ovo dodatno smanjuje (ili može da smanji) troškove održavanja koje Banka plaća servisnoj firmi jer od nje u „kontri“ naplaćuje penale. Ovo Banku mnogo ne uzbuđuje jer je procenat raspoloživosti bankomata skoro 100%, što znači da su bankomati koje banka koristi vrlo kvalitetni, ili preventivno održavanje (njihov ugovoreni broj i obim) odlično obavljaju posao, odnosno serviseri su visoko obučeni i kvalitetni.

Cilj br. 3.: *Rezolucija prijavljenog kvara*. S obzirom na analizu datu u 7.3.7.3, Banka isto tako može da bude vrlo zadovoljna jer servisna kompanija u samo malom broju intervencija prekoračuje ugovoreno vreme za popravak (ispod 10%). I ovo ima svoju pozitivnu stranu, jer u odnosu na ukupan broj kvarova, odnosno izlazaka na teren, ovih 10% dodatno daje mogućnost Banci da naplati penale servisnoj kompaniji i samim time još dodatno smanji troškove ulaganja u održavanje ispravnosti bankomata. Isto tako, i ovo (10%) ne uzbuđuje mnogo banku, jer je procenat raspoloživosti bankomata skoro 100%, što znači da su bankomati koje banka koristi vrlo kvalitetni, ili preventivno održavanje (njihov ugovoreni broj i obim) odlično obavljaju posao, odnosno serviseri su visoko obučeni i kvalitetni.

Kada se pogledaju sva tri cilja koja je Banka postavila servisnoj firmi, ona mora da bude prezadovoljna.

2. Raspon validnosti uspešnosti ciljeva sa stanovišta Banke

Cilj br. 1.: *Raspoloživost bankomata veća od 95%*. Sa stanovišta Banke, i sa stanovišta rezultata raspoloživosti, Banka treba da sačuva ovaj raspon, jer on utiče na visinu troškova održavanja koje Banka plaća Servisnoj službi.

Cilj br. 2.: *Odziv na prijavu kvara*. Banci izuzetno odgovara ovaj kratki vremenski interval, jer Servis očito mnogo vremena gubi na „daljinskom“ rešavanju problema, naročito kad su u pitanju lokacije koje se nalaze u rasponu od do nekih 200km od Beograda. Banka treba da se trudi da zadrži postojeći raspon vremena održavanja, jer njoj odgovara da serviseri „daljinski“ otklone kvar (jer tako bankomat se vrlo brzo stavlja u operativni status), a sa druge strane joj je omogućeno da dodatno naplati penale zbog kašnjenja izlaska na teren – lokaciju. Banka je ocenila vrlo dobro da će se Serviseri truditi da otklone kvar „daljinski“ da bi uštedeli troškove putovanja, a njoj odgovara brzi „daljinski“ otklon kvara.

Cilj br. 3.: *Rezolucija prijavljenog kvara*. Banci odgovara i ovaj raspon koji je očito dobro procenila, jer je postavljen vrlo realno. To se očitava u % prekoračenja, koje je vrlo minimalno (ispod 10%). Banci je u interesu da ovo vreme zadrži na ovom nivou.

3. Vremenski interval validnosti parametra sa stanovišta Banke

Cilj br. 1.: *Raspoloživost bankomata veća od 95%*. Vremenski interval raspoloživosti bankomata (od 95 do 100%) je omeđen parametrima i važnošću definisanom Ugovorom. Banka treba da produži Ugovor sa ovim parametrima i eventualno ako može da podigne i na 99% bez nekih dodatnih zatezanja.

Cilj br. 2.: *Odziv na prijavu kvara*. Vremenski interval koji se odnosi na odziv je vezan za Ugovor i za njega isto tako važe sve konstatacije koje se odnose i na prethodni cilj, Cilj br. 1.

Cilj br. 3.: *Rezolucija prijavljenog kvara*. Vremenski interval koji se odnosi na rezoluciju je isto tako vezan za Ugovor i za njega isto tako važe sve konstatacije koje se odnose i na prethodni cilj, Cilj br. 1.

7.4.2. Zbirni pregled ostvarenosti cilja sa stanovišta pružaoca usluge (kompanija)

1. Uspešnost sa stanovišta perspektive Kompanije

Cilj br. 1.: *Raspoloživost bankomata veća od 95%*. U potpunosti zadovoljen, čak preko svih očekivanja, jer je raspoloživost skoro 100%. Ovo zahteva analizu zbog čega je tako visoki stepen raspoloživosti jer je ugovorena raspoloživost preko 95%. Kompanija da bi uspešno, odnosno profitabilno poslovala, očito treba da redefiniše svoje resurse na način da pronade način da smanji troškove, jer je očito korišćenje resursa neadekvatno ugovorenim uslovima.

Cilj br. 2.: *Odziv na prijavu kvara*. S obzirom na analizu datu u 7.3.7.2, Kompanija mora dobro da se zamisli oko kompletnog koncepta koji se dešava u prvim trenucima (desetinama minuta) nakon dobijanja informacije o prijavi kvara. Očito se previše vremena potroši na „daljinsko“ otklanjanje kvara ili još gore, zbog ne pravovremene akcije koja treba da se dogodi odmah nakon primljene informacije o incidentu. Možda je serviser koji je zadužen da prima informacije o incidentima nedovoljno obučan da u kratkom vremenu pronade kvar (što zahteva dodatnu obuku), ili je možda mali broj serviseru u tom periodu pa treba povećati broj serviseru na prijemu incidenata ili jednostavno treba promeniti granične vrednosti unutar kojih se prilikom njihovog prekoračenja treba prekinuti „daljinsko“ otklanjanje greške i krenuti na put.

Ovaj cilj je rak rana celog sistema održavanja bankomata, odnosno procesa od prijema informacije o kvaru do njegovog otklanjanja. Utvrđeno je da je raspored prijava po danima sličan, da je broj intervencija po godišnjim dobima slično, što znači da je problem samo u organizaciji ili znanju ljudi koji treba da „u letu“ prepoznaju i otklone kvar. Jedan od mogućih rešenja je i uvođenje tzv. *service desk* aplikacije u kojoj bi se evidentirali incidenti, i kroz iterativno vođenje u najkraćem vremenskom intervalu došlo do načina na koji bi se otklonili kvarovi.

Cilj br. 3.: *Rezolucija prijavljenog kvara*. S obzirom na analizu datu u 7.3.7.3, kompanija isto tako može da bude relativno zadovoljna jer u samo malom broju intervencija prekoračuje ugovoreno vreme za popravak (ispod 10%). I o ovome treba povesti dodatnog računa i izvršiti analizu povezanosti prekoračenja kod izlaska na teren (u kom prekoračenju

nastaje i prekoračenje rezolucije) kao i kod kojih tipova kvarova nastaje prekoračenje u otklanjanju kvara.

Da bi se ovo izbeglo, treba da se doda mali napor u analizi povezanosti i analizi kvarova kod kojih je došlo do prekoračenja, kao i proveriti kod kojih serviser dolazi do prekoračenja.

Kada se pogledaju sva tri cilja koja je Kompanija dogovorila sa Bankom, i rezultati koje Kompanija ima od održavanja, vidi se da je profitabilnost na ovom procesu vrlo diskutabilna.

2. Raspon validnosti uspešnosti ciljeva sa stanovišta Kompanije

Cilj br. 1.: *raspon je od 95% do 100%*. Sa stanovišta Kompanije i sa stanovišta rezultata raspoloživosti, Kompanija u sledećem Ugovoru treba po svaku cenu da menja uslove. To može da se ostvari na dva načina. Jedan je da Banka podigne donju granicu raspoloživosti sa na primer 95 na 99,2% i da za to traži povećanje iznosa održavanja opreme. Drugi je da maksimalno poradi na druga dva cilja, da bi umanjila uticaj plaćanja penala na profitabilnost posla.

Cilj br. 2.: *Ispunjen uslov ispunjavanja vremena koje se odnosi na odziv na kvar*. Ovo je rak rana Kompaniji, jer joj ovo drastično finansijski umanjuje rezultate poslovanja. Kompanija mora po svaku cenu da poveća vremenski raspon koji se odnosi na odziv. Očito je da period od prijema informacije o kvaru do izlaska serviser na teren je nedovoljno za ispravak “na daljinu” greške koja je uočena na bankomatu. Isto tako, ovde se javlja i problem “stresa” kod serviser, koji zna da kasni sa intervencijom i to može da izazove i negativne efekte pri vožnji do lokacije i njegove koncentracije na samoj lokaciji pri ispravljanju uočenog problema.

O ovom problemu treba detaljno diskutovati i odmah pri sledećem Ugovoru menjati vremenske raspone, kao i interne procedure unutar servisne službe.

Cilj br. 3.: *Ispunjen uslov ispunjavanja vremena koje se odnosi na rezoluciju kvara*. Kompanija je u Ugovoru poprilično dobro ugovorila vremena rezolucije kvarova, ali očito da postoji još neke zadržke. Isto tako, ukoliko se otklone problemi koji nastaju sa kašnjenjem pri izlasku na teren, postoji mogućnost da se čak ovi rasponi rezolucije smanje. Ovo treba odraditi pažljivo u saradnji sa servisnom službom.

3. Vremenski interval validnosti parametra sa stanovišta Kompanije

Cilj br. 1.: *Vremenski interval raspoloživosti bankomata (od 95 do 100%)* je omeđen parametrima i važnošću definisanom Ugovorom. Kompanija treba da pri produžetku Ugovora obavezno promeni parametre koji se odnose na odziv i eventualno parametre koji se odnose na raspoloživost.

Cilj br. 2.: *Vremenski interval koji se odnosi na odziv* je vezan za Ugovor i za njega isto tako važe sve konstatacije koje se odnose i na prethodni cilj, Cilj br. 1.

Cilj br. 3.: *Vremenski interval koji se odnosi na rezoluciju* je isto tako vezan za Ugovor i za njega isto tako važe sve konstatacije koje se odnose i na prethodni cilj, Cilj br. 1.

7.4.3. Zbirni pregled ostvarenosti cilja sa stanovišta servisa.

Ovo pokazuje da skoro ni po jednom parametru niti cilju (osim po raspoloživosti, a i njega bolje ne komentarisati) ne ispunjava zadatke koji su pred nju postavljeni. Osim možda konstatacije da je spašava kvalitet opreme (bankomata) koji se stvarno malo kvare i

(eventualno) kvalitet redovnog održavanja koji potpomaže produženje ispravnosti rada bankomata.

1. Uspešnost sa stanovišta perspektive Servisa

Cilj br. 1. *Raspoloživost bankomata veća od 95%*. U potpunosti zadovoljen, čak preko svih očekivanja, jer je raspoloživost skoro 100%. Ovo zahteva analizu zbog čega je tako visoki stepen raspoloživosti jer je ugovorena raspoloživost minimum 95%. Servis da bi uspešno, odnosno profitabilno poslovao, mora da detaljno izvrši analiza razloga zbog kojih je % raspoloživosti skoro 100%. Da li je u pitanju vrhunski kvalitet bankomata, dobra (predobra) akcija koja se odnosi na preventivno održavanje (prečesto čišćenje ili preventivna zamena delova), ili je u pitanju nešto treće.

Cilj br. 2. *Odziv na prijavu kvara*. S obzirom na analizu datu u 7.3.7.2, Servis mora dobro da se zamisli oko kompletnog koncepta koji se dešava u prvim minutama (desetinama minuta) nakon dobijanja informacije o prijavi kvara. Podsetio bih da postoje dva kanala dobijanja informacija o neispravnosti bankomata. Jedan iz aplikativnog sistema koji kontroliše softver na bankomatu i drugi koji se aktivira kada korisnik prijavi nekim putem neispravnost na bankomatu. Očito da je vreme od te prijave do izlaska na teren problematično. Pošto u sistemu prijave dolaze sa dve strane, potrebno je detaljno, u nekom ograničenom vremenskom periodu izvršiti analizu vremenskih događanja od trenutka dobijanja te informacije do trenutka izdavanja naloga za odlazak na službeni put.

Pošto je „crna kutija“ neznanja uzroka kašnjenja dolaska na lokaciju velika, ovo bi drastično pomoglo u utvrđivanju problema koji generiše prekoračenje vremena i samim time da se smanji crna kutija“ neznanja.

Drugi eventualni problem je ne znanje servisera (ili njegovo ne snalaženje kad radi pod pritiskom), koje se može eliminisati obukom, bilo da je u pitanje obuka u unapređivanju znanja kako radi bankomat i samim time kako da lakše otkloni kvar, tako i obukom u lakšoj komunikaciji sa korisnikom. Taj korisnik može biti napet, nervozan, bezobrazan, ... i to sve serviser mora da istrpi i da u normalnoj komunikaciji sa korisnikom pokuša da u direktnom razgovoru sa takvim korisnikom, zajedno otklone kvar „na daljinu“.

Isto tako, potrebno je možda uvesti dodatni softver, tipa *service desk* koji bi servisera „vodio“ kroz problem koji se pojavio na bankomatu i na taj način mnogo brže vratio bankomat u funkciju. Ovo rešenje na žalost, osim materijalnih ulaganja u novi softver, zahteva i dodatno vreme i angažovanje servisera koji treba da prepoznaju, definišu i unesu sve (ili većinu) mogućih prethodnih kvarova. Oni treba da rekonstruišu kvarove koji su se dešavali u prošlosti da se ne bi gubilo vreme da te podatke unosi servise priliko razgovora sa korisnikom.

Drugih ekstremnih uticaja na ovo vreme nije bilo, jer je utvrđeno da je raspored prijava po danima sličan, da je broj intervencija po godišnjim dobima sličan, što znači da je problem samo u organizaciji ili znanju ljudi koji treba da „u letu“ prepoznaju i otklone kvar.

Cilj br. 3. *Rezolucija prijavljenog kvara*. S obzirom na analizu datu u 7.3.7.3, Servis bi mogao da bude zadovoljniji, jer se u manje od 10% slučajeva dešava da se prekorači vreme kompletne rezolucije na terenu. I o ovome treba povesti dodatnog računa i izvršiti analizu povezanosti prekoračenja kod izlaska na teren (u kom prekoračenju nastaje i prekoračenje rezolucije) kao i kod kojih tipova kvarova nastaje prekoračenje u otklanjanju kvara.

Da bi se ovo izbeglo, treba da se doda mali napor u analizi povezanosti i analizi kvarova kod kojih je došlo do prekoračenja, kao i proveriti kod kojih servisera dolazi do prekoračenja.

Kada se pogledaju sva tri cilja koja je Kompanija dogovorila sa Bankom, i rezultati koje Kompanija ima od održavanja, vidi se da je profitabilnost na ovom procesu vrlo diskutabilna.

2. Raspon validnosti uspešnosti ciljeva sa stanovišta Servisa

Cilj br. 1.: *raspon je od 95% do 100%*. Sa stanovišta Servisa i sa stanovišta rezultata raspoloživosti, treba se držati preporuka koje su iznete i kod Kompanije. Jedino ovde treba prethodno proveriti i status analize koju treba da obavi servis sa stanovišta zacrtanog cilja broj2 i 3.

Cilj br. 2.: *Ispunjen uslov ispunjavanja vremena koje se odnosi na odziv na kvar*. Ovo je rak rana Servisu. On očito uopšte ne zna zbog čega se ovo dešava, jer se situacija ponavlja svake godine u istom obimu. Iako se ugovori produžuju nakon kalendarske godine, niko nije izvršio analizu i zahtevao pri novim pregovorima (gde se susreću kompanija i banka) da se ti vremenski uslovi promene u korist Servisa (kompanije), odnosno da se malo produže.

Servis treba da izvrši analizu „gubljenja“ – „curenja“ vremena koje se dešava od trenutka prijave do trenutka dolaska na lokaciju bankomata i na osnovu te analize da preduzme neke korake u poboljšavanju ove jako loše situacije.

Očito je da period od prijema informacije o kvaru do izlaska serviser na teren je nedovoljno za ispravak „na daljinu“ greške koja je uočena na bankomatu. Isto tako, ovde se javlja i problem „stresa“ kod serviser, koji zna da kasni sa intervencijom i to može da izazove i negativne efekte pri vožnji do lokacije i njegove koncentracije na samoj lokaciji pri ispravljanju uočenog problema.

O ovom problemu treba detaljno diskutovati i odmah pri sledećem Ugovoru menjati vremenske raspone, kao i interne procedure unutar servisne službe, a da bi se omogućilo kompaniji i njenim pregovaračima, servis mora da im obezbedi adekvatne informacije o pravim vremenima.

Cilj br. 3.: *Ispunjen uslov ispunjavanja vremena koje se odnosi na rezoluciju kvara*.

Servis je ovde malo relaksiraniji, ali i o ovom problemu, koji je vezan sa problemom iz Cilja broj 2 (prekoračenje izlaska na teren) mora da se proanalizira, da li je prekoračenje nastalo kao rezultat kašnjenja na lokaciju, ili zbog stvarno neadekvatnog znanja serviser ili zbog kompleksnosti problema koji je serviser morao da reši.

Ukoliko se otklone problemi koji nastaju sa kašnjenjem pri izlasku na teren, postoji mogućnost da se čak ovi rasponi rezolucije smanje. Ovo treba odraditi pažljivo u saradnji sa servisnom službom.

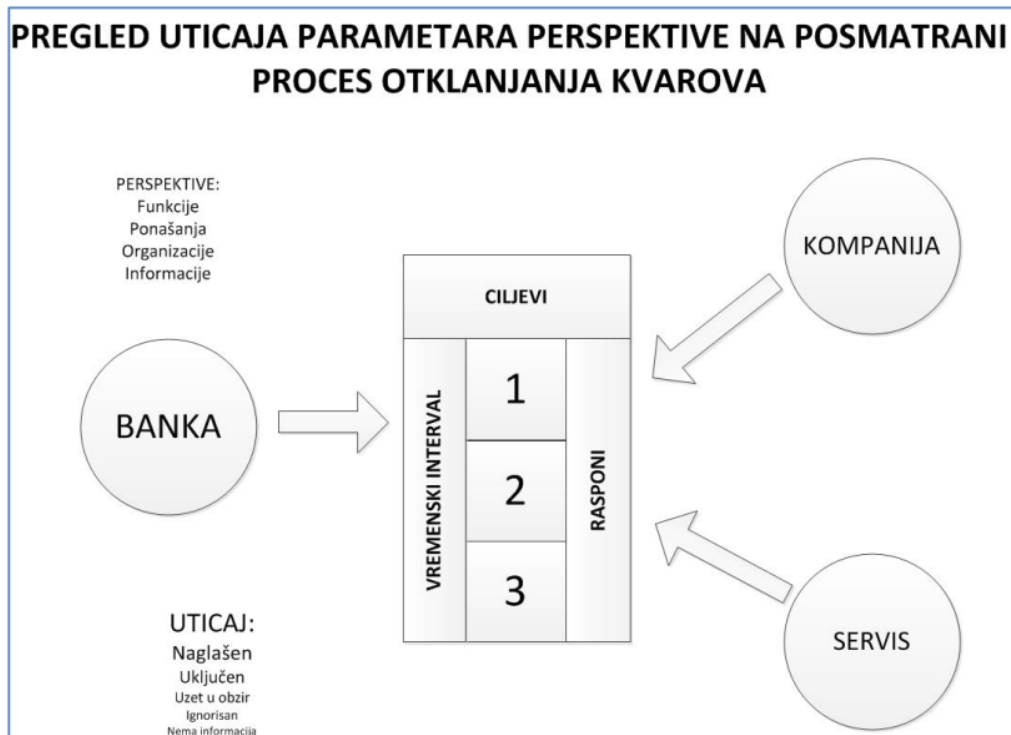
3. Vremenski interval validnosti parametra sa stanovišta Servisa

Cilj br. 1.: *Vremenski interval raspoloživosti bankomata (od 95 do 100%)* je omeđen parametrima i važnošću definisanom Ugovorom. Servis treba da pruži izuzetno detaljne analize mogućnosti da postigne određeni nivo uspešnosti. Sa tim parametrima i znanjem o mogućnostima rada Servisa, pregovarači kompanije mogu da menjaju uslove i da podižu cene održavanja kako je to navedeno kod opisa njihovih aktivnosti u cilju unapređenja procesa održavanja opreme.

Cilj br. 2.: *Vremenski interval koji se odnosi na odziv* je vezan za Ugovor i za njega isto tako važe sve konstatacije koje se odnose i na prethodni cilj, Cilj br. 1.

Cilj br. 3.: *Vremenski interval koji se odnosi na rezoluciju* je isto tako vezan za Ugovor i za njega isto tako važe sve konstatacije koje se odnose na prethodni cilj, i na Cilj br. 1.

Na Sliku 60 je data kompleksnost međusobne isprepletenosti učesnika u analizi i unapređenju procesa i aktivnosti.



Slika 60 Pregled uticaja parametara perspektive na posmatrani proces otklanjanja kvarova

8. Zaključak

Istraživanje, čiji su rezultati prikazani u disertaciji, rezultirali su teorijskim pristupom za izbor najpovoljnijeg standarda za snimanje poslovnih procesa, teorijskim konceptom proširenje procesnog DW-a integracijom sa objektima, njihovom strukturom, kao i teorijskim konceptom uključivanja ograničenja i ciljeva u ETL procedurama, te njihovog uključivanja u osnovnu strukturu DW baza podataka.

Postavljena je osnovna hipoteza: *Razvoj skladišta podataka orijentisanog na procesa i integrisanog sa ciljevima i ograničenjima poslovnog procesa doprineće boljoj analizi i unapređenju procesa i donošenju kvalitetnijih odluka.*

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*“. 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 objektni procesni DW 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 poslovni DW, 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 DW-a. 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 DW 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 DW-a 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 DW-a, 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 DW-om, 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 DW-a 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 17-mo godišnjeg rada službe održavanja.

Prednosti: Ova disertacija sadrži potrebne nivoe naučnog saznanja kao što su: naučna deskripcija ili opisivanje, naučna klasifikacija, naučno otkriće, naučno objašnjenje i naučnu prognozu.

Na nivou naučne deskripcije, disertacija se bavi temama iz upravljanja i unapređenja poslovnih procesa, analizom i unapređenjem procesnog DW-a, 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 7-mo godišnim podacima, dat je konkretan predlog proširene strukture objektnog procesnog data warehouse-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 struktuiranja 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.

Mogućnosti: 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.

Literatura

- [1] Stefanov Veronika, List Beate, "Explaining Data Warehouse Data to Business Users - A Model-Based Approach to Business Metadata," in *ECIS 2007 Proceedings*. 126, 2007.
- [2] M. Muehlen and R. Shapiro, "Business process analytics," in *Handbook on Business Process Management 2, International Handbooks on Information Systems*, in J vom Brocke and M Rosemann (eds) , 2010.
- [3] Alempije Veljović, Angelina Njeguš, Osnove relacionih i analitičkih baza podataka, Beograd: Megatrend univerzitet, 2004.
- [4] M. K. Shahzad, Improving Business Processes using Process-oriented Data Warehouse, Stockholm: School of Information and Communication Technology, KTH - Royal Institute of Technology, 2012.
- [5] H. Takeda, P. Veerkamp, T. Tomiyama and H. Yoshikawa, "Modeling Design Process," *AI Magazine Winter*, pp. 37 - 48, 1990.
- [6] S. T. March and G. F. Smith, "Design and natural science research on information technology," *Decision Support Systems*, vol. 15, no. 4, pp. 251 - 266, 1995.
- [7] Ilayperuma, "Improving E-Business Design Trough Business Model Analysis," Stockholm University, Stockholm, 2011.
- [8] A. Njeguš, Poslovni informacioni sistemi, Beograd: Univerzitet Singidunum, 2021.
- [9] Mark von Rosing, August-Wilhelm Scheer, Henric von Scheel, The Complete Business Process Handbook, Elsevier Inc, 2015.
- [10] M. Weske, Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures, Springer, 2007.
- [11] C. Houy, P. Fettke and P. Loos, "Empirical Research in Business Process Management - Analysis of an emerging field of research," *Business Process Management Journal*, vol. 16, no. 4, pp. 619 - 661, 2010.
- [12] v. d. Aalst, ter Hofstede and M. Weske, "Business Process Management: A Survey," in *International Conference on Business Process Management (BPM'03)*, Eindhoven, 2003.
- [13] G. Aagesen and J. Krogstie, Analysis and Design of Business Processes using BPMN, In the Handbook of Business Process Management, vol. I, International Handbooks on Information Systems, 2010.
- [14] M. Muehlen, Workflow-based process controlling: Foundation, Design, and Application of Workflow-driven Process Information Systems, 1st edition, Berlin: Logos Verlag Berlin, 2004.
- [15] "BPMN 2.0 - Business Process Model and Notation," BPM Offensive Berlin, 17 August 2017. [Online]. Available: <http://bpmb.de/poster>. [Accessed 22 November 2022].
- [16] T. D. Marco, Structured Analysis and System Specification, Prentice Hall, 1979.
- [17] E. Yourdon, Modern Structured Analysis 1st Edition, Prentice Hall, 1988.
- [18] Chris Gane, trish Sarson, Structured Systems Analysis: Tools and Techniques (IST databooks), McDonnell Douglas Information, 1977.
- [19] A. Veljović, Razvoj informacionih sistema i baza podataka, Beograd, 1997.

- [20] ISO, "ISO/IEC/IEEE 31320-1:2012 Information technology — Modeling Languages — Part 1: Syntax and Semantics for IDEF0," 2019. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/60615.html>. [Accessed 29 11 2022].
- [21] Miomir Rakić, Ljiljana Stanojević, Vladimir Veljović, "An Approach to Design and Implement Business Intelligence Solution for a Real-Time Financial Reporting," in *11th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies"*, Vrnjačka Banja, Serbia, 2021.
- [22] M. Rakić, "Karakteristike i ocena upotrebljivosti IDEF0 i IDEF1X metoda za projektovanje informacionih sistema," in *InfoTech 97*, Vrnjačka Banja, 1997.
- [23] Mališa Žižović, Boža Miljković, Dragan Marinković, "Objective methods for determining criteria weight coefficients: A modification of the CRITIC method," *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 149-161, 2020.
- [24] Mališa Žižović, Dragan Pamučar, "New model for determining criteria weights: Level Based Weight Assessment (LBWA) model," *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 126-137, 2019.
- [25] Richard J. Mayer, Ph.D., Christopher P. Menzel, Ph.D., Michael K. Painter, Paula S. deWitte, Ph.D., Thomas Blinn, Benjamin Perakath, Ph.D., "Information Integration for Concurrent Engineering (IICE) IDEF3 Process Description capture Method Report," University Drive East, College Station, TX, 77840-2335, 1995.
- [26] J. M. Dorador, R. I. M. Young, "Application of IDEF0, IDEF3 and UML methodologies in the creation of information models," *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 13, no. 5, pp. 430-445, 2000.
- [27] B. P. M. a. N. Object Management Group, "BPMN Specification -Business process model notation," 2017. [Online]. Available: <http://www.bpmn.org>. [Accessed 3 09 2021].
- [28] B. Silver, BPMN Method and Style, Cody-Cassidy Press, 2009.
- [29] M. D. C. O. R.M. Dijkman, "Semantics and analysis of business process models in BPMN," *Information and Software Technology*, vol. 50, no. 12, 2008.
- [30] n. O. f. Standardization, "ISO/IEC 19510:2013 Information technology — Object Management Group Business Process Model and Notation," 07 2013. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/62652.html>. [Accessed 15 09 2021].
- [31] M. D. Chun Ouyang, "From business process models to processoriented software systems," *ACM Transaction on Software Engineering Methodology*, vol. 19, no. 1, pp. 1-37, 2009.
- [32] M. Rakić, "Application of Data Warehouse architecture to support modern business system," *Stručni časopis "Energoprojekt", broj 9, YU ISSN 0353-4952*, pp. 69-74, 1999.
- [33] M. Rakić, "Characteristics and Further Development of Data Warehousing Concept," *YU-Info, Kopaonik, 1999*, 1999.
- [34] R. Kimball, M. Ross, W. Thornthwaite, J. Mundy and B. Becker, *The Kimball Group Reader Relentlessly Practical Tools for Data Warehousing and Business Intelligence*, WILEY, 2010.
- [35] R. Kimball and M. Ross, *The Data Warehouse Toolkit, 3rd Ed. Definitive Guide to Dimensional Modeling*, Indianapolis, IN 46256: John Wiley & Sons, Inc., 2013.
- [36] "Transforming Data With Intelligence," TDWI, 2023. [Online]. Available: <https://tdwi.org/Home.aspx>.
- [37] R. C. Branquin, *Data Warehousing Fundamentals*, Prentice Hall, 1998.
- [38] I. r. books, *Data Modeling Techniques for Data Warehousing Paperback*, IBM, 1998.

- [39] M. Rakić, "Data Warehouse Architecture in Open Systems," *XIII Naučno-stručni skup INFO-TEH '98, Zbornik radova, ISBN 86-82831-03-01, Vrnjačka Banja, 15.-19. jun, 1998*, pp. 163-166, 1998.
- [40] Arif, M.; Mujtaba, G., "A Survey: Data Warehouse Architecture," *Int. J. Hybrid Inf. Technol.*, vol. 8, pp. 349-356, 2015.
- [41] El Aissi, M.E.M.; Benjelloun, S.; Loukili, Y.; Lakhrissi, Y.; Boushaki, A.E.; Chougrad, H.; Elhaj Ben Ali, S., "Data Lake Versus Data," WITS 2020, Bennani, S., Lakhrissi, Y., Khaissidi, G., Mansouri, A., Khamlichi,, Singapore, 2020.
- [42] Rehman, K.U.u.; Ahmad, U.; Mahmood, S, "A Comparative Analysis of Traditional and Cloud Data Warehouse," *VAWKUM Trans.*, vol. 6, pp. 34-40, 2018.
- [43] J. Mundy, W. Thorntwaite and R. Kimball, *The MicrosoftData Warehouse Toolkit: With SQL Server2005 and the Microsoft Business Intelligence Toolset*, Wiley and Sons, 2006.
- [44] W. H. Inmon , C. Imhoff and R. Sousa, *Corporate Information Factory*, Wilwy and Sons, 2001.
- [45] W. H. Inmon, "Corporate Information factory," 2007. [Online]. Available: <http://www.inmoncif.com/products/A%20TALE%20OF%20TWO%20ARCHITECTURES.pdf>. [Accessed 14 8 2014].
- [46] A. Thilini and W. J. Hugh, "Which Data Warehouse Architecture Is Most Successfull," *Business Intelligence Journal*, vol. 11, no. 1, 2011.
- [47] T. Ariyachandra and H. J. Watson, "www.terry.uga.edu/~hwatson/DW_Architecture_Report.pdf," 2011. [Online]. Available: www.terry.uga.edu/~hwatson/DW_Architecture_Report.pdf. [Accessed 15 03 2014].
- [48] K. GROUP, "Design Tip #159 "Official" Kimball Dimensional Modeling Techniques," KIMBALL GROUP, 3 9 2013. [Online]. Available: <http://www.kimballgroup.com/2013/09/design-tip-159-official-kimball-dimensional-modeling-techniques/>. [Accessed 15 8 2014].
- [49] V. N. v. J. Angelina Njeguš, "THE SELECTION OF OPTIMAL DATA MINING METHOD FOR SMALL-SIZED HOTELS," in *International Scientific Conference of IT and Business-Related Research*, 2015.
- [50] M. Rakić and T. Petrović, "Optimization of reporting using OLAP model and Business intelligence on the example of Post applications in Post of Montenegro," *InfoFest, Budva, Montenegro, 2007*, 2007.
- [51] O. Marjanovic, "The next stage ofoperational business intelligence: Creating new challenges for business process management," *40the Hawaii International Conference on System Sciences, USA*, 2007.
- [52] B. List, J. Schiefer, A. M. Tjoa and G. Quirchmayr, *The Process Warehouse: A Data Warehouse Approach for Business Process Management*, W. Abramowicy and J. Zurada, Eds., Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [53] M. Sayal, F. Casati, U. Dayal and M.-C. Shan, "Business Process Cockpit, HPL-2001-313," HP laboratoryies Palo Alto, Palo Alto, 2001.
- [54] F. Casati, Dayal Umesh, M. Sayal and M.-C. Shan, "Business Process Intelligence," HP Laboratory Palo Alto, Palo Alto, 2002.
- [55] S. Brandt, M. Schluter and M. Jarke, "Process data warehouse models for cooperative engineering processes," *9th IFAC Symposium on Automated Systems Based on Human Skill And Knowledge, Nancy, France*, 2006.

- [56] S. A. Ghannouchi, K. Mabrouk and S. Ghannouchi, "Proposal of warehouse in the context of healthcare process reengineering," *Business process Management Journal*, vol. 16, no. 4, pp. 688 - 712, 2010.
- [57] T. Neumuth, S. Mansmann, M. H. Scholl and O. Burgert, "Data Warehouse Technology for Surgical Workflow Analysis," in *IEEE International Symposium on Computer-based Medical Systems (CBMS'08)*, 2008.
- [58] J. Schiefer, J. J. Jeng and R. M. Bruckner, "Real-time workflow audit data integration into data warehouse systems," in *In Proceedings of the 11th European*, Naples, 2003.
- [59] M. Sayal, F. Casati, U. Dayal and M. C. Shan, "Process Cocpit," in *28th International Conference on Very Large Databases (VLDB'02)*, Hoong Kong, China, 2002.
- [60] K. Shahzad and C. Giannoulis, "Towards a Goal-Driven Approach for Business Process Improvement Using Process-Oriented Data Warehouse," in *14th International Conference on Business Information Systems (BIS'11)*, Poznan, Poland, 2011.
- [61] A. Pourshahid, D. Amyot and L. Peyyton, "Business process management with the user requirements notation," *Electronic Commerce Research*, 2009.
- [62] B. List, J. Schiefer and M. R. Bruckner, "Measuring Knowledge with workflow management systems," in *In Proceedings of the 12th International workshop on Database and expert systems applications*, 2001.
- [63] B. Quirchmayr, B. List and A. M. Tjoa, "Analyzing workflow audit trails in web-based environments with fuzzy logic," in *In Proceedings of the 2nd International Conference on Electronic Commerce and Web Technology (EC-Web)*, , Munich, 2001.
- [64] D. Grigori, F. Casati, U. Dayal and M. C. Shan, "Improving business process quality through exception understanding, prediction, and prevention, in: P," in *Proceedings of 27th International Conference on Very Large Data Bases*, 2001.
- [65] List, R. M. Bruckner, K. Machaczek and J. Schiefer, "A Comparison of data warehouse development methodologies Case study of the Process warehouse," in *Proceedings of Database and Expert Systems Applications (DEXA)*, 2002.
- [66] T. F. E. Wikipedia, "Methodology," Wikipedia, 7 08 2014. [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Methodology>. [Accessed 11 8 2014].
- [67] S. M. Chen and C. H. Wang, "A generalized model for prioritized multi-criteria decision making systems," *International Journal of Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 3, pp. 4773 - 3783, 2009.
- [68] K. Shahzad and J. Zdravković, "A Decision-model Based Approach to Business Process Improvement. Proceedings," in *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC'10)*, Istanbul, Turkey, 2010.
- [69] J. Holthuis, "Der Aufbau von Data Warehouse-Systemen – Konzeption – Datenmodellierung - Vorgehen, DUV," Wiesbaden, 1998.
- [70] V. Poe, *Building a Data Warehouse for Decision Support*, New Jersey: Prentice Hal, 1996.
- [71] Anahory, S.; Murray, D, *Data Warehousing in the Real World*, Harlow: Addison-Wesley, 1997.
- [72] K. Shahzad and P. Johansson, "An Evaluation of Process Warehousing Approaches for Business Process Analysis," in *In Proceedings of the 5th ACM EOMAS in conjunction with CAISE'09*, , Amsterdam, Netherland, 2009.

- [73] L. Niedritte and D. Solodovnikova, "Goal-Driven Design of a data warehouse based business process analysis system," in *Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Database*, (6), 2007.
- [74] S. Mansmann, T. Neumuth and M. H. Scholl, "Multidimensional data modeling for business process analysis," in *Proceedings of 26th International Conference on the Entity Relationship Approach (ER'07)*, Springer LNCS (4801) , 2007.
- [75] J. Eder, G. E. Olivotto and W. Gruber, "A data warehouse for workflow logs," in *Proceedings of the 1th International Conference on Engineering & Deployment of Cooperative Information Systems*, Springer LNCS, 2002.
- [76] P. Kueng, T. Wettstein and B. List, "A holistic process performance analysis through a performance data warehouse," in *7th Americas conference on information systems (AMCIS'01)*, 2001.
- [77] P. Giorgini, S. Rizzi and M. Garzetti, "Goal-oriented requirement analysis for data warehouse design," in *Proceedings of 8th ACM International Workshop on Data warehousing and OLAP (DOLAP'05)*, 2005.
- [78] J. Schiefer, B. List and R. M. Bruckner, "Process data store: A real-time data store for monitoring business processes," in *Proceedings of Database and Expert Systems Applications (DEXA'03)*, Springer LNCS, 2003.
- [79] K. C. Pau, Y. W. Si and M. Dumas, "Data warehouse model for audit trial analysis in workflows," in *Proceedings of IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE'07)*, 2007.
- [80] F. Casati, M. Castellanos, U. Dayal and N. Salazar, "A generic data warehousing business process data," in *Proceedings of Proceedings of the 33th International Conference on Very Large Databases (VLDB'07)*, 2007.
- [81] M. Jarke, T. List and J. Koller, "The Challenge of Process Data Warehousing," in *Proceedings of the 26 International Conference on Very Large Data Bases (VLDB'00)*, Cairo, 2000.
- [82] F. o. D. W. Q. E. P. 22469, "DWQ," DWQ, 1996. [Online]. Available: <http://www.dbnet.ece.ntua.gr/~dwq/>. [Accessed 07 08 2014].
- [83] R. E. Park, W. B. Goethert and W. A. Florac, "Goal-driven software measurement – a guidebook," CMU/SEI-96-HB-002, Carnegie Mellon University, 1996.
- [84] B. Curtis, M. I. Kellner, Over and I, "Process Modeling," *Communications of ACM*, vol. 35, no. 9, pp. 75 - 90 , 1992.
- [85] K. Shahzad, M. Elias and P. Johabbessen, "Towards Cross Language Process Model Reuse – A Language Independent Representation of Process Models," *2nd IFIP WG8.1 Working Conference on the Practice of Enterprise Modeling (PoEM'09)* , Springer LNBIP, Stockholm, Sweden, vol. 39, pp. 176-190, 2009.
- [86] K. Shahzad and P. Johanneson, "An Evaluation of Process Warehousing Approaches for Business Process Analysis," in *In Proceedings of the 5th ACM EOMAS in conjunction with CAiSE'09, & CEUR-WS Proceedings,,* Amsterdam, 2009.
- [87] T. Davenport, "Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology," *Harvard Business School Press*, p. 11, 1993.
- [88] T. Bucher and A. Gericke, "Process-centric business intelligence," *Business Process Management Journal*, vol. 15, no. 3, pp. 408 - 429, 2009.

- [89] M. Castellanos, A. Simitsis, K. Wilkinson and U. Dayal, "Automating the loading of business process data warehouses," in *Proceedings of the 12th International Conference on Extending database technology: Advances in Database Technology (EDBT'09), Russia*, 2009.
- [90] F. Casati, M. Castellanos, U. Dayal and N. Salazar, "A Generic Solution for Warehousing Business Process Data," in *Proceedings of the 33rd International Conference on Very Large Data Bases (VLDB'07)*, Vienna, Austria, 2007.
- [91] Wingenious, "Database architecture," 2005. [Online]. Available: <http://www.wingenious.com/database.pdf>. [Accessed 15 10 2013].
- [92] z. M. Muehlen, "Process-driven management information systems - ombining data warehouses and workflow technology," in *Interantional conference on electronic commerce research (ICECR)*, Dallas, 2001.
- [93] Hallioui, A., Herrou, B. , "System approach for improve the dependability of production system, state of the art.," in *Proceedings of the 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, detroit, 2020.
- [94] M. Rakić, B. Petković, M. Savković, R. Janjić and V. Pantović, "ETL systems in the BI implementation process," *Infoteh 2009*, 2009.
- [95] K. Shahzad and J. Zdravkovic, "Towards Goal-driven Access to Process Warehouse: Integrating Goals with Process Warehouse for Business Process Analysis," in *5th IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS'11)*, Guadeloupe, France, 2011.
- [96] A. Sturm, "Supporting business processanalysis via data warehousing," *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, , vol. Vol. 24, no. 3, pp. 303 - 319, 2012.
- [97] K. Vergidis, A. Tiwari and B. Majeed, "Business Process Analysis and Optimization: Beyond Reengineering," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, pp. 69 - 82, 2008.
- [98] Luo, Z.; Niu, L.; Korukanti, V.; Sun, Y.; Basmanova, M.; He, Y.; Wang, B.; Agrawal, D.; Luo, H.; Tang, C.; et al., "From Batch," in *IEEE 38th International Conference on*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2022.
- [99] Armbrust, M.; Ghodsi, A.; Xin, R.; Zaharia, M., "Lakehouse: A New Generation of Open Platforms that Unify Data Warehousing and Advanced Analytics," in *Conference on Innovative Data Systems Research*, Virtual Event, 2021.
- [100] K. M. Shahzad and J. Zdravković, "Process Warehouse in Practice: A Goal Driven Method for Business Process Improvement," *Journal of Software Maintenance and Evolution*, vol. 24, no. No. 3, pp. 321-339, 2012.
- [101] Chandra, P.; Gupta, M.K., "Comprehensive survey on data warehousing research," in *Int. J. Inf. Technol*, 2018.
- [102] G. Zellner, "A structure evaluation of business process improvement approaches.," *Business Process Management Journal*, vol. 17, no. 2, pp. 203-237, 2011.
- [103] M. K. Jörg Becker, *Process Management*, 2003: SpringerVerlag, A Guide for the Design of Business Processes.
- [104] W. Mathias, *Business Process Management*, berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2019.
- [105] L. F. Z. L. Huimin Zhang, "A Learning-Based Synthesis Approach to the Supremal Nonblocking Supervisor of Discrete-Event Systems," *IEEE Transactions on Automatic Control* PP(99):1-1, 11 2018.
- [106] Y. a. W. R. Wand, "TOWARD A THEORY OF THE DEEP STRUCTURE OF INFORMATION SYSTEMS," in *ICIS 1990 Proceedings*. 3., 1990.

- [107] Anđelka Štilić, Miloš Nicić, Borko Zimonjić, Angelina Njeguš, "PRIMENA VIŠEKRITERIJUMSKE METODE EDAS U RANGIRANJU KANDIDATA ZA RAD U TURISTIČKOJ PRIVREDI I UVOĐENJE KOREKTIVNOG KORAKA," in *TURISTIČKO POSLOVANJE*, 2019.
- [108] Eden C., Harris J., Management Decision and Decision Analysis, London: The Macmillan Press Ltd., 1975.
- [109] R. Rao, Decision Making in the Manufacturing Environment, Using Graph Theory and Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods, Springer-Verlag, 2007, 2007.
- [110] Athanasopoulos G., Riba C.R., Athanasopoulou C., "A decision support system for coating selection based on fuzzy logic and multi-criteria decision making," *Expert Systems with Applications* 36 (2009), pp. 10848-10853., 2009.
- [111] van der Aalst, M. P. Wil, N. Mariska and H. Mariska, "Supporting the Full BPM Life-Cycle Using Process Mining and Intelligent Redesign," *Contemporary Issues in Database Design and Information Systems Development*, pp. 100 - 132, 2007.
- [112] Sethi, R.; Traverso, M.; Sundstrom, D.; Phillips, D.; Xie, W.; Sun, Y.; Yegitbasi, N.; Jin, H.; Hwang, E.; Shingte, N.; et al., "Presto;" in *IEEE 35th International Conference on Data Engineering (ICDE)*, Macao, China, 2019.
- [113] K. Shahzad and J. Zdravković, "Towards Goal-driven Access to Process Warehouse : Integrating Goals with Process Warehouse for Business Process Analysis," in *5th IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS'11)*, Guadalupe, France, 2011.
- [114] Michael Böhnlein, Achim Ulbrich-vom Ende, "Business Process Oriented Development of Data Warehouse Structures," *Data Warehousing 2000, Physica*, pp. 3-21, 2000.
- [115] T. Lucineia, I. Cirano and R. Manfred, "Workflow Patterns for Business Process Modeling," *CAiSE'06 Workshops, B. Pernici, J.A. Gulla (Eds.)*, vol. 1, no. 8th Int'l Workshop on Business Process Modeling Development, and Support (BPMDS'07), June 2007, Trondheim, Norway, 2007.
- [116] G. Simon, B. Mermet and D. Fournier, "Goal Decomposition Tree: An Agent Model to Generate a Validated Agent Behavior," *DALT LNAI, 3904*, pp. 124 - 140, 2006.
- [117] CA, "CA ERwin Process Modeler Online Help," 2008. [Online]. Available: <https://supportcontent.ca.com/cadocs/0/e003121e.pdf>. [Accessed 08 11 2014].
- [118] Nebojša Baćanin, Catalin Stoean, Miodrag Živković, Miomir Rakić, Roma Strulak-Wojcikiewicz, Ruxanda Stoean, "On the Benefits of Using Metaheuristics in the Hyperparameter Tuning of Deep Learning Models for Energy Load Forecasting," *Energie*, vol. 16, no. MDPI Journals, 2023.
- [119] S. Coskun, H. Basligil and H. Baracli, "A weaknesses determination and analysis model for business process improvement," *Business Process Management Journal*, vol. 14, no. 2, pp. 243 - 261, 2009.
- [120] K. Shahzad and J. Zdravkovic, "A Goal-Oriented Approach for Business Process Improvement using Process Warehouse Data," in *2nd IFIP Working Conference on the Practice of Enterprise Modeling (PoEM'09)*, Heidelberg, 2009.
- [121] M. Mohsen and M. B. Muriati, "Theoretical and Conceptual Approach for Evaluation Business Process Modelling Languages," *Journal of Convergence Information Technology (JCIT)*, vol. 8, no. 4, 2013, februar .
- [122] Wiktionary, "ontology," Wiktionary, a wiki-based Open Content dictionary, 2 7 2014. [Online]. Available: <http://en.wiktionary.org/wiki/ontology>. [Accessed 20 7 2014].

- [123] Wikipedia, "Ontology," Wikipedia, free encyclopedia, 13 7 2014. [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Ontology>. [Accessed 20 7 2014].
- [124] Y. Wand and R. Weber, "On the Ontological Expressiveness of Information Systems Analysis and Design Grammars," *Journal of Information System* 3, pp. 217 - 237, 1993.
- [125] B. List and B. Korherr, "An Evaluation of Conceptual Business Process Modelling Languages," *SAC*, pp. 23 - 27, 2006.
- [126] H. Mili, G. Tremblay, G. B. Jaoude, E. Lefebvre, E. Elabed and G. El Boussaidi, "Business process modeling languages: sorting through the alphabet soup," *ACM Comput. Surv.*, vol. 1, no. Article 4, p. 43, 2010.
- [127] M. Rakić, "Characteristics and Assessment of Usability of IDEF0 and IDEF1X Methods for IS Design," in *Info-Tech 1997*, Vrnjačka Banja, 1997.
- [128] "www.idef.com," Konowledge Based Systems, Inc. , 2010. [Online]. Available: <http://www.idef.com/>. [Accessed 26 September 2013].
- [129] "ERwin," CA (Computer Associates), 2013. [Online]. Available: <http://erwin.com/products>. [Accessed 25 September 2013].
- [130] "Deliver intuitive BI reporting and analysis capabilities to everyone in your organization," SAP, 2013. [Online]. Available: <http://www54.sap.com/pc/analytics/business-intelligence/software/overview/reporting-analysis.html>. [Accessed 26 September 2013].
- [131] R. Tijs, *Activiti in Action*, Shelter Island, NY 11964: Manning Publications Co., 2012.
- [132] Johannes M. Z, Marlon D., "ervice Interaction Modeling: Bridging Global and Local Views," in *Proceedings of the 10th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC'06)*, Quebec City, 2006.
- [133] F. Kamrani, *Simulation-based Optimization and Decision Making with Imperfect Information*, Stockholm, Sweden: PhD Thesis, KTH - Royal Institute of Technology, 2011.
- [134] H. Mintzberg, D. Raisinghani and A. Theoret, "The Structure of 'Unstructured' Decision Processes," *Administrative Sciences Quarterly*, vol. 21, pp. 246 - 275, 1976.
- [135] S. O. ansson, *Decision Theory A Brief Introduction*, Uppsala: Swedish National Board for Spent Nuclear Fuel, 1994 (original of 1990).
- [136] B. prof. Lazarević, *Struktura sistema analiza, materijal za interne kurseve*, Beograd: FON, Laboratorija za informacione sisteme, 2000.
- [137] J. Vantahalo, H. Volzer and J. Koehler, "The refined process structure tree," *Data and Knowledge Engineering Journal*, vol. 68, no. 9, pp. 793 - 818, 2009.
- [138] Wikipedia, "Data warehouse," Wikipedia, 21 7 2014. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Data_warehouse. [Accessed 22 7 2014].
- [139] "Oxford rečnik pojmova," Oxford, 2011. [Online]. Available: <http://oxforddictionaries.com/>. [Accessed 15 10 2013].
- [140] A. R. Hevner, S. T. March and J. Park, "Design Science in Information Systems Research," *MIS Quarterly*, vol. 28, no. 1, pp. 75 - 105, 2004.
- [141] M.-B. C. Standard, "MBN 10447, Quality Management Standard Electrical/Electronic Components Mercedes-Benz," 2015.
- [142] P. P. -. Citroen, "B21 5540, STN / NTS GMP - Interface Adaptation GMP/CAISSE / Powertrain," 2015.

- [143] DIN, "DIN EN 13841-1:2016-06, Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design (ISO 13849-1:2015);," 2016.
- [144] DIN, "DIN EN ISO 12100:2011-03, Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction (ISO 12100:2010)," 2011.
- [145] I. z. s. Srbije, SRPS EN 13269 Održavanje — Uputstvo o pripremi ugovora o održavanju, INSTITUT ZA STANDARDIZACIJU SRBIJE, 2009.
- [146] B. Bebel, J. Eder, C. Koncilia, T. Morzy and R. Wrembel, "Creation and management of versions in multi-version data warehouse," in *ACM Symposium on Applied Computing (SAC'04)*, Nicosia, Cyprus, 2004.
- [147] "Wikipwdija," [Online]. Available: <http://sh.wikipedia.org/wiki/Istra%C5%BEivanje>. [Accessed 15 1 2023].
- [148] C. T. Whitehead, *Uses and Limitations of Systems Analysis*, Internal , 1975.
- [149] A. T. F. M. Korte D., "Business intelligence in a nutshell," *International Journal of Innovation, Management and Technology*, vol. 4, no. 4, pp. 429-434, 2013.
- [150] K. S, "Role of business intelligence in decision-making for SMEs," *KHOJ: Journal of Indian Management Research and Practices*, no. Special, pp. 41-47, 2016.
- [151] Garani, G.; Chernov, A.; Savvas, I.; Butakova, M., "A Data Warehouse Approach for Business Intelligence.," in *2019 IEEE 28th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE)*, Napoli, Italy, 2019.
- [152] Gupta, V.; Singh, J. , "A Review of Data Warehousing and Business Intelligence in different perspective," in *nt. J. Comput. Sci. Inf.*, 2014.
- [153] Yang, Q.; Ge, M.; Helfert, M. , "Analysis of Data Warehouse Architectures: Modeling and Classification," in *21st International Conference on Enterprise Information Systems*, Heraklion, Greece, 2019.
- [154] Shollo, A. Gailiers, R.D., "Towards an understanding of the role of business intelligence systems in organisational knowing," *Information systems Journal*, vol. 26, no. 4, pp. 339-367, 2016.
- [155] F. I. P. S. Publication, "Integration Definition For Function Modeling (IDEF0)," 21 12 1993. [Online]. Available: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/FIPS/fipspub183.pdf>. [Accessed 24 08 2021].
- [156] Rakić, M., Regodić, D., Grubor, G., "Applying Process Data Warehouse in Analysis of Business Processes Success Rate," *International Journal of Computer Applications*, vol. 125, no. 8, pp. 5-12, 2015.
- [157] M. Kirchmer, *High Performance Through Business Process Management Strategy Execution in a Digital World*, Springer International Publishing, 2017.
- [158] A. Njeguš, *Informacioni sistemi u turizmu i hoteljerstvu*, Beograd: Univerzitet Sinfigunum, 2021.

Prilozi

Prilog 1. Spisak tehnika koje su konsultovane pri izradi dimenzionalnog modela baziranog na Kimball-ovom konceptu

Fundamental Concepts	Integration via Conformed Dimensions
<i>Gather Business Requirements and Data Realities</i>	<i>Conformed Dimensions</i>
<i>Collaborative Dimensional Modeling Workshops</i>	<i>Shrunk Dimensions</i>
<i>Four-Step Dimensional Design Process</i>	<i>Drilling Across</i>
<i>Business Processes</i>	<i>Value Chain</i>
<i>Grain</i>	<i>Enterprise Data Warehouse Bus Architecture</i>
<i>Dimensions for Descriptive Context</i>	<i>Enterprise Data Warehouse Bus Matrix</i>
<i>Facts for Measurements</i>	<i>Detailed Implementation Bus Matrix</i>
<i>Star Schemas and OLAP Cubes</i>	<i>Opportunity/Stakeholder Matrix</i>
<i>Graceful Extensions to Dimensional Models</i>	Dealing with Slowly Changing Dimension Attributes
Basic Fact Table Techniques	<i>Type 0: Retain Original</i>
<i>Fact Table Structure</i>	<i>Type 1: Overwrite</i>
<i>Additive, Semi-Additive, Non-Additive Facts</i>	<i>Type 2: Add New Row</i>
<i>Nulls in Fact Tables</i>	<i>Type 3: Add New Attribute</i>
<i>Conformed Facts</i>	<i>Type 4: Add Mini-Dimension</i>
<i>Transaction Fact Tables</i>	<i>Type 5: Add Mini-Dimension and Type 1 Outrigger</i>
<i>Periodic Snapshot Fact Tables</i>	<i>Type 6: Add Type 1 Attributes to Type 2 Dimension</i>
<i>Accumulating Snapshot Fact Tables</i>	<i>Type 7: Dual Type 1 and Type 2 Dimensions</i>
<i>Factless Fact Tables</i>	Dealing with Dimension Hierarchies
<i>Aggregate Fact Tables or OLAP Cubes</i>	<i>Fixed Depth Positional Hierarchies</i>
<i>Consolidated Fact Tables</i>	<i>Slightly Ragged/Variable Depth Hierarchies</i>
Basic Dimension Table Techniques	<i>Ragged/Variable Depth Hierarchies with Hierarchy Bridge Tables</i>
<i>Dimension Table Structure</i>	<i>Ragged/Variable Depth Hierarchies with Pathstring Attributes</i>
<i>Dimension Surrogate Keys</i>	Advanced Fact Table Techniques
<i>Natural, Durable, and Supernatural Keys</i>	<i>Fact Table Surrogate Keys</i>
<i>Drilling Down</i>	<i>Centipede Fact Tables</i>
<i>Degenerate Dimensions</i>	<i>Numeric Values as Attributes or Facts</i>
<i>Denormalized Flattened Dimensions</i>	<i>Lag/Duration Facts</i>
<i>Multiple Hierarchies in Dimensions</i>	<i>Header/Line Fact Tables</i>
<i>Flags and Indicators as Textual Attributes</i>	<i>Allocated Facts</i>
<i>Null Attributes in Dimensions</i>	<i>Profit and Loss Fact Tables Using Allocations</i>
<i>Calendar Date Dimensions</i>	<i>Multiple Currency Facts</i>
<i>Role-Playing Dimensions</i>	<i>Multiple Units of Measure Facts</i>
<i>Junk Dimensions</i>	<i>Year-to-Date Facts</i>
<i>Snowflaked Dimensions</i>	<i>Multipass SQL to Avoid Fact-to-Fact Table Joins</i>
<i>Outrigger Dimensions</i>	<i>Timespan Tracking in Fact Tables</i>
	<i>Late Arriving Facts</i>

<i>Advanced Dimension Techniques</i>
<i>Dimension-to-Dimension Table Joins</i>
<i>Multivalued Dimensions and Bridge Tables</i>
<i>Time Varying Multivalued Bridge Tables</i>
<i>Behavior Tag Time Series</i>
<i>Behavior Study Groups</i>
<i>Aggregated Facts as Dimension Attributes</i>
<i>Dynamic Value Bands</i>
<i>Text Comments Dimension</i>
<i>Multiple Time Zones</i>
<i>Measure Type Dimensions</i>
<i>Step Dimensions</i>
<i>Hot Swappable Dimensions</i>
<i>Abstract Generic Dimensions</i>
<i>Audit Dimensions</i>
<i>Late Arriving Dimensions</i>
<i>Special Purpose Schemas</i>
<i>Supertype and Subtype Schemas for Heterogeneous Products</i>
<i>Real-Time Fact Tables</i>
<i>Error Event Schemas</i>

Prilog 2. Pregled uticaja parametara perspektive na posmatrani proces otklanjanja kvarova

pregled uticaja parametara perspektive na posmatrani proces otklanjanja kvarova				
	<i>parametri analize</i>	<i>vrednost parametra</i>	<i>objašnjenje</i>	
funkcionalna perspektiva	<i>analiza aktivnosti</i>	naglašen	sve aktivnosti su izvršene, uz kontrolu prolaznih vremena	
	<i>tokovi informacija entiteta</i>	uključen	podaci koji se prenose tokovima (entiteti) su uneti u PW	
	<i>analiza podprocesa</i>	ignorisan	pošto nema podataka o podaktivnostima koje se dešavaju u fazi od prijema informacije o kvaru do stizanja na teren, nije se razmatrala	
perspektiva ponašanja				
	<i>analiza redosleda izvršavanja</i>	uključen	proveren logički, ali na I nivou dekompozicije (prijava, otvaranje RN, zatvaranje RN)	
	<i>analiza vremena ciklusa</i>	naglašen	aplikativno proveren (godišnja doba, dani u nedelji)	
	<i>analiza pojave anomalija</i>	uključen	aplikativno proveren (godišnja doba, dani u nedelji)	
	<i>analiza putanje</i>	uključen	definisan redosled aktivnosti (prijava, putovanje, otklanjanje)	
organizaciona perspektiva	<i>analiza završetka (kraja)</i>	naglašen	aplikativno proveren	
	<i>analiza resursa</i>	uzet u obzir	analiziran kroz osnovne statističke pokazatelje, bez detaljne analize i izvođenja zaključaka	
	<i>analiza organizacionih jedinica</i>	ignorisan	postoji samo jedna organizaciona jedinica zadužena za proces	
	<i>analiza učesnika</i>	uzet u obzir	analiziran kroz osnovne statističke pokazatelje, bez detaljne analize i izvođenja zaključaka	
informaciona perspektiva	<i>analiza softvera i servisa</i>	naglašen	osnovni softver proveren na kompletnost i sveobuhvatnost, novi rađen da zadovolji osnovne hipoteze i postulate	
	<i>analiza ulaza</i>	naglašen	detaljno analizirani podaci koji su neophodni za analizu i unapređenje procesa	
	<i>analiza korišćenja (trošenja)</i>	uzet u obzir	analiziran kroz osnovne statističke pokazatelje, bez detaljne analize i izvođenja zaključaka	
	<i>analiza izlaza</i>	naglašen	analiza uspešnosti završetka procesa kroz ispunjenost cilja i pozicioniranje unutar graničnih vrednosti	

Pregled slika, tabela i dijagrama

Pregled slika

Slika 1. Faze i kategorizacija naučnom pristupu projektovanju istraživanja	15
Slika 2 Osnovne komponente poslovnog procesa.....	20
Slika 3 BPM, faze životnog ciklusa	24
Slika 4 Primer dela dijagrama procesa „Odobranja kredita za obrtna sredstva“ po DFD standardu	26
Slika 5 Primer dijagrama procesa kalkulacija cene koštanja po IDEF0 standardu	28
Slika 6 Prvi nivo dekompozicije procesa održavanja opreme po IDEF3 standardu.....	29
Slika 7 Primer modela procesa u pisarnici po BPMN standardu	30
Slika 8 Osnovni koncept skladišta podataka.....	33
Slika 9 Procena inicijalne veličine tabele i njen kasniji rast	36
Slika 10 Komponente proširenog modela CIF-a (CIfE)	38
Slika 11 Koncept DW 2.0.....	40
Slika 12 Pet osnovnih arhitektura	42
Slika 13 Opšti meta model procesa i njegova struktura	75
Slika 14 Implementacioni nivo meta modela za PW	77
Slika 15 Arhitektura Procesnog skladišta podataka	81
Slika 16 Dijagram stabla dekompozicije procesa održavanja opreme	83
Slika 17 Osnovne faze u kreiranju DW.....	84
Slika 18 Suženi pogledi na nižem nivou perspektive	84
Slika 19 Primer pojednostavljenog BPMN modela održavanja opreme	107
Slika 20 Lista tipova nosioca podataka ili pokazivača podataka po BPMN standardu	109
Slika 21 ItemAware class diagram	110
Slika 22 Struktura entiteta Analysis Object modela	116
Slika 23 Primer dodatnih atributa za opis Data Association karakteristika.....	117
Slika 24 Primer proširenja osnovnog modela Data Association	118
Slika 25 Prikaz integracije elemenata proširenja.....	119
Slika 26 Prvi nivo dekompozicije procesa održavanja opreme.....	125
Slika 27 Rad po radnom nalogu	126
Slika 28 Kompletan relacioni model sa prikazanim View-ovima.....	131
Slika 29 Relacioni model, samo tabele, kao ishodište za ETL procese	132
Slika 30 Složena DW baza podataka sa više tabela činjenica	136
Slika 31 Pojednostavljeni prikaz procesnog DW-a	137
Slika 32 Osnovni elementi Kimball-ove DW/BI arhitekture	139
Slika 33 Primer dela procedure koja se odnosi na unos praznika	139
Slika 34 Vremenska dimenzionalna tabela.....	140
Slika 35 Deo koda za generisanje vremenske tabele.....	141
Slika 36 Tabela činjenica F_RADNI _NALOG sa dimenzionalnim tabelama i uključenim ciljevima i indikatorima	144
Slika 37 Faze metode i relacije unutar projekta	145
Slika 38 Arhitektura unapređenog PW	146
Slika 39 Grafički simboli za "kretanje" po dubini dijagrama procesa.....	150
Slika 40 Slice i dice metode kretanja i prikaza podataka.....	151

Slika 41 IDEF0 - BPWin prikaz prelaska sa nivoa na nivo uz pomoć strelica.....	151
Slika 42 Šematski prikaz integracije procesa i ciljeva	153
Slika 43 Radni nalog službe održavanja	154
Slika 44 Više aplikacija unutar jednog procesa	156
Slika 45 Primer SQL upita koji je osnova za generisanje složene F_RADNI_NALOG tabele činjenica	159
Slika 46 Grafički prikaz uključenih tabela u SQL upit.....	159
Slika 47 Pojava NULL vrednosti kod ugrađenih delova	160
Slika 48 Primer dela dimenzione tabele	161
Slika 49 Pregled osnovnih operatora	164
Slika 50 Ključni vremenski trenuci pri otklanjanju kvara.....	165
Slika 51 Proces prijave kvara i defekataže i njegove aktivnosti	166
Slika 52 Primer Ugovora u kome se definiše % UP TIME bankomata (raspoloživost)	172
Slika 53 Primer definisanja termina koji se odnose na rokove otklanjanja kvarova .	172
Slika 54 Primer ugovorenih vremena rezolucije i odziva.....	173
Slika 55 Zone servisiranja.....	173
Slika 56 Ugovoreni penali za neispunjenje ugovornih obaveza	174
Slika 57 Integracija cilja sa PW, Konceptualni nivo.....	175
Slika 58 Data model sa stabilnim delom PDW-a.....	178
Slika 59 PDW sa bitmap atributima	180
Slika 60 Pregled uticaja parametara perspektive na posmatrani proces otklanjanja kvarova	204

Pregled tabela

Tabela 1 Uspešnost DW arhitektura.....	41
Tabela 2 Pregled tipova ažuriranja dimenzionalnih tabela	48
Tabela 3 Izabrani tipovi održavanja dimenzionalnih tabela	52
Tabela 4 Funkcionalna perspektiva	71
Tabela 5 Perspektiva ponašanja	71
Tabela 6 Organizaciona perspektiva.....	71
Tabela 7 Perspektiva sa stanovišta informacija.....	71
Tabela 8 Perspektiva sa stanovišta cilja	72
Tabela 9 Tip pristupa dizajnu PDW.....	73
Tabela 10 Prikaz postojećih atributa DataObject kod nekih od alata za projektovanje i analizu procesa	113
Tabela 11 Ciljevi i podciljevi u sistemu održavanja bankomata	167
Tabela 12 Primer dela strukture dekompozicije procesa.....	168
Tabela 13 Pregled procesa i ciljeva (deo)	169
Tabela 14 Entiteti i njihovi opisi u stabilnom segmentu PDW-a	179
Tabela 15 Tabela prikaz grupisanja ATMova po % raspoloživosti	185
Tabela 16 Primer ugovorenih regiona i vremena odziva i rezolucije	187
Tabela 17 Ugovoreni - ciljani vremenski rasponi koji se odnose na intervencije	188
Tabela 18 Pregled intervencija i bankomata u održavanju po godinama	189
Tabela 19 Pregled prekoračenosti vremena odziva na skupu svih radnih naloga	192
Tabela 20 Pregled odstupanja od ugovorenih odziva po pojedinom ugovorenom odzivu	192
Tabela 21 Pregled odstupanja od ugovorenih rezolucija po pojedinoj ugovorenoj rezoluciji, a vezano za ugovoreni odziv	194
Tabela 22 Pregled prekoračenosti vremena rezolucije na skupu svih radnih naloga	194
Tabela 23 Grafički pregled intervencija po godišnjim dobima i godinama	195
Tabela 24 Sumarni uticaj parametra s obzirom na perspektivu	197
Tabela 25 Tabela prikaz parametara perspektive.....	198

Pregled dijagrama

Dijagram 1 % učešća DW arhitektura	41
Dijagram 2 Šematski prikaz i proširenog redosleda koraka koji se primenjuje pri snimanju i analizi poslovnih procesa	105
Dijagram 3 Uslovi održavanja zasnovani na P-F krivi	122
Dijagram 4 Dijagramski prikaz grupisanosti ATMova po % raspoloživosti.....	186
Dijagram 5 Godišnji broj intervencija	189
Dijagram 6 Prosečan mesečni broj intervencija za posmatranu godinu	190
Dijagram 7 Uporedni pregled broja bankomata i broja intervencija	191
Dijagram 8 Prosečan broj intervencija po bankomatu	191
Dijagram 9 Poređenje kašnjenja (odziv) sa % intervencija.....	192
Dijagram 10 Kašnjenje u % odziva	193
Dijagram 11 Poređenje kašnjenja (rezolucija) sa % intervencija.....	194
Dijagram 12 Kašnjenje u procentu % rezolucije	195
Dijagram 13 Broj radnih naloga po danima u nedelji	196
Dijagram 14 Pregled broja radnih naloga po godinama i godišnjim dobima	196

RAZVOJ I PRIMENA CILJNO VOĐENOG PROCESNOG SKLADIŠTA PODATAKA KAO OSNOVE ZA INTELIGENTNU ANALIZU PROCESA ODRŽAVANJA OPREME

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	nardus.mpn.gov.rs Internet	386 words — 1%
2	bs.wikipedia.org Internet	321 words — < 1%
3	www.yumpu.com Internet	130 words — < 1%
4	www.diva-portal.org Internet	79 words — < 1%
5	www.slideshare.net Internet	63 words — < 1%
6	grafar.grf.bg.ac.rs Internet	59 words — < 1%
7	fedorabg.bg.ac.rs Internet	52 words — < 1%
8	dblp.dagstuhl.de Internet	46 words — < 1%
9	www.researchgate.net Internet	44 words — < 1%

10	www.singipedia.singidunum.ac.rs Internet	38 words — < 1 %
11	repozitorij.svkst.unist.hr Internet	37 words — < 1 %
12	www.scribd.com Internet	33 words — < 1 %
13	www.unirepository.svkri.uniri.hr Internet	29 words — < 1 %
14	dmame.rabek.org Internet	27 words — < 1 %
15	ipfs.io Internet	24 words — < 1 %
16	qdoc.tips Internet	24 words — < 1 %
17	docplayer.net Internet	22 words — < 1 %
18	www.johngo689.com Internet	22 words — < 1 %
19	Kimball, Ralph, and Margy Ross. "Front Matter", The Kimball Group Reader, 2016. Crossref	21 words — < 1 %
20	www.mdpi.com Internet	20 words — < 1 %
21	fedorani.ni.ac.rs Internet	19 words — < 1 %

22	idoc.pub Internet	19 words — < 1 %
23	repository.kpi.kharkov.ua Internet	19 words — < 1 %
24	repozitorij.efst.unist.hr Internet	19 words — < 1 %
25	vbook.pub Internet	18 words — < 1 %
26	(1-18-15) http://147.91.175.145/_data/zbornik/zbornik217.pdf Internet	17 words — < 1 %
27	arhiva.elitemadzone.org Internet	17 words — < 1 %
28	www.ieomsociety.org Internet	17 words — < 1 %
29	paragraflex.co.rs Internet	16 words — < 1 %
30	portal.sinteza.singidunum.ac.rs Internet	16 words — < 1 %
31	Anouar Hallioui, Brahim Herrou, Ricardo S. Santos, Polinpapilinho F. Katina, Ona Egbue. "Systems-based approach to contemporary business management: An enabler of business sustainability in a context of industry 4.0, circular economy, competitiveness and diverse stakeholders", Journal of Cleaner Production, 2022 Crossref	15 words — < 1 %

32	douglasgibsonbooks.com Internet	15 words — < 1%
33	eteze.bg.ac.rs Internet	15 words — < 1%
34	nordic.designsociety.org Internet	15 words — < 1%
35	pdfcoffee.com Internet	15 words — < 1%
36	singipedia.singidunum.ac.rs Internet	14 words — < 1%
37	www.tfzr.uns.ac.rs Internet	14 words — < 1%
38	eur-lex.europa.eu Internet	13 words — < 1%
39	vdocuments.site Internet	13 words — < 1%
40	eprints.ugd.edu.mk Internet	12 words — < 1%
41	web.archive.org Internet	12 words — < 1%
42	www.cris.uns.ac.rs Internet	12 words — < 1%
43	www.sap.com Internet	12 words — < 1%

- 44 Internet 11 words — < 1%
-
- 45 www.polarotor.rs Internet 11 words — < 1%
-
- 46 Vladimir Mitrović, Ivana Mitrović. "Contemporary concept of management of lans of supply with information and communication technology", Ekonomski signali, 2019 Crossref 10 words — < 1%
-
- 47 etheses.whiterose.ac.uk Internet 10 words — < 1%
-
- 48 tvojeskulle.com Internet 10 words — < 1%
-
- 49 vdocuments.mx Internet 10 words — < 1%
-
- 50 Lecture Notes in Business Information Processing, 2014. Crossref 9 words — < 1%
-
- 51 Miladinovic Nikola, Poluzanski Vladimir, Milosavljevic Srdjan. "Communication technologies in smart grid", Zbornik radova, Elektrotehnicki institut Nikola Tesla, 2013 Crossref 9 words — < 1%
-
- 52 hr.natapa.org Internet 9 words — < 1%
-
- 53 issuu.com Internet 9 words — < 1%

54	repozitorij.fpzg.unizg.hr Internet	9 words — < 1 %
55	rifdt.instifdt.bg.ac.rs Internet	9 words — < 1 %
56	symopis2022.ekof.bg.ac.rs Internet	9 words — < 1 %
57	www.paragraf.rs Internet	9 words — < 1 %
58	www.republika.co.rs Internet	9 words — < 1 %
59	Dragana Rejman-Petrović, Igor Milanović, Zoran Kalinić. "Supply chain architectures in an e-environment", Ekonomski horizonti, 2012 Crossref	8 words — < 1 %
60	João R. Almeida, Leonardo Coelho, José L. Oliveira. "Blcenter: A collaborative Web ETL solution based on a reflective software approach", SoftwareX, 2021 Crossref	8 words — < 1 %
61	Vesna Marjanovic, Aleksandra Ivanovic. "Selection the stabilization/solidification process and selection the binders and reagents depending on the type of waste material in the function of environmental protection", Mining and Metallurgy Engineering Bor, 2015 Crossref	8 words — < 1 %
62	archive.org Internet	8 words — < 1 %
63	cacm.acm.org Internet	8 words — < 1 %

64	eteze.arts.bg.ac.rs Internet	8 words — < 1%
65	groups.google.com Internet	8 words — < 1%
66	moam.info Internet	8 words — < 1%
67	pt.scribd.com Internet	8 words — < 1%
68	repo.ozs.unist.hr Internet	8 words — < 1%
69	repository.pfri.uniri.hr Internet	8 words — < 1%
70	repository.ucc.edu.co Internet	8 words — < 1%
71	upcommons.upc.edu Internet	8 words — < 1%
72	vdoc.pub Internet	8 words — < 1%
73	www.crosbi.znanstvenici.hr Internet	8 words — < 1%
74	www.hunguesthotels.hu Internet	8 words — < 1%
75	www.internetogledalo.com Internet	8 words — < 1%

76	www.muzicki-forum.com Internet	8 words — < 1%
77	www.mycity.rs Internet	8 words — < 1%
78	www.pgrubor.org Internet	8 words — < 1%
79	"Encyclopedia of Database Systems", Springer Science and Business Media LLC, 2009 Crossref	7 words — < 1%
80	Lecture Notes in Business Information Processing, 2012. Crossref	7 words — < 1%
81	eubd.edu.ba Internet	7 words — < 1%
82	vbs.rs Internet	7 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES ON
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE SOURCES OFF
EXCLUDE MATCHES OFF