



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA  
DEPARTMAN ZA INDUSTRIJSKO  
INŽENJERSTVO I MENADŽMENT



Mr Dalibor D. Berić, dipl. maš. inž.

**MODEL INFORMACIONOG SISTEMA ZA PODRŠKU  
UPRAVLJANJU INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA**

**DOKTORSKA DISERTACIJA**

Novi Sad, 2019. godine



## КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, <b>РБР:</b>	
Идентификациони број, <b>ИБР:</b>	
Тип документације, <b>ТД:</b>	Монографска публикација
Тип записа, <b>ТЗ:</b>	Текстуални штампани материјал
Врста рада, <b>ВР:</b>	Докторска дисертација
Аутор, <b>АУ:</b>	мр Далибор Д. Берић
Ментор, <b>МН:</b>	др Дарко Стефановић, ванредни професор
Наслов рада, <b>НР:</b>	Модел информационог система за подршку управљању индустријским предузећима
Језик публикације, <b>ЈП:</b>	Српски
Језик извода, <b>ЈИ:</b>	Српски
Земља публиковања, <b>ЗП:</b>	Србија
Уже географско подручје, <b>УГП:</b>	Војводина
Година, <b>ГО:</b>	2019
Издавач, <b>ИЗ:</b>	Ауторски репринт
Место и адреса, <b>МА:</b>	Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6
Физички опис рада, <b>ФО:</b> (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	10/123/159/2/84/-/4/
Научна област, <b>НО:</b>	Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент
Научна дисциплина, <b>НД:</b>	Информационо - комуникациони системи
Предметна одредница/Кључне речи, <b>ПО:</b>	Информациони системи, Производња, квалитет, ERP системи, MES системи, LEAN, TQM
<b>УДК</b>	
Чува се, <b>ЧУ:</b>	Библиотека Факултета техничких наука, Нови Сад
Важна напомена, <b>ВН:</b>	
Извод, <b>ИЗ:</b>	На основу истраживања у овој дисертацији и имплементираног софтверског решења за подршку управљању индустријским предузећима утврђено је да сама имплементација ERP система није довољна, и да су потребни MES системи који пружају информације у реалном времену које помажу да се донесе одлука у циљу унапређења производних система и омогућују контролу над свим елементима производног процеса, према основним начелима LEAN производње и TQM.
Датум прихватања теме, <b>ДП:</b>	28.03.2019.
Датум одбране, <b>ДО:</b>	
Чланови комисије, <b>КО:</b>	Председник: Проф. емеритус др Илија Ћосић, ФТН Нови Сад
	Члан: Проф. др Драгослав Словић, ФОН Београд
	Члан: Проф. др Андраш Андерла, ФТН Нови Сад
	Члан: Проф. др Бојан Лалић, ФТН Нови Сад
	Члан: Проф. др Драгиша Вилотић, ФТН Нови Сад
	Члан, ментор: Проф. др Дарко Стефановић, ФТН Нови Сад

Accession number, <b>ANO</b> :																			
Identification number, <b>INO</b> :																			
Document type, <b>DT</b> :	Monographic publication																		
Type of record, <b>TR</b> :	Textual printed material																		
Contents code, <b>CC</b> :	Doctoral dissertation																		
Author, <b>AU</b> :	Dalibor D. Berić, MSc																		
Mentor, <b>MN</b> :	Darko Stefanović, Ph.D., Full Professor																		
Title, <b>TI</b> :	Model of information system for support of management of industrial enterprises																		
Language of text, <b>LT</b> :	Serbian																		
Language of abstract, <b>LA</b> :	Serbian																		
Country of publication, <b>CP</b> :	Serbia																		
Locality of publication, <b>LP</b> :	Vojvodina																		
Publication year, <b>PY</b> :	2019																		
Publisher, <b>PB</b> :	Author's reprint																		
Publication place, <b>PP</b> :	Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6																		
Physical description, <b>PD</b> : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	10/123/159/2/84/-/4/																		
Scientific field, <b>SF</b> :	Industrial Engineering and Engineering Management																		
Scientific discipline, <b>SD</b> :	Information and Communication Systems																		
Subject/Key words, <b>S/KW</b> :	Information systems, Production, Quality, ERP systems, MES systems, LEAN, TQM																		
<b>UC</b>																			
Holding data, <b>HD</b> :	Library of the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad																		
Note, <b>N</b> :																			
Abstract, <b>AB</b> :	Based on the research in this dissertation and implementation of software solution for support of management of industrial enterprises it was found that implementation of ERP systems is not sufficient, and it is necessary implementation of MES systems which provide real-time information for making a decision for improvement of the production system and enable control of all elements of the manufacturing process, according to the basic principles of LEAN production and TQM.																		
Accepted by the Scientific Board on, <b>ASB</b> :	28.03.2019.																		
Defended on, <b>DE</b> :																			
Defended Board, <b>DB</b> :	<table border="1"> <tr> <td>President:</td> <td>Ilija Ćosić, Ph.D., Professor Emeritus, FTN Novi Sad</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Member:</td> <td>Dragoslav Slović, Ph.D., Full Professor, FON Belgrade</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Member:</td> <td>Andraš Anderla, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Member:</td> <td>Bojan Lalić, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Member:</td> <td>Dragiša Vilotić, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad</td> <td>Menthor's sign</td> </tr> <tr> <td>Member, Mentor:</td> <td>Darko Stefanović, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad</td> <td></td> </tr> </table>	President:	Ilija Ćosić, Ph.D., Professor Emeritus, FTN Novi Sad		Member:	Dragoslav Slović, Ph.D., Full Professor, FON Belgrade		Member:	Andraš Anderla, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad		Member:	Bojan Lalić, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad		Member:	Dragiša Vilotić, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad	Menthor's sign	Member, Mentor:	Darko Stefanović, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad	
President:	Ilija Ćosić, Ph.D., Professor Emeritus, FTN Novi Sad																		
Member:	Dragoslav Slović, Ph.D., Full Professor, FON Belgrade																		
Member:	Andraš Anderla, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad																		
Member:	Bojan Lalić, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad																		
Member:	Dragiša Vilotić, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad	Menthor's sign																	
Member, Mentor:	Darko Stefanović, Ph.D., Full Professor, FTN Novi Sad																		

**SARDŽAJ**

<b>1. Uvod</b> .....	1
1.1. Motivacija, definisanje i opis predmeta istraživanja .....	3
1.2. Ciljevi istraživanja .....	5
1.3. Istraživačke hipoteze .....	5
1.4. Ograničenja u istraživačkom radu.....	6
1.5. Očekivani rezultati istraživanja i značaj disertacije .....	6
<b>2. Metod istraživanja i prikupljanje podataka</b> .....	7
2.1. Istraživački okvir .....	7
2.2. Istraživačke metode, odnosno pristupi.....	7
2.3. Istraživačka strategija .....	8
<b>3. Informaciono - komunikacione tehnologije – pregled razvojnih dostignuća</b> .....	12
3.1. Informacioni sistemi u proizvodnji i poslovanju .....	12
3.2. Evolucija informacionih sistema.....	13
3.3. ERP sistemi .....	15
3.3.1. Definicije ERP sistema .....	15
3.3.2. Implementacija ERP sistema .....	17
3.3.3. Aktuelni ERP sistemi na tržištu .....	20
3.4. MES sistemi.....	21
3.4.1. Vertikalna integracija primenom MES sistema .....	21
3.4.2. Horizontalna integracija primenom MES sistema .....	22
3.4.3. MES proizvodna baza podataka .....	23
3.4.4. MES mreža .....	24
3.4.5. Aktuelni MES sistemi na tržištu.....	25
<b>4. Teorijske osnove za razvoj i implementaciju softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima</b> .....	26
4.1. Industrijski sistem - preduzeće .....	26
4.2. Upravljanje proizvodnjom .....	26
4.3. Obezbeđenje kvaliteta .....	28
4.3.1. Pojam i razvoj kvaliteta .....	29
4.3.2. Proces planiranja i kontrole kvaliteta .....	29
4.3.3. TQM.....	30
4.4. LEAN .....	32
4.4.1. Principi i osnovna načela LEAN koncepta .....	33
4.4.2. Osnovne metode i tehnike LEAN proizvodnje .....	34
4.4.2.1. Just-In-Time .....	34
4.4.2.2. Kanban .....	35
4.4.2.3. Takt.....	35
4.4.2.4. Mapiranje toka informacija i materijala ( <i>Value Stream Mapping</i> ).....	36
4.4.2.5. Radne jedinice ( <i>Work Cells</i> ) .....	37
4.4.2.6. Standardizovan rad.....	38
4.4.2.7. Pet S (5S) .....	38
4.4.2.8. Jidoka (kvalitet na izvoru) .....	39
4.4.2.9. Vizuelni menadžment .....	39
4.4.2.10. Preventivno održavanje i totalno produktivno održavanje.....	39
4.4.2.11. Kaizen.....	40

<b>5. Metodološke osnove razvoja informacionih sistema</b> .....	42
5.1. Metodologija životnog ciklusa .....	42
5.2. Prototipski pristup .....	45
5.3. Objektno-orijentisani pristup .....	46
5.4. Larmanova metoda .....	46
5.5. Agilni pristupi .....	47
5.6. Kombinovane metodologije razvoja informacionih sistema .....	49
<b>6. Razvijeno softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima</b> .....	50
6.1. Konceptualno projektovanje i implementaciona šema baze podataka softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima -Industrijsko preduzeće A .....	55
6.1.1. Hijerarhijska struktura procesa - Industrijsko preduzeće A .....	55
6.1.2. Implementaciona šema baze podataka softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima - Industrijsko preduzeće A .....	57
6.2. Računarska arhitektura - Industrijsko preduzeće A .....	63
6.3. Testiranje softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima - Industrijsko preduzeće A .....	64
6.4. Ekranse forme i izveštaji softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima - Industrijsko preduzeće A .....	65
<b>7. Analiza rezultata istraživanja i verifikacija postavljenih hipoteza</b> .....	86
7.1. Prikaz i analiza rezultata rada .....	86
7.1.1. Tržište ERP sistema i MES sistema .....	86
7.1.2. Iskustva rada sa ERP sistemom i MES sistemom .....	87
7.1.3. Korist softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima .....	88
7.1.4. Analiza rezultata Value stream mapping/stanja u prošlosti, procesa izrade proizvoda predstavnika u industrijskom preduzeću A i Value stream mapping/sadašnjeg stanja, procesa izrade proizvoda predstavnika - Industrijsko preduzeće A .....	89
7.2. Verifikacija postavljenih hipoteza .....	92
<b>8. Zaključne napomene i pravci daljeg istraživanja</b> .....	93
<b>9. Literatura</b> .....	95
<b>10. Prilozi</b> .....	103
10.1. Prilog A .....	103
10.1.1. Anketni upitnik A .....	103
10.1.2. Rezultati anketnog upitnika A .....	104
10.2. Prilog B .....	109
10.2.1. Upitnik B .....	109
10.3. Prilog C .....	110
10.3.1. Anketni upitnik C .....	110
10.3.2. Rezultati anketnog upitnika C .....	112
10.4. Prilog D - <i>Value Stream Mapping</i> – projekat budućeg stanja, Industrijsko preduzeće A, uvećana slika 6.2 .....	120
10.5. Pregled slika .....	121
10.6. Pregled tabela .....	123

## 1. Uvod

Informaciono - komunikacioni sistemi u proizvodnji i poslovanju je ideja koja više decenija egzistira kao jedan od krunskih razvojnih ciljeva u proizvodnom i industrijskom inženjerstvu. U svojoj osnovi, ova ideja podrazumeva široku i vrlo konzistentnu primenu savremenih sredstava informacionih tehnologija u svim segmentima industrijske proizvodnje, sa ciljem obezbeđenja najvišeg mogućeg stepena njene efektivnosti. Drugim rečima, realizacija ovakve ideje bi trebalo da rezultira mogućnošću da se kvalitetno, sinhronizovano i u realnom vremenu upravlja svim procesima rada u svim fazama životnog ciklusa proizvoda, u industrijskoj proizvodnji, tako da rezultat proizvodnje ima upravo onaj obim i definisanu produktivnost koju tržište traži u datom trenutku vremena, da ga karakteriše definisani nivo kvaliteta koji se na tržištu može valorizovati i verifikovati, da ima tržišno prihvatljivu cenu i da se finalizuje upravo u trenutku kada je neophodan svom krajnjem korisniku (*Just-In-Time*<sup>1</sup>), sa svim aspektima LEAN proizvodnje<sup>2</sup>.

Primena ovakvog pristupa u proizvodnji može biti od koristi u čitavom nizu proizvodnih sistema sa različitim programima rada (proizvodnim programima) i različitim stepenom organizacione i svake druge složenosti. Lako je dokazivo da se primenom informaciono - komunikacionih sistema u proizvodnji može bitno uticati na iskorišćenje vremena (efikasnost u radu) u bilo kojoj njenoj fazi, ali i na kvalitet njenih rezultata (pre svega samog proizvoda), na cenu tog proizvoda, kao i na nivo humanizma u pojedinim procesima rada.

U veoma dinamičnim uslovima proizvodnje i poslovanja industrijskih proizvodnih sistema, poslovni uspeh često zavisi i od minimalnih ušteda u vremenu trajanja proizvodnje ili nekih njenih faza, od nijansi u ostvarenom kvalitetu proizvoda ili u pogledu njegove eksploatacione pouzdanosti, ili od malih razlika u ceni proizvoda iste vrste. Krajnji korisnik proizvoda danas sve češće zahteva da ostvari potpuni uvid u formu, strukturu, metriku, funkcionalnost, kvalitet i pouzdanost proizvoda i pre njegove fizičke realizacije, a opredeliće se za taj proizvod na bazi svih pomenutih karakteristika i čitavog niza dopunskih kriterijuma kao što su: cena proizvoda, pogodnost za održavanje, pogodnost za reinženjering, ekonomičnost i/ili održivost njegovog razvoja.

Isto tako, u svakoj organizaciji postoji skup aktivnosti sa interakcijama, koji transformišu predmet (kao svoj *input*) u rezultat (kao svoj *output*), na način na koji zaposleni (ljudi) dodaju određene proceduralne vrednosti, koristeći resurse organizacije", gde su ciljevi implementirani kroz sledeće poslovne procese:

- Povećanje profita;
- Povećanje prodaje;
- Smanjenje troškova proizvodnje;
- Povećanje kvaliteta proizvoda/usluga;
- Povećanje tržišnog udela [1, 2];

<sup>1</sup> *Just-In-Time (JIT) manufacturing - Toyota Production System (TPS) / Proizvodnja u pravo vreme*

<sup>2</sup> *LEAN manufacturing - Toyota Production System (TPS) / Sistematičan metod za smanjenje svih vrsta otpada u proizvodnji*

U literaturi koja je dostupna u oblasti primene informaciono - komunikacionih sistema u industrijskim preduzećima prevladava mišljenje da računarom integrisana proizvodnja predstavlja jedan od malobrojnih mogućih obrazaca za ostvarivanje visokih vrednosti stepena efektivnosti industrijske proizvodnje, da ima realno utemeljenje u brzom i stabilnom razvoju sredstava informaciono - komunikacionih tehnologija, i da ima jasnu i izvesnu budućnost. Većina istraživača i autora je saglasna čak i u tome da će računarom integrisana proizvodnja biti dominantan pojavni oblik proizvodnje uopšte, kao i da će najveći broj proizvodnih sistema funkcionisati upravo po njenim osnovnim principima.

Primena integrisanog pristupa u projektovanju informaciono - komunikacionih sistema u industrijskim preduzećima otvara čitav niz novih problema koje je potrebno rešiti, pri čemu je u mnogim njegovim dosadašnjim primenama identifikovan veliki broj otvorenih pitanja na koje je potrebno naći adekvatne odgovore.

Oblasti koje imaju poseban značaj za ovo istraživanje su:

- Sistemi za podršku planiranju poslovnih resursa;
- Razvoj i projektovanje informaciono - komunikacionih sistema;
- Primena principa, metoda i tehnika LEAN i TQM.

U ovoj disertaciji fokus je na ERP<sup>3</sup> sisteme i MES<sup>4</sup> sisteme zbog njihovih strateških, ali i operativnih sposobnosti unapređenja poslovanja koje olakšavaju industrijskim preduzećima da se snađu u promenljivom poslovnom okruženju.

ERP sistemi su transakcioni sistemi koji pružaju informacije kroz različite funkcionalne i poslovne jedinice u organizaciji, slika 1.1 [3, 4, 5]. Isto tako, ERP sistem integriše raznovrsne organizacione sisteme i olakšava transakcije, čime se povećava efikasnost organizacije [6].

Implementacija ERP sistema se obavlja da bi zamenili pevažidene postojeće informacione sisteme, zbog same standardizacije relanog sistema i brže obrade svih informacija u cilju sticanja strateške prednosti [3, 4, 7, 8, 9].

ERP sistemi obično uključuju sledeće karakteristike:

- Integrisani sistem;
- Rad u realnom vremenu;
- Zajednička baza podataka koja podržava sve aplikacije;
- Rad sa modulima;
- Instalacija sistema sa detaljnom integracijom aplikacija/podataka [10].

Veoma često organizacije pokušavaju da učine svoje budžete što manjim i smanje troškove u cilju izbegavanja smanjenja broja zaposlenih [2]. Zbog troškova, investiranje u novi poslovni informacioni sistem ili samo nadogradnja postojećeg IS je vrlo teška odluka i veliki izazov za bilo koju organizaciju. Investicije u tehnologiju, kao i sve ostale investicije, proizilaze iz pažljivog razmatranja analiza i procena [11].

<sup>3</sup> ERP - *Enterprise Resources Planning* / Poslovno planiranje resursa

<sup>4</sup> MES - *Manufacturing Execution System* / Izvršni proizvodni sistem



Slika 1.1 ERP Sistem

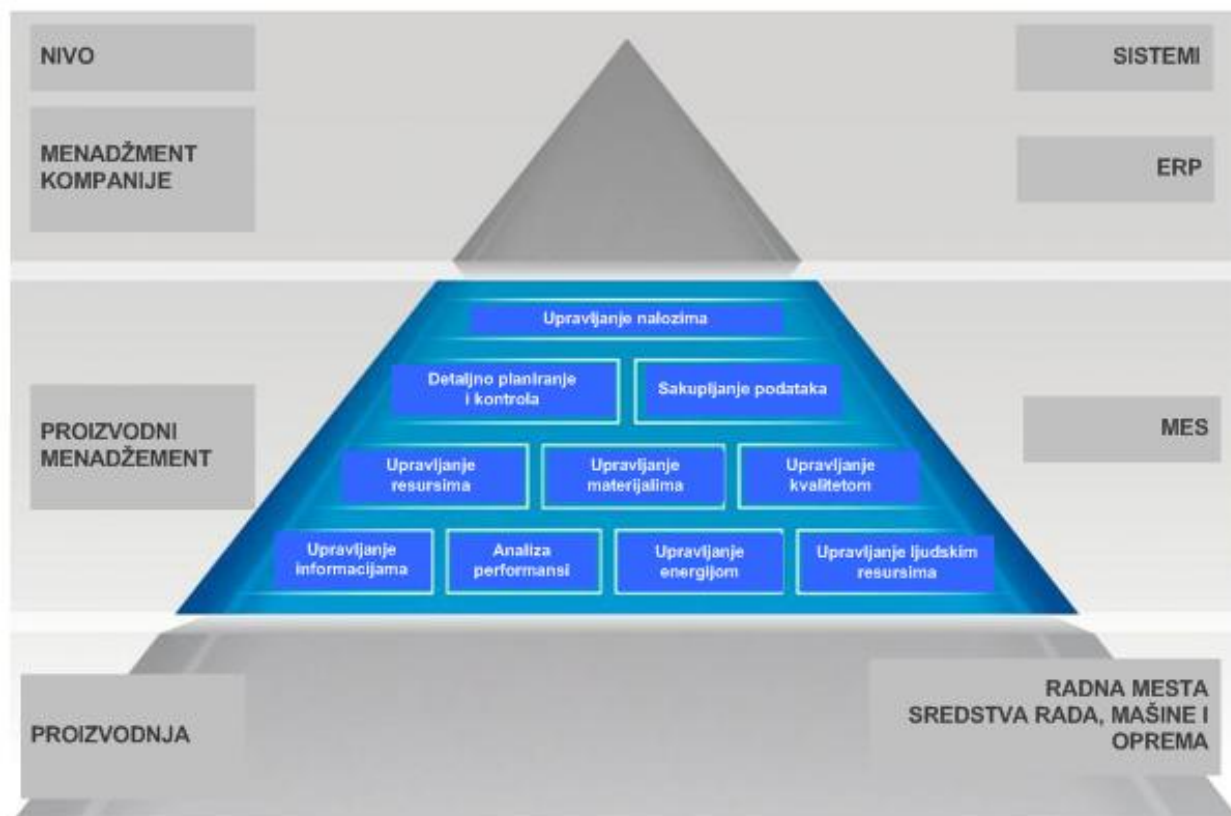
MES sistemi u najvećoj mjeri služe za praćenje i izradu dokumentacije kompletnog proizvodnog ciklusa samog proizvoda (od sirovine do finalnog proizvoda). MES sistem pruža informacije u realnom vremenu koje pomažu da se donese odluka u cilju unapređenja proizvodnih procesa i omogućuje kontrolu nad svim elementima proizvodnog procesa [12].

MES sistemi se mogu shvatiti kao međusloj u arhitekturi Informatičkog sistema industrijskog preduzeća, gdje je sa jedne strane ERP sistem, a sa druge *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)*, ili sistem kontrole procesa, slika 1.2.

### 1.1. Motivacija, definisanje i opis predmeta istraživanja

Industrijska proizvodnja je veoma kompleksna, gdje se zahteva veliko inženjersko znanje u svim postojećim procesima, gdje se traži veliki radni napor, koristi velike količine informacija i odvija se u kompleksnom ambijentu, podložnim snažnim i dinamičkim uticajima u samom sistemu, i izvan njega. Svake promene su osnovni uzrok problema koji se javljaju u samom poslovanju industrijskih sistema. Sposobnost prihvatanja promena i fleksibilnost postojećeg sistema, u smislu donošenja kvalitetnih i pravovremenih odluka, kao i njihovim efikasnim sprovođenjem je osnova opstanka, razvoja i konkurentnosti organizacije.



Slika 1.2 MES Sistem – 5600 VDI<sup>5</sup>

Implementacija ERP sistema, a posebno MES sistema u industrijskim preduzećima može imati značajan uticaj na sve poslovne procese [13, 14, 15, 16], kao i na tok svih postojećih informacija u samoj organizaciji [17, 18, 19, 20, 21, 22]. Većina ERP i MES sistema uključuje i najbolje prakse, ili najefikasniji način za obavljanje svakog poslovnog procesa, i od izuzete važnosti je koliko se može sam ERP i MES sistem prilagoditi samom poslovanju industrijskog preduzeća [23]. Pored toga, najbolje prakse smanjuju rizik implementacije ERP i MES sistema od 71% u odnosu na druge načine implementacije softvera [24]. Korišćenje najboljih praksi pomaže u ispunjavanju industrijskih standarda, jer se sve procedure lako mogu kodirati u okviru ERP i MES sistema, i koristiti u više industrijskih preduzeća koji dele poslovne informacije [25, 26].

ERP sistemi i MES sistemi imaju mnogo različitih korisnika (npr. top menadžment, proizvodni inženjeri, razvojni inženjeri, ljudski resursi, kvalitet, kontinualno unapređenje, održavanje, poslovodje, krajnji korisnici, itd.), i svi imaju različite potrebe i različite informacione zahteve [27].

Predmet istraživanja u ovoj disertaciji bi, po prethodno rečenom, predstavljao primena integrisanog pristupa u projektovanju MES sistema u industrijskim preduzećima, koji se javlja kao potreba industrijskog preduzeća, a koji već ima implementiran ERP sistem. Sa tim se otvara čitav niz novih problema koje je potrebno rešiti, pri čemu je u mnogim dosadašnjim primenama ERP sistema i MES sistema, identifikovan veliki broj otvorenih pitanja na koje je potrebno naći adekvatne odgovore.

<sup>5</sup> VDI - Verein Deutscher Ingenieure / Asocijacija inženjera Nemačke

Takođe, istraživanja na temu informacionog sistema za podršku upravljanja industrijskih sistema pored nesumnjive aktuelnosti, imaju svoj naučni doprinos i praktičnu opravdanost.

U naučnom smislu, istraživački naponi usmereni ka definisanju modela informacionog sistema za podršku upravljanja industrijskih sistema čija je implementacija realna i moguća, i mogu dovesti do vrednih naučnih rezultata koji će, nadalje, biti i potvrđeni prototipskim rešenjem u industrijskom preduzeću, a utemeljenim na primeni savremenih sredstava informacionih tehnologija. Tako orijentisana istraživanja, u svakom slučaju, mogu predstavljati još jedan značajan korak ka uspostavljanju kvalitetnih i naučnih osnova za efektivnu proizvodnju i proizvodnju budućeg vremena.

Široke mogućnosti praktične primene rezultata ovog istraživanja u agilnim i izrazito fleksibilnim industrijskim sistemima (kakva će imati dominantnu ulogu u proizvodnji dolazećeg vremena), u isto vreme, predstavljaju solidnu osnovu za izvođenje pozitivne, pa čak i visoke ocene njegove opravdanosti.

## 1.2. Ciljevi istraživanja

Cilj ovog istraživanja je, prvenstveno, razvoj adekvatnog modela informacionog sistema (MES sistem) namenjenog kao podrška upravljanju industrijskim preduzećima. Sa ciljem da se unaprede svi proizvodni procesi prema LEAN i TQM, integrišu ih sa već postojećim ERP sistemom.

Razvijeno softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima, bi poslužio za detaljnije razumevanje postojećih ERP sistema, i koja unapređenja donose MES sistemi.

U tom kontekstu, ciljevi disertacije su:

- Da istraži pojam, evoluciju, definicije, implementaciju ERP sistema i MES sistema;
- Da istraži postojeće tržište ERP sistema i MES sistema, kao i dosadašnja iskustva i stavove stručnjaka, praktikanata i korisnika ERP sistema i MES sistema;
- Da predloži model informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima;
- Da razvije softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima;
- Da prikaže rezultate implementiranog softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

## 1.3. Istraživačke hipoteze

Očekivan rezultat je efikasan model informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima, dobijen na osnovu hipoteza.

Hipoteza H1: Može se strukturirati takav informacioni sistem za podršku upravljanju industrijskim preduzećima koji svojim funkcijama, efikasnošću, kao i u pogledu primenjenih tehnologija rada, u potpunosti zadovoljava zahteve savremene industrije.

Hipoteza H2: Postoji čitav niz savremenih informacionih tehnologija i pripadajućih sredstava, koji imaju značajan ali ne i dovoljno iskorišten potencijal primene, namenjenih radu u industrijskim preduzećima.

Hipoteza H3: Može se razviti i realizovati platformski nezavisni, i po osnovnoj arhitekturi, otvoreno softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

Izvedena pretpostavka (istraživačka hipoteza):

- Postoji potreba za uvođenjem informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

#### 1.4. Ograničenja u istraživačkom radu

Ograničenja u realizaciji razvojne komponente istraživačkog rada su vezana za korišćenje Microsoft razvojnog okruženja, jer je to jedino razvojno okruženje koje raspolaze izabrano industrijsko preduzeće gde je nameravana, a kasnije i izvršena implementacija razvijenog softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

Autor je uspeo da najveći deo tih ograničenja savlada, ali isto tako i da deo njih prihvati i prilagodi svoj rad razvojnom okruženju.

Tehnička ograničenja u radu vezana za hardversko/softversko razvojno okruženje su prevaziđena korišćenjem sistema kompanije gde se vršilo istraživanje, pored laboratorija Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu.

#### 1.5. Očekivani rezultati istraživanja i značaj disertacije

Rezultati istraživanja treba da ukažu na potrebu implementacije MES sistema, ako u industrijskom preduzeću već postoji implementiran ERP sistem.

Jedan od očekivanih efekata disertacije je dokazivanje da ulaganja u MES sisteme ne predstavljaju neke ekstra troškove, nego naprotiv, šansu za unapređenje poslovanja industrijskog preduzeća.

Na osnovu saznanja autora, ova disertacija sadrži jedno od pionirskih istraživanja u predmetnoj oblasti, u kojima se akcentira na implementaciji razvijenog softverskog rešenja (MES sistem) u sklopu informacionog sistema jednog industrijskog preduzeća, koji već ima implementiran ERP sistem, što to daje posebnu prednost prilikom unapređenja svih procesa industrijskog preduzeća.

Takođe, rezultat istraživanja je i fleksibilno softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima, i kao takvo, već ima primenu u realnom industrijskom preduzeću.

## 2. Metodologija istraživanja i prikupljanje podataka

Izbor odgovarajućih istraživačkih metoda uzima u obzir činjenicu da istraživački metod utiče na način prikupljanja podataka i da specifične metode istraživanja podrazumevaju različite veštine, pretpostavke i istraživačke prakse.

### 2.1. Istraživački okvir

Istraživanje je sprovedeno u industrijskim preduzećima koja imaju, ili su u procesu implementacije ERP sistema i MES sistema, i prikupljeno je ukupno 34 potpunih odgovora (validnih upitnika), prikazanih u prilogu A. Na osnovu prikupljenih informacija definisan je i upitnik koji je obavljen u istim industrijskim preduzećima, prikazan u prilogu B.

Na osnovu rezultata istraživanja, odabrano je industrijsko preduzeće koje ima implementiran ERP sistem na nivou menadžmenta kompanije, koja se nalazi na više proizvodnih lokacija, bez detaljnog praćenja svih procesa u svakoj od tih lokacija.

Odabrano industrijsko preduzeće nije imalo implementiran MES sistem, i od velikog je značaja bilo razvijanje i uvođenje softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećem, pošto odabrano industrijsko preduzeće posluje u automobilskoj industriji prema svim postojećim sandardima, i ima preko 2.300 zaposlenih.

Pre razvoja i implementacije softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima obavljeno je mapiranje toka informacija i materijala (*Value stream mapping*) u cilju sagledavanja samog realnog sistema i postojećeg informacionog sistema – stanja u prošlosti, kao i budućeg stanja realnog i informacionog sistema.

Isto tako, obavljeno je mapiranje toka informacija i materijala (*Value stream mapping*) u cilju sagledavanja procesa izrade proizvoda predstavnika – stanja u prošlosti.

Nakon implementacije softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima obavljeno je mapiranje toka informacija i materijala (*Value stream mapping*) proizvoda predstavnika u cilju sagledavanja unapređenog realnog i informacionog sistema – novog stanja.

Nakon implementacije i eksplatacije softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima sprovedeno je i istraživanje zadovoljstva korisnika tog razvijenog softverskog rešenja, ukupno 57 potpunih odgovora (validnih upitnika), prikazanih u prilogu C.

### 2.2. Istraživačke metode

Postoje različite podele istraživačkih metoda, kao i znatna razlika između kvantitativnog i kvalitativnog istraživanja. U cilju proučavanja fenomena u prirodi razvijene su kvantitativne metode istraživanja [28]. Kasnije su te metode prihvaćene i u drugim naukama istraživanja, koje u najvećoj meri uključuju metode upitnika, sve vrste laboratorijskih eksperimenata, kao i matematičko modelovanje. Upitnik (anketa) je metoda koja se u najvećoj meri koristi u istraživanju informacionih sistema [29].

Kvalitativne istraživačke metode su razvijene u društvenim naukama, u cilju proučavanja društvenih i kulturnih fenomena, kao i razumevanju ljudi i sredina u kojima rade [30]. Kvalitativne metode koje se najčešće koriste su studije slučaja i etnografsko istraživanje. Studije slučaja se u velikoj meri koriste kao strategija istraživanja, kada je potrebno postaviti pitanja “kada”, “kako” i/ili “zašto” i kada sam istraživač ima veoma malu kontrolu nad događajima [31].

Kombinovanje kvalitativnih i kvantitativnih metoda istraživanja daje najbolje odgovore na postavljena istraživačka pitanja, i daje mogućnost proširenja znanja u oblasti istraživanja [32, 33]. Isto tako, upotreba različitih metoda istraživanja je najbolji način za definisanje odgovora na kompleksne probleme [34, 35].

Autor je koristio više metoda istraživanja, što je obezbedilo mogućnost da se detaljno prouče stavovi stručnjaka, kao i samih korisnika ERP sistema i MES sistema.

### 2.3. Istraživačka strategija

U okviru ove disertacije istraživanje je obavljeno u pet faza, slika 2.1, od kojih se neke faze međusobno preklapaju.

#### **Faza 1:** Pregled relevantne literature

Pregled literature je započet pretraživanjem baza podataka koje sadrže istraživačku literaturu vezanu za ERP sisteme i MES sisteme, kao što su *Emerald*, *Elsevier* i *ScienceDirect*. Pregledani su časopisi koji su u okviru KoBSON<sup>6</sup> servisa prema kategorijama: Menadžment, Informacioni sistemi, Industrijsko inženjerstvo, Kvalitet, Proizvodnja. Isto tako obrađeni tekstovi objavljeni u časopisima: *International Journal of Industrial engineering and management*, *Industrial Information and Management*, *Journal of Engineering and Technology Management*, *Computers in Industry*, *Industrial Management and Data Systems*. Isto tako sva ostala literatura do koje je autor došao, a bila su značajna za istraživanja, su navedena u okviru disertacije, u poglavlju Literatura.

#### **Faza 2:** Razvoj informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima

Razvoj informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima je imao sledeće korake:

Korak 1: Projektovanjem konceptualne šeme baze podataka, gde se razlikuju dva pristupa [36]:

- Direktni postupak, zahtevi svih korisnika se objedine u jedan zahtev, i izradi se jedna šema, a zatim i eksterne šeme – što je u okviru ove disertacije i korišćeno;
- Postupna integracija, koji predstavlja obrnut postupak. Prvo se projektuju eksterne šeme a zatim, njihovom integracijom, konceptualna šema.

---

<sup>6</sup> KoBSON - Konzorcijum biblioteka Srbije za objedinjenu nabavku

**Korak 2:** Implementaciona šema baze podataka, koja je formirana transformacijom konceptualne šeme baze podataka, u formi relacionog modela podataka (RDM<sup>7</sup>).

**Korak 3:** Razvoj aplikacija i modula ekranskih formi, tako da se razvijeno softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima sastoji od više ekranskih formi namenjenih korisnicima.

### **Faza 3:** ERP sistemi i MES sistemi – istraživanje tržišta

Istraživanje tržište ERP sistema i MES sistema je sprovedeno u cilju sagledavanja stavova stručnjaka u vezi tema ove doktorske disertacije, i da bi se pronašle organizacije za nastavak istraživanja.

Kontaktirani su zastupnici (konsultantske kuće) i proizvođači koje se bave implementacijom ERP sistema i MES sistema, kao i korisnici implementiranih ERP sistema i MES sistema. Oni su kontaktirani putem elektronske pošte i telefonskih poziva, kako bi se detaljnije objasnila svrha samog istraživanja. Zamoljeni su da zaposleni koji koriste ERP sisteme i MES sisteme ili su radili na projektima implementacije ERP sistema ili MES sistema popune upitnik. Istraživanje putem upitnika je sprovedeno prvog kvartala 2018. godine i prikupljeno je ukupno 34 potpunih odgovora (validnih upitnika). Kompletan sadržaj upitnika i rezultati su prikazani u prilogu A.

Za dalja istraživanja kontaktirane su kompanije za koje se uvidela potreba za uvođenje softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima. Odabrano je industrijsko preduzeće koje ima implementiran ERP sistem na nivou menadžementa kompanije, ali nema implementiran MES sistem – Industrijsko preduzeće A.

### **Faza4:** Studije slučajeva (kvalitativno istraživanje)

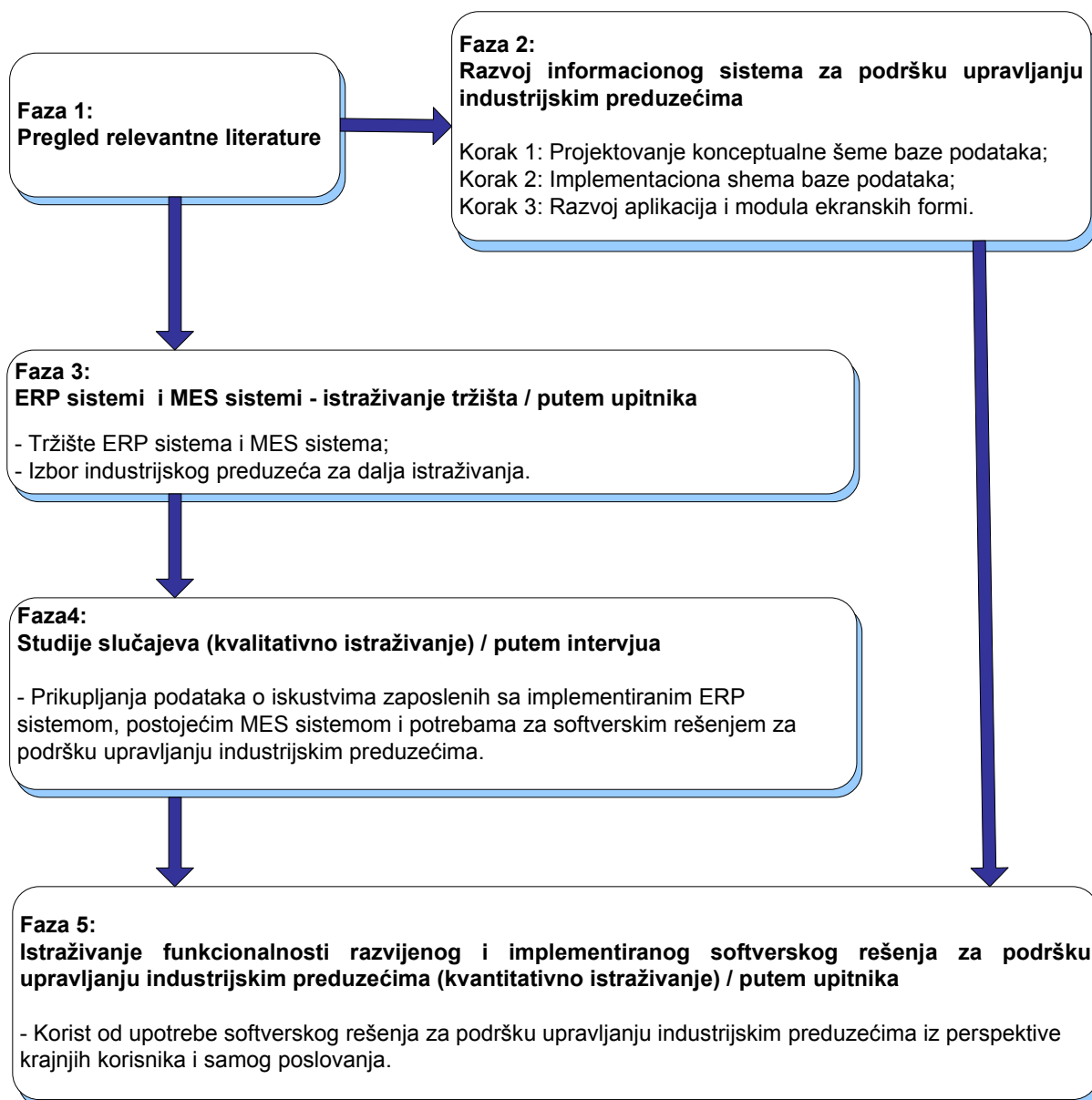
Studije slučajeva se kao pristup koristi da se prikupe podaci u određenom trenutku vremena i određenom okruženju. Za studije slučajeva koje sprovodi spoljašnji posmatrač putem intervju, u cilju prikupljanja podataka u određenom okruženju i trenutku, su najbolji način da se uvide stavovi ispitanika, predstavlja primarni način prikupljanja podataka [37].

U okviru ovog istraživanja sprovedene su studije slučaja u jednom izabranom industrijskom preduzeću, u cilju prikupljanja podataka o njihovim iskustvima u vezi sa implementiranim ERP sistemom, postojećim MES sistemima i potrebama za softverskim rešenjem za podršku upravljanju industrijskim preduzećima. Pitanja i rezultati intervju tokom poseta izabranom industrijskom preduzeću su prikazana u prilogu B.

Pre svakog intervju, pitanja su poslata učesnicima da se pripreme za intervju. Isto tako, organizovan je razgovor sa više sagovornika, u cilju dobijanja što potpunijih odgovora i u proseku svaki intervju je trajao između 45 i 60 minuta. Istraživanje je sprovedeno u drugom kvartalu 2018. godine.

---

<sup>7</sup> RDM - *Relational Data Model*



Slika 2.1 Faze istraživanja

**Faza 5:** Istraživanje funkcionalnosti razvijenog i implementiranog softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima (kvantitativno istraživanje)

Anketni upitnik (anketna metoda) je jedna od najznačajnijih istraživačkih metoda koja se koristi u istraživanjima vezanim za informacione sisteme [38]. Prednost korišćenja anketnog upitnika su niski troškovi i veliki broj ispitanika može biti u procesu istraživanja, dok su nedostaci nepotpuni ili nedovoljno tačni rezultati [37].

Anketni upitnik korišćen u ovom istraživanju se sastoji od pitanja vezanih za funkcionisanje postojećeg ERP sistema i funkcionalnosti razvijenog i implementiranog softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

Korist od upotrebe softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima iz perspektive krajnjih korisnika i samog poslovanja se odnosi na nivo integracije implementiranog rešenja u poslovanje organizacije. Neke od koristi su bolje informisanje zaposlenih, efikasno planiranje proizvodnje, obezbeđenje kvaliteta, brza reakcija na promene, poboljšanje produktivnosti, efikasnosti i efektivnosti, kao i konkurentnosti [39, 40].

Kvantitativno istraživanje je sprovedeno tokom poslednjeg kvartala 2018. godine u industrijskom preduzeću gde je implementirano softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

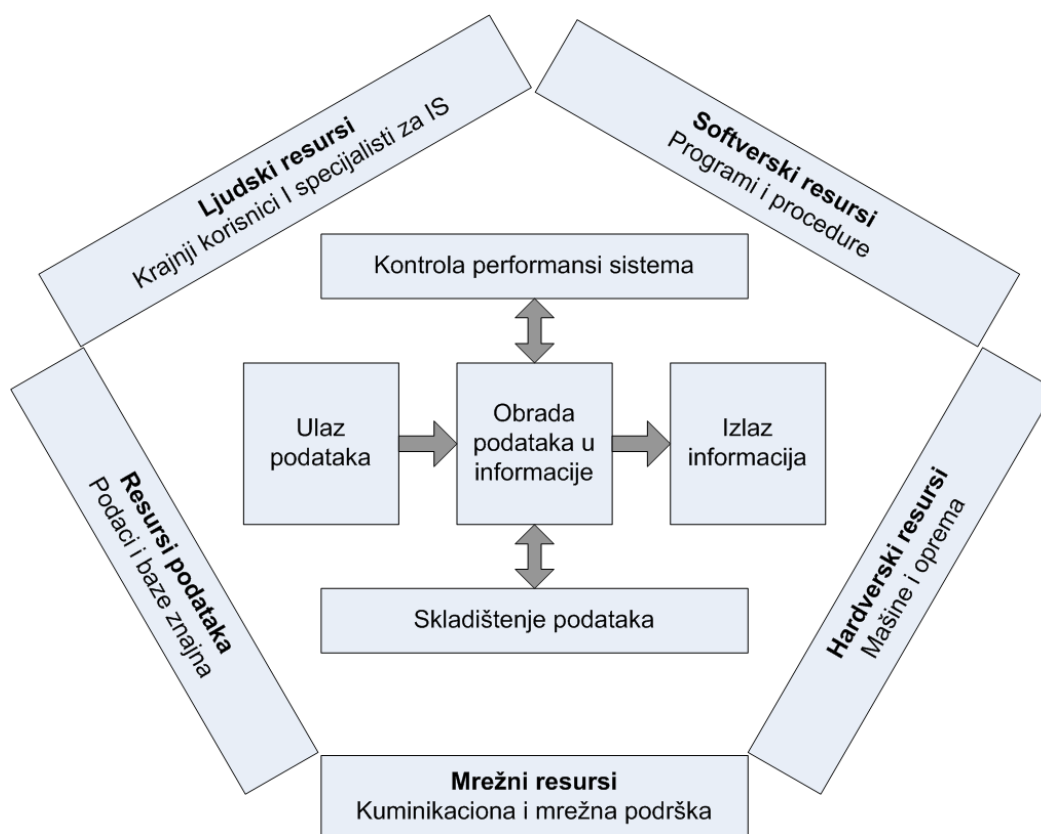
Ukupno 57 ispitanika, iskusnih korisnika ERP sistema i implementiranog softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima u izabranom industrijskom preduzeću je u potpunosti odgovorilo na anketni upitnik. Kompletan sadržaj upitnika i rezultati su prikazani u prilogu C.



### 3. Informatično - komunikacione tehnologije - pregled razvojnih dostignuća

#### 3.1. Informatični sistemi u proizvodnji i poslovanju

Informacije predstavljaju neophodan resurs u cilju kvalitetnog rukovođenja bilo koje organizacije. Informacija po svojoj strukturi treba da ima izvor, trajanje i korisnika. Isto tako informacija treba da bude tačna, precizna, kompletna, i u pravo vreme da bi se na osnovu informacije donela ispravna odluka. Informatični sistem je sistem koji pomoću formalizovanih procedura obezbeđuje upravljanje na svim nivoima sa odgovarajućim informacijama na osnovu podataka iz internih i eksternih izvora, koje omogućava blagovremeno i efektivno donošenje odluka vezanih za planiranje, rukovođenje i kontrolu aktivnosti u domenu odgovornosti [41]. Elementi informatičnog sistema su ljudski resursi, hardver, softver, baze podataka i mrežni resursi [42]. Elementi informatičnog sistema, kao i njihovi međusobni odnosi prikazani su na slici 3.1 [42].



Slika 3.1 Elementi informatičnog sistema [42]

Upravljački informatični sistemi (MIS<sup>8</sup>) adekvatnom i blagovremenom distribucijom tačnih, preciznih i kompletnih informacija na različitim nivoima upravljanja u kompaniji, obezbeđuju bolje planiranje, bolje donošenje odluka, bolje rezultate i konkurentnost na tržištu. MIS je integrisan, korisnički – računom podržan sistem za pružanje informacija za podršku menadžmentu kompanije na svim nivoima, radi donošenja ispravnih odluka [43].

<sup>8</sup> MIS - Management Information System

### 3.2. Evolucija informacionih sistema

Informacioni sistemi datiraju iz pedesetih godina dvadesetog veka, kada je počelo uvođenje računara, i prostih aplikativnih rešenja za automatizaciju procesa poslovanja, i u najvećoj meri knjigovodstvo i upravljanje zalihama su koristili te informacione sisteme. Usavršavanjem hardvera (računara i opreme) i aplikativnih rešenja koja su se koristila u kompanijama uticalo je i na razvoj informacionih sistema. Šezdesetih godina dvadesetog veka upotreba informacionih sistema je proširena na sisteme za planiranje materijala potrebnih u proizvodnji (*BOM*<sup>9</sup>), kao i za kontrolu zaliha materijala (*ICS*<sup>10</sup>).

Da bi kompanije imale kompetitivnu poziciju na tržištu koje je postajalo sve kompleksnije, unapređeni informacioni sistemi su bili gotovo neophodni i morali su pružati što preciznije informacije i tokove podataka kako bi se donele ispravne odluke u pravom trenutku. Ovi informacioni sistemi postaju standardizovani i razvijaju se u sistem za planiranje potreba materijala (*MRP*<sup>11</sup>).

MRP sistemi se mogu definisati kao „softverski orjentisano planiranje proizvodnje i sistem kontrole zaliha, koji se koriste da bi se upravljalo proizvodnim procesom” [44].

MRP sistemi su imali sledeće ciljeve:

- Obezbeđivanje materijala za proizvodnju;
- Obezbeđivanje gotovih proizvoda za kupce;
- Održavanje minimalnih zaliha materijala za proizvodnju;
- Održavanje minimalnih zaliha gotovih proizvoda za kupce;
- Planiranje rasporeda nabavke;
- Planiranje proizvodnje;
- Planiranje isporuke.

MRP sistemi imaju tri ulaza (Input), i dva izlaza (Output).

Ulazi u MRP sistemima:

- Glavni raspored proizvodnje (*MPS*<sup>12</sup>);
- Stanje zaliha;
- Sastavnice.

Izlazi u MRP sistemima su:

- Primarni izveštaji (količine potrebnih zaliha materijala, raspored nabavke i raspored proizvodnje);
- Sekundarni izveštaji (predviđanje potrebnih zaliha za određeni vremenski period, izveštaji o performansama i odstupanjima).

Sedamdesetih godina dvadesetog veka uvode se softverski sistemi čiji je glavni cilj bio optimizacija proizvodnih procesa, poznati kao sistemi za planiranje resursa za

<sup>9</sup> BOM - *Bill-Of-Material*

<sup>10</sup> ICS - *Inventory Control Systems*

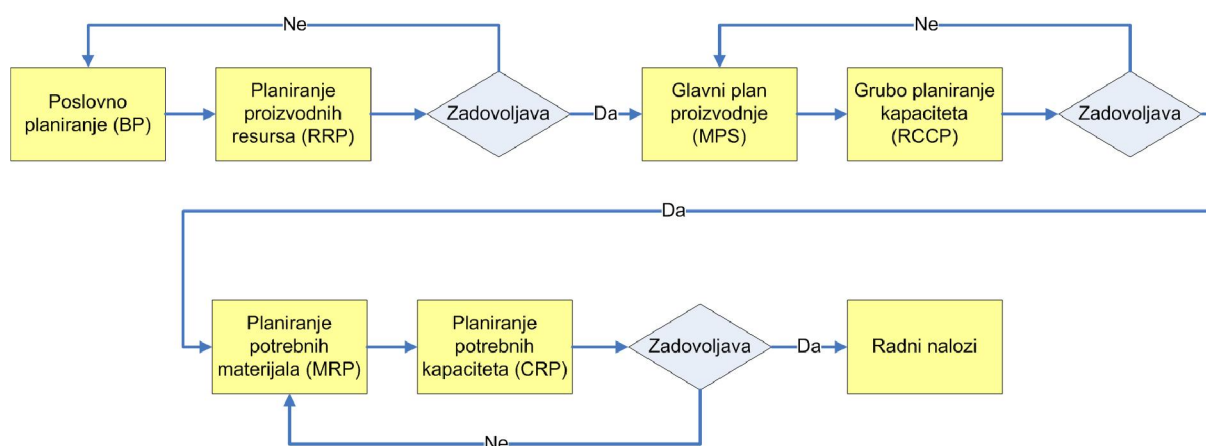
<sup>11</sup> MRP - *Material Requirements Planning*

<sup>12</sup> MPS - *Master Production Schedule*

proizvodnju (MRP II<sup>13</sup>). Prilikom definisanja plana proizvodnje MRP II sistemi su proveravali proizvode kapacitete, što je u velikoj meri unapredilo samo planiranje proizvodnje [45].

MRP II sistemi obuhvataju:

- Poslovno planiranje (BP<sup>14</sup>);
- Planiranje potreba resursa (RRP<sup>15</sup>);
- Glavni plan proizvodnje (MPS);
- Grubo planiranje potrebnih kapaciteta (RCCP<sup>16</sup>);
- Planiranje potrebnih materijala (MRP);
- Planiranje potrebnih kapaciteta (CRP<sup>17</sup>), što je prikazano na slici 3.2.



Slika 3.2 MRP II sistemi

Koristi koje MRP II sistema su bili kraća vremena isporuke gotovih proizvoda, smanjenje minimalnih zaliha materijala, blagovremeno izveštavanje o performansama kompanije, brže uvođenje novih proizvoda, unapređena kontrola troškova, povećanje produktivnosti i efektivnosti, kao i poboljšanje kvaliteta samog rada.

MRP II sistem je u svim aspektima bio bolji od prethodnih sistema, ali izazovi same implementacije sistema su i dalje bili veliki [46].

Osamdesetih godina dvadesetog veka uvodi se dodatna optimizacija proizvodnih procesa - računarom integrisana proizvodnja (CIM<sup>18</sup>), gde je obezbeđena podrška za postepeno integrisanje različitih oblasti poslovanja, u grupu poslovnih informacionih sistema [47].

Krajem osamdesetih godina dvadesetog veka veliki broj inovacija, dovele su do razvoja niza softverskih rešenja, koje su integrisale sve tokove informacija kroz jednu

<sup>13</sup> MRPII - *Manufacturing Resource Planning II*

<sup>14</sup> BP - *Business Planning*

<sup>15</sup> RRP - *Resource Requirements Planning*

<sup>16</sup> RCCP - *Rough Cut Capacity Planning*

<sup>17</sup> CRP - *Capacity Requirements Planning*

<sup>18</sup> CIM - *Computer Integrated Manufacturing*

organizaciju. Tako da su stvoreni ERP sistemi, kao softversko rešenje za podršku upravljanju poslovanjem, koji su privukli pažnju najvećih svetskih kompanija [48].

### 3.3. ERP sistemi

Osamdesetih godina dvadesetog veka APICS<sup>19</sup> su promovisali ERP sisteme kao sledećom generacijom MRP II sistema. ERP sistemi spajaju sve funkcionalnosti MRP II sistema sa drugim oblastima i procesima kompanije, kao što su:

- Marketing;
- Računovodstvo;
- Kvalitet;
- Održavanje [49].

Početak devedesetih godina dvadesetog veka počinje ubrzani razvoj ERP sistema i bili su isključivo namenjeni velikim kompanijama, jer su bili izuzetno skupi i kompleksni sistemi. Isto tako, ERP sistemi su se sastojali iz modula koji su bili prilagođeni korisnicima i imali su mogućnost nadogradnje. Isto tako, da bi ERP sistem bio prihvaćen unutar velikih proizvodnih organizacija potrebna je integracija radnih navika zaposlenih i informacionih sistema [3, 50].

Krajem devedesetih godina dvadesetog veka proizvođači su počeli da dodaju više modula, kao i nove funkcije u osnovne module ERP sistema, kao što su:

- Napredno planiranje i raspoređivanje (*APS*<sup>20</sup>);
- Upravljanje odnosima s kupcima (*CRM*<sup>21</sup>);
- Upravljanje lancem nabavke (*SCM*<sup>22</sup>).

Osnovni ERP sistem u kombinaciji sa pomenutim novim modulima postali su poznati kao *X-ERP*<sup>23</sup> [51] ili *ERP II sistemi* [52, 53].

U odnosu na osnovne ERP sisteme, osim arhitekture, svi ostali elementi su proširenja ERP II sistema [47, 53]. ERP II sistem je u suštini sastavljen od ERP sistema, elektronskog poslovanja i saradnje u lancu snabdevanja [47]. Kompletan razvoj poslovnih sistema i ERP sistema prikazan je u Tabeli 3.1.

#### 3.3.1. Definicije ERP sistema

Najkompletnija definicija ERP sistema, u akademskoj literaturi, smatra se:

*„Širok spektar alata za upravljanje organizacijom, koji balansiraju nabavku i potražnju i omogućavaju povezivanje dobavljača i potrošača u jedinstveni lanac snabdevanja koristeći dokazane poslovne procese za donošenje odluka i obezbeđuju visok stepen funkcionalne integracije između prodaje, marketinga, proizvodnje, logistike, nabavke, računovodstva i finansija, razvoja novih proizvoda i ljudskih resursa, i na taj način*

---

<sup>19</sup> APICS - *American Production and Inventory Control Society* / Američko udruženje za kontrolu proizvodnje i inventara

<sup>20</sup> APS - *Advanced Planning and Scheduling*

<sup>21</sup> CRM - *Customer Relationship Management*

<sup>22</sup> SCM - *Supply Chain Management*

<sup>23</sup> X-ERP - *Extended Enterprise Resource Planning*

omogućavaju zaposlenima da obavljaju svoj posao sa većom produktivnošću, manjim troškovima i zalihama i većom orijentacijom na potrošače” [54].

Sistem	Godina	Fokus	Arhitektura (Tehnologija)	Korisnici	Nivo integracije
Inventory Control Systems (ICS)	1950-1960	Predviđanje i upravljanje zalihama	2-Slojna arhitektura (MainFrame)	Uglavnom menadžerski nivo	Nizak nivo integracija
Material Requirement Planning (MRP)	1960-1970	Procesiranje sastavnica, upravljanje kapacitetima, prioritetima i vremenskim rasporedom	2-Slojna arhitektura (MainFrame)	Uglavnom menadžerski nivo	Nizak nivo integracija
Manufacturing Resource Planning (MRP II)	1970-1980	Proširivanje MRP sistema sa CRP, PPR, Šta-ako (What-If) analizom, veća koncentracija na proizvodnju	2-Slojna arhitektura (MainFrame)	Uglavnom menadžerski nivo	Integracija sa funkcijom proizvodnje
Computer Integrated Manufacturing (CIM)	1980-1990	Automatizacija, modeli organizacija	2-slojna klijent server arhitektura	Menadžeri kao i radnici proizvodnih sektora	Integracija sa funkcijom proizvodnje
Enterprise Resource Planning (ERP)	1990-2000	Obuhvata većinu funkcija organizacija	3-Slojna klijent server arhitektura, relacione baze podataka, objektno orjentisano programiranje	Menadžeri kao i većina radnika sektora	Integracija sa svim funkcijama organizacija
Savremeni ERP (X-ERP, ERP II, Veb ERP ...)	2000-...	Proširuju se modulima kao što su menadžment odnosa sa potrošačima (CRM), menadžment lanca nabavke (SCM), podržavaju Internet	3-Slojna klijent server arhitektura, relacione baze podataka, objektno orjentisano programiranje, umrežavanje Internetom	Menadžeri, radnici svih sektora, dobavljači, partneri, potrošači	Integracija unutar i izvan organizacija

Tabela 3.1 Razvoj poslovnih sistema i ERP sistema

ERP sistem kao sveobuhvatno softversko rešenje predstavlja paket integrisanih poslovnih procesa i funkcija, u cilju kompletnog prikaza poslovanja kompanije, iz jedinstvenog informacionog sistema [55].

Jedna od najjednostavnijih definicija ERP sistema: „Jedna baza podataka, jedna aplikacija i jedinstveni interfejs u okviru čitave organizacije” [56].

ERP sistem predstavlja više od samog softverskog paketa, jer integriše u jedan sistem ranije odvojene, potpuno nezavisne informacione sisteme i sva funkcionalna područja, u okviru organizacije [57].

„Okvir za organizovanje, definisanje i standardizaciju poslovnih procesa neophodnih za efektivno planiranje i kontrolu organizacije tako da organizacija može da koristi svoje unutrašnje znanje da traži spoljašnje prednosti”. [58], najšire prihvaćena definicija udruženja APICS za ERP sistem:

### 3.3.2. Implementacija ERP sistema

Implementacija ERP sistema je veoma složen, obiman i dinamičan proces, koji traje u rasponu od jedne do pet godina [59]. Ti procesi uključuju tehnološke i organizacione aktivnosti koje u mnogim slučajevima uzrokuju dramatične promene, koje je potrebno pažljivo analizirati i administrirati, u cilju iskorišćenja svih prednosti ERP sistema [60].

Tri osnovna rizika implementacije ERP sistema:

- Visoki troškovi samog sistema i implementacije;
- Gubitak konkurentske prednosti, iako to može kratko da traje;
- Otpor prema promenama, koji se često manifestuje kod zaposlenih [17].

Veoma je čest slučaj prilikom implementacije ERP sistema da same performanse kompanije se prvo pogoršaju, pre nego što postanu bolje, tako da se očekuje i otpor tokom faza implementacije ERP sistema [59].

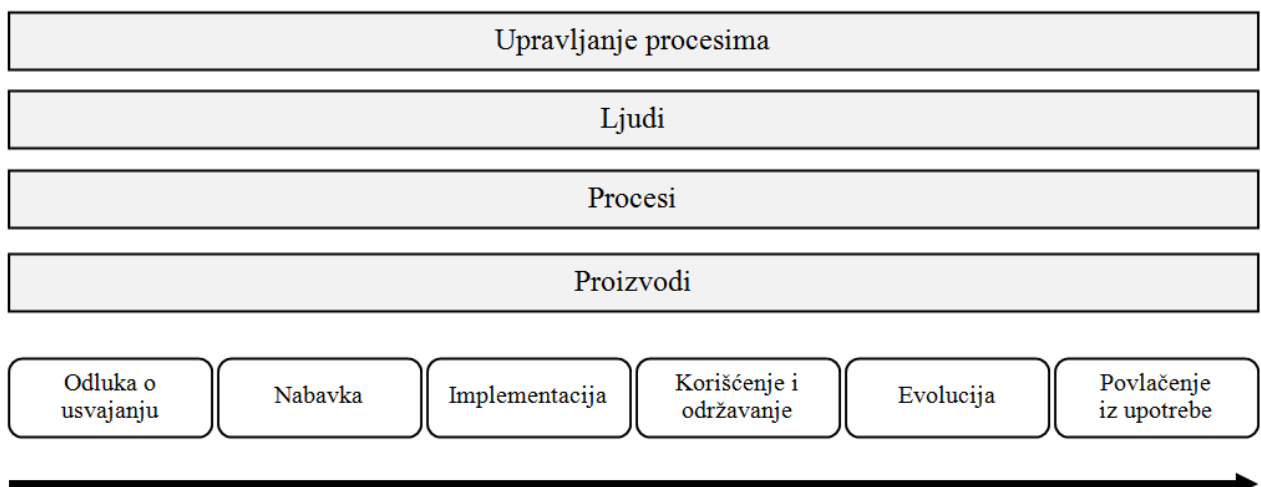
Implementacija ERP sistema je definisana u četiri kategorije:

- Tehnološka kategorija (*Technology*);
- Poslovna praksa (*Business practices*);
- Strateška kategorija (*Strategic*);
- Konkurentna kategorija (*Competitive*) [61].

Osnovni razlozi za implementaciju ERP sistema su:

- Poboljšanje svih performansi kompanije;
- Smanjenja troškova radne snage i administracije;
- Pritisak od strane konkurenata i poslovnih partnera;
- Organizaciona standardizacija na različitim lokacijama.

Implementacija označava ceo životni ciklus ERP sistema, slika 3.3, što predstavlja kompletan proces od usvajanja, izbora, implementacije, korišćenja i održavanja, pa do povlačenja iz upotrebe samog ERP sistema [62].



Slika 3.3 Životni ciklus ERP sistema [63]

Kompanija koja želi da implementira ERP sistem mora da ima strategiju u kojoj jedna od veoma bitnih odluka je da li će usvojiti poslovne procese ugrađene u ERP sistem (konfigurisanje), ili će prilagoditi ERP sistem postojećim poslovnim procesima same kompanije (prilagođavanje). Moguća “*nepoklapanja*” proističu iz razlike između mogućnosti ERP sistema i poslovnih (informacionih) zahteva kompanije koja sprovodi implementaciju [64]. Drugim rečima, neophodno je da kompanija implementira ERP sistem, konfigurira sam ERP sistem ili prilagodi svoje poslovanje ERP sistemu u cilju rešavanja “*nepoklapanja*” [65].

Pristupi implementacije ERP sistema:

- Sveobuhvatni pristup implementacije ERP sistema (odbacuje se stari informacioni sistem i uvode svi moduli novog sistema) [57, 66], gde postoji rizik od pada celokupnog sistema, jer se u kratkom vremenskom periodu, sa manje raspoloživih resursa, rešavaju problemi vezanih za pojedine module ERP sistema [67];
- Postepeni (inkrementalni, modularni) pristup implementacije ERP sistema, (realizuje jedan modul ERP sistema, i taj modul se upotrebljava paralelno sa nasleđem sistemom, željeni rezultati ne postanu zadovoljavajući). Ovaj pristup ima minimalan rizik od neuspeha, ali su veći troškovi same implementacije ERP sistema.

Samo, prilagođavanje ERP sistema u mnogim segmentima usporava projekat, moguće su greške u sistemu, i čini nadogradnju nove verzije ERP sistema veoma zahtevnom, jer samo prilagođavanje mora biti podeljeno i obrađeno tako da bi se uklopilo sa novom verzijom ERP sistema [66, 68, 69]. Isto tako, prilagođavanje ERP sistema zahteva dodatno angažovanje resursa na poboljšanja sistema, što donosi povećanja troškova, koja u drugom pravcu mogu doneti i konkurentnu prednost kompaniji [70, 71].

Najčešći tip implementacije ERP sistema uključuje kombinaciju prilagođavanja same kompanije i softverskog paketa [60, 72, 68, 73]. Danas, postoji veoma veliki broj različitih metoda implementacije ERP sistema, a isto tako postoji veliki broj konsultanata koji ih primenjuju [74].

Izazovi implementacije ERP sistema:

- **Problemi povezivanja i integracije ERP sistema**
  - o Informacije različitih odeljenja moraju biti integrisani i dostupni kompaniji [75];
  - o U procesima proces promene zaposleni su često nespremni za nove aktivnosti i procedure [76, 77];
  - o Postoje problemi razmene informacija, koji mogu biti u suprotnosti sa postojećim praksama i kulturom [78].
- **Tehnološka složenost ERP sistema** (ERP sistemi su verovatno najsloženiji i najobuhvatniji poslovni informacioni sistemi [79], gde je potrebno više godina i mnogo novčanih sredstava za samu implementaciju ERP sistema [80]. I sam ERP sistem može biti previše težak i komplikovan za mnoge kompanije [81]);

- **Nedostatak odgovarajućeg menadžmenta za ERP sisteme** (Većina zaposlenih u menadžmentu nisu obučeni da optimizuju performanse organizacije kao celine [76, 77]);
- **Cena samog ERP sistema** (Ukupni troškovi implementacije ERP sistema bi mogli biti tri do pet puta viši od nabavne cene samog ERP sistema, jer je ERP sistem polugotov proizvod, koji mora biti konfigurisan i/ili prilagođen prema informacionim zahtevima kompanije [82]);
- **Odliv zaposlenih kompanije koja ima implementiran ERP sistem** (Mnoge kompanije stvaraju od svojih zaposlenih obučene stručnjake/korisnike za implementiran ERP sistem, i to nosi svoje opasnosti, iz razloga što je tržište spremno da prihvati kvalifikovane ERP konsultante [83]);
- **Organizaciona promena kompanije koja ima implementiran ERP sistem** (Implementacija ERP sistema dovodi do masivne organizacione promene, jer svaki ERP sistem se sastoji od više funkcionalnih modula koji mogu zahvataju celu kompaniju [78]);
- **Kvalitet i pouzdanost ERP sistema, kao i pouzdanost prodavaca i/ili konsultanata ERP sistema** (Veoma česta pojava je da verzija koju je kompanija nabavila sasvim nova, ali još nestabilna i puna grešaka, samim tim sklona sistemskim padovima [60], a isto tako sama dostupnost opreme, nedostatak obučenih i iskusnih kadrova utiče na kvalitet i pouzdanost ERP sistema [84]);
- **Nekompatibilnost radnih praksi i ERP sistema** (ERP sistemi uključuju vrednosti i prakse koje ne moraju nužno da odgovaraju svim kompanijama [70, 85, 86]. Veoma je čest slučaj nepoklapanjima ERP sistema i poslovanja kompanije, koje implementira ERP sistem. U tim slučajevima kompanija ima potrebu da menja svoju dosadašnju praksu i organizaciju, da bi se prilagodili ERP sistemu).

Nadogradnja već postojećeg ERP sistema može biti pod uticajem strateškog opredeljenja organizacije prema novim tehnologijama i/ili pod uticajem okoline [87].

Isto tako, u nekim proizvodnim kompanijama se uvidela potreba za unapređenjem postojećih ERP sistema, kao i samog poslovanja kompanije, gde se ukazala potreba za implementacijom MES sistema.

### **Osnovne prednosti ERP sistema**

- ERP sistem može poboljšati kvalitet, efikasnost i efektivnost poslovanja;
- Integracija velikog broja poslovnih procesa koja štedi vreme i smanjuje troškove;
- Menadžment kompanije može doneti brže odluke, sa manje grešaka.
- Podaci postaju vidljivi u čitavoj organizaciji;
- Poslovi koji imaju koristi od ove integracije uključuju: predviđanje prodaje, (omogućuje inventarsku optimizaciju), hronološka istorija svake transakcije kroz kompilaciju relevantnih podataka, praćenje porudžbina kupaca, praćenje prihoda, usaglašavanje svih naloga za kupovinu (šta je naručeno), popis prihoda (šta je stiglo) i troškova (šta je fakturisano) [88];



- ERP sistem stvara agilniju kompaniju koja se bolje prilagođava. Takođe čini kompaniju fleksibilnijom, tako da organizacione komponente funkcionišu više kohezivno, poboljšavajući poslovanje - interno i eksterno. [89];
- ERP sistem može poboljšati sigurnost podataka u zatvorenom okruženju. Zajednički sistem kontrole, koju nudi ERP sistem, omogućava kompanijama da lakše obezbede da ključni podaci o kompaniji nisu kompromitovani. Međutim, ovo se menja sa otvorenijim okruženjem, što zahteva dalju kontrolu nad ERP sigurnosnim karakteristikama i internim aktima kompanije, u vezi sa bezbednošću podataka [90];
- ERP sistem pruža veće mogućnosti za poslovnu saradnju sa drugim kompanijama. Podaci ERP sistema imaju mnogo oblika i uključuju dokumente, datoteke, obrasce, audio i video snimke, kao i e-poštu;
- ERP pruža zajedničku platformu koja omogućava zaposlenima u kompaniji da više vremena sarađuju na definisanim aktivnostima (uvećana efektivnost) [91].

### Osnovni nedostaci ERP sistema

- Prilagođavanje kompanije na ERP sistem može biti problematično i dugotrajno;
- ERP sistemom je kompanija našla rešenja kako bi zadovoljila jedinstvene i možda samo osnovne informacione zahteve [92];
- ERP sistem može koštati više od manje integrisanih ili manje obuhvatnih rešenja
- Visoki troškovi prelaska na ERP sisteme prate i povećani troškove podrške, održavanja i nadogradnje;
- Obimni zahtevi obuke za korisnike ERP sistema uzimaju resurse kompanije iz svakodnevnih aktivnosti;
- Integracija u ERP sistem poslovno nezavisnih kompanija jedne grupacije, može stvoriti nepotrebne zavisnosti u samom poslovanju istih tih kompanija;
- Harmonizacija ERP sistema može biti ogroman zadatak (posebno za velike kompanije) i zahteva puno vremena, planiranja, ljudskih resursa, kao i novčanih sredstava [93].

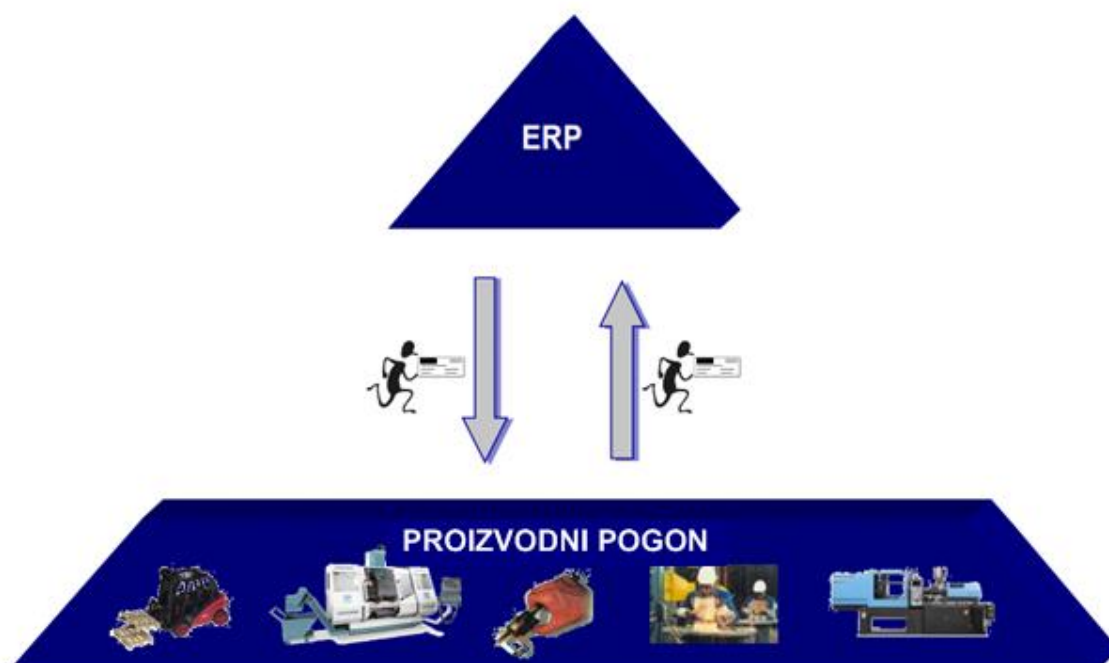
### 3.3.3. Aktuelni ERP sistemi na tržištu

- SAP sistemi:
  - o BusinessOne;
  - o AiO;
  - o R/3;
- ORACLE - People Soft;
- Infor sistemi:
  - o Xpert,
  - o XPPS;
- BAAN;
- Microsoft Dynamics sistemi:
  - o NAV (Navision);
  - o AX (Axapta);
  - o GP (Great Plains);
  - o SL (Solomon);
- PULLS™.

### 3.4. MES sistemi

MES sistemi u najvećoj meri služe za planiranje, praćenje, realizaciju i izradu dokumentacije kompletnog proizvodnog ciklusa samog proizvoda (od sirovine do finalnog proizvoda) [2]. MES sistem pruža informacije u realnom vremenu koje pomažu da se donese odluka u cilju unapređenja proizvodnih procesa, i isto tako omogućuje kontrolu nad svim elementima proizvodnog procesa.

MES sistemi se mogu shvatiti kao međusloj u arhitekturi integrisanih sistema između, s jedne strane, ERP sistema i SCADA<sup>24</sup> [2]. Bez MES sistema veoma je čest slučaj da sam ERP sistem manuelnim putem dobija informacije za obradu, što smanjuje samu efikasnost ERP sistema, kao i celog industrijskog preduzeća [94], što je prikazano na slici 3.4.



Slika 3.4 Funkcionisanje ERP sistema bez MES sistema

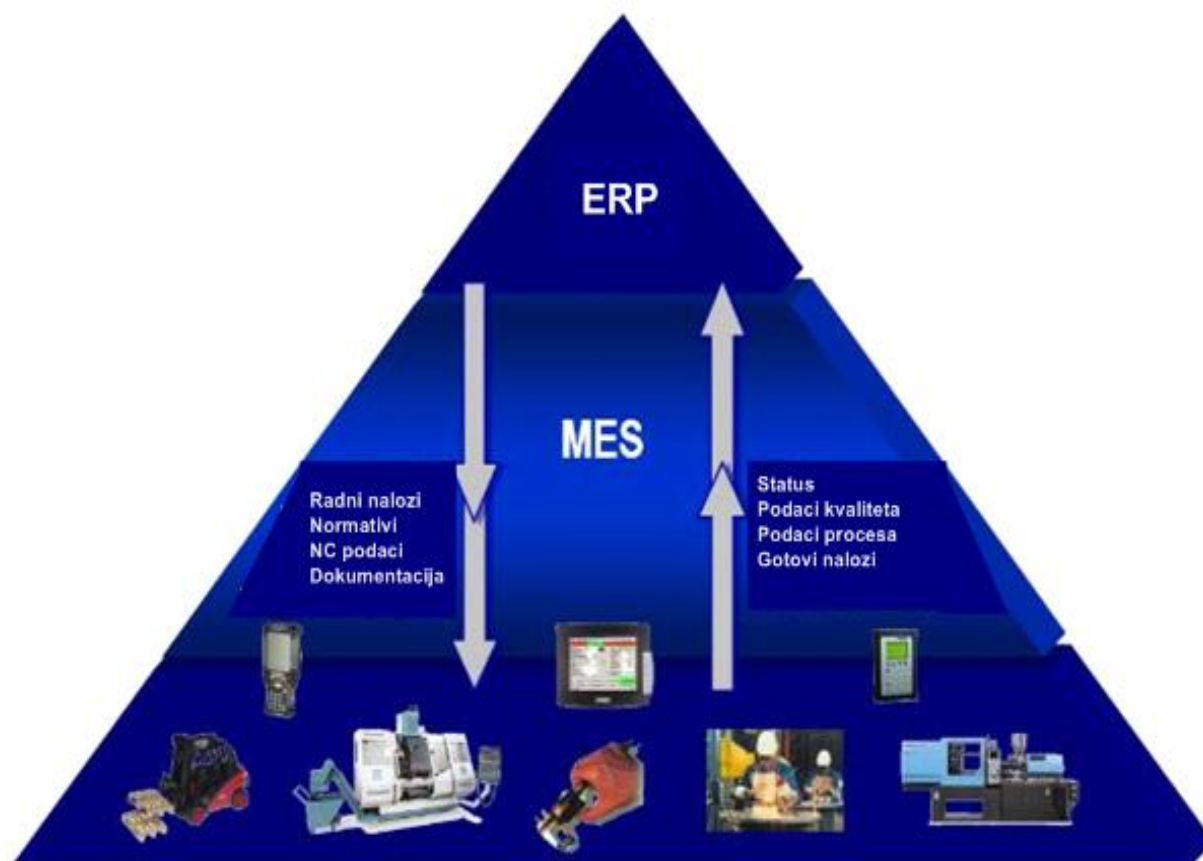
#### 3.4.1. Vertikalna integracija primenom MES sistema

Vertikalnom integracijom MES sistema slika 3.5 dobijaju se informacije o industrijskom proizvodnom sistemu u realnom vremenu [95].

Obuhvaćena je kontrola svih aspekata proizvodnje / potvrde :

- Trenutni kapaciteti (mašine, alati, materijal i zaposleni) i iskorištenosti kapaciteta;
- Status u realnom vremenu i napredak proizvodnih procesa;
- Preostalo vreme obrade;
- Zaostaci;
- Vreme ciklusa / koraci;
- Rezervacije kapaciteta (mašina, alata, materijala i zaposlenih);
- Otkrivanje konflikata (rokovi, alati, mašine, materijali, itd);
- Podaci o performansama industrijskog sistema;

<sup>24</sup> SCADA - *Supervisory Control and Data Acquisition* / Sistem kontrole procesa i prikupljanja podataka



Slika 3.5 Vertikalna integracija primenom MES sistema

### 3.4.2. Horizontalna integracija primenom MES sistema

Horizontalnom integracijom MES sistema slika 3.6 pokriven je ceo proizvodni proces u industrijskim preduzećima bez dodatnih aplikacija [95];

Integrirani su:

- Akvizicija podataka proizvodnje;
- Sakupljanje i obrada podataka mašina i zaposlenih;
- Detaljno planiranje proizvodnje;
- Kvalitet;
- Održavanje;
- Magacin / Logistika;
- Ljudski resursi;
- Informacije o drugim procesima;
- DNC<sup>25</sup> podaci;

<sup>25</sup> DNC - Direct Numerical Control / Podaci između CNC sredstava rada i računarske kontrole



Slika 3.6 Horizontalna integracija primenom MES sistema

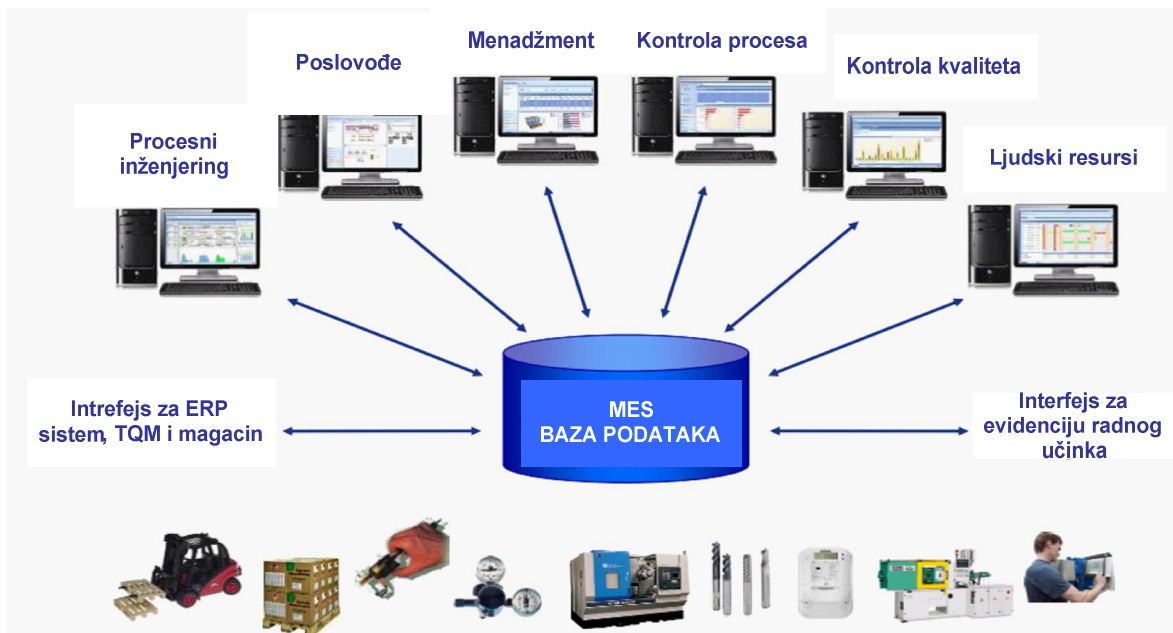
### 3.4.3. MES proizvodna baza podataka

MES sistem ima centralizovano sakupljanje i predaju podataka u MES proizvodnu bazu podataka slika 3.7 za stanje materijala kako u proizvodnji tako i u magacinu, stanje međuzaliha polugotovih proizvoda, podatke o kvalitetu i procesnim merenjima, NC podaci, podaci o energiji, podaci o stanju alata, opreme i sredstava rada, podaci o planiranju proizvodnje i radnih naloga, planirana vremena rada i ostvarena vremena rada, prisutnost na poslu i obuke zaposlenih, zarade zaposlenih i ostali troškovi [96].



Slika 3.7 MES proizvodna baza podataka

MES proizvodna baza podataka aktivno koriste svi sektori industrijskih preduzeća, slika 3.8.



Slika 3.8 Distribucija podataka - MES proizvodna baza podataka

#### 3.4.4. MES mreža

Na slici 3.9 prikazana je mreža LAN<sup>26</sup> / Intranet<sup>27</sup> / WAN<sup>28</sup> i povezanost ERP sistema, MES sistema i MES kancelarijskih radnih mesta i terminala u proizvodnji. Isto tako MES server ima konekciju prema drugim sistemima (CAD<sup>29</sup>, CAM<sup>30</sup>, itd.).

Slika 3.9 MES mreža

<sup>26</sup> LAN - Local Area Network / Lokalna mreža

<sup>27</sup> Intranet - Privatna mreža za definisane korisnike

<sup>28</sup> WAN - Wide Area Network / Regionalna računarska mreža

<sup>29</sup> CAD - Computer Aided Design / Projektovanje podržano računarom

<sup>30</sup> CAM - Computer Aided Manufacturing / Proizvodnja podržana računarom

### 3.4.5. Aktuelni MES sistemi na tržištu

Raspoloživi MES sistemi su prikazani na slici 3.10



Slika 3.10 MES sistemi

## 4. Teorijske osnove za razvoj i implementaciju softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima

### 4.1. Industrijski sistem - preduzeće

Savremena industrijska preduzeća su poslovni subjekti, koji samostalno utvrđuju razvojne i proizvodne ciljeve, i definišu poslovnu politiku na osnovu tržišta i informacija iz okruženja.

*„Industrijski sistem – preduzeće podrazumeva postojanje više skupova elemenata – predmeta rada, sredstava rada i učesnika u procesima rada, međusobno vezanih procesima rada koji omogućavaju pretvaranje ulaznih materijala, na osnovama datih informacija i uz ulaganje potrebne energije – električne, toplotne, vazduha pod pritiskom i bioenergije učesnika u procesima rada u proizvode potrebnog i dovoljnog kvaliteta za zadovoljenje potreba potrošača.“* [97], jedna je od najšire prihvaćenih definicija industrijskih sistema.

### 4.2. Upravljanje proizvodnjom

Da bi se ostvarili postavljeni ciljevi na efikasan i efektivan način potrebno je upravljati proizvodnjom kroz planiranje, organizovanje, vođenje, kontrolu procesa i resursa celokupnog industrijskog preduzeća [98].

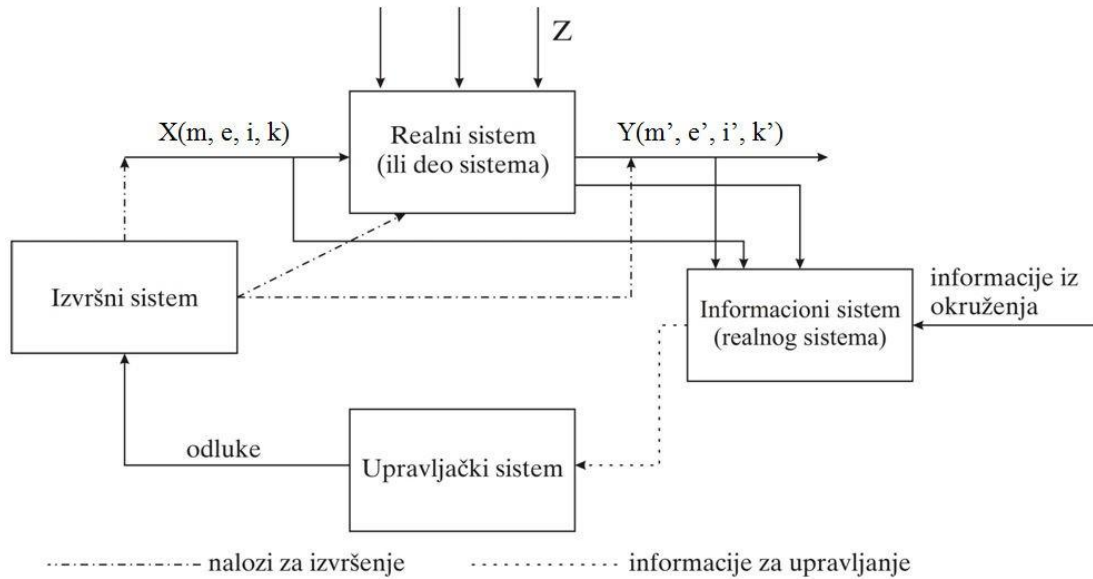
*„Upravljanje je skup postupaka koji obezbeđuju držanje parametara postavljene funkcije cilja<sup>31</sup> u granicama dozvoljenih odstupanja, u datom vremenu i datim uslovima okoline“* [99], jedna je od najšire prihvaćenih definicija upravljanja.

Proces proizvodnje predstavlja transformaciju predmeta rada koja se vrši sredstvima rada, a koje koriste subjekti, i gde su definisani svi procesi i relacije.

*„Procesi rada proizvodnih sistema predstavljaju nizove uzastopnih progresivnih promena stanja sistema u vremenu izazvanih izvođenjem projektovanih operacija rada koje obezbeđuju pretvaranje ulaznih (resursi) u izlazne (proizvodi) veličine u skladu sa postavljenom funkcijom cilja“* [99].

Na slici 4.1 prikazan je opšti model upravljanja. Ulaz X čine sledeći parametri: materijali, energija, informacije i znanje, u samom sistemu se ti parametri transformišu, odnosno prelaze iz jednog oblika u drugi i izlaz Y čine: modifikovani materijali, izmenjena energija, izmenjene informacije i izmenjeno znanje. Isto tako, poremećaji Z u samom sistemu utiču na same promene izlaznih veličina i zbog toga se vrši upravljanje. Informacioni sistem prikuplja sve informacije o parametrima ulaza X u realni sistem, informacije iz samog realnog sistema i informacije o parametrima izlaza Y iz realnog sistema. Informacije se obrađuju, dokumentuju i prosleđuju upravljačkom sistemu, koji na osnovu znanja i postavljenih ciljeva donosi odluku koju prosleđuje izvršnom sistemu. Izvršni sistem svojim aktivnostima utiče na ulazne parametre X, sam realan sistem i izlazne parametre Y, vodeći se principom držanja projektovane funkcije cilja [100].

<sup>31</sup> Funkcija cilja ili funkcija kriterijuma - predstavlja meru usaglašenosti između zahteva donosioca odluka, uslova okoline i parametara procesa rada. Funkcija cilja dobija svoj puni smisao tek transformacijom u skup konkretnih ciljeva. [101]



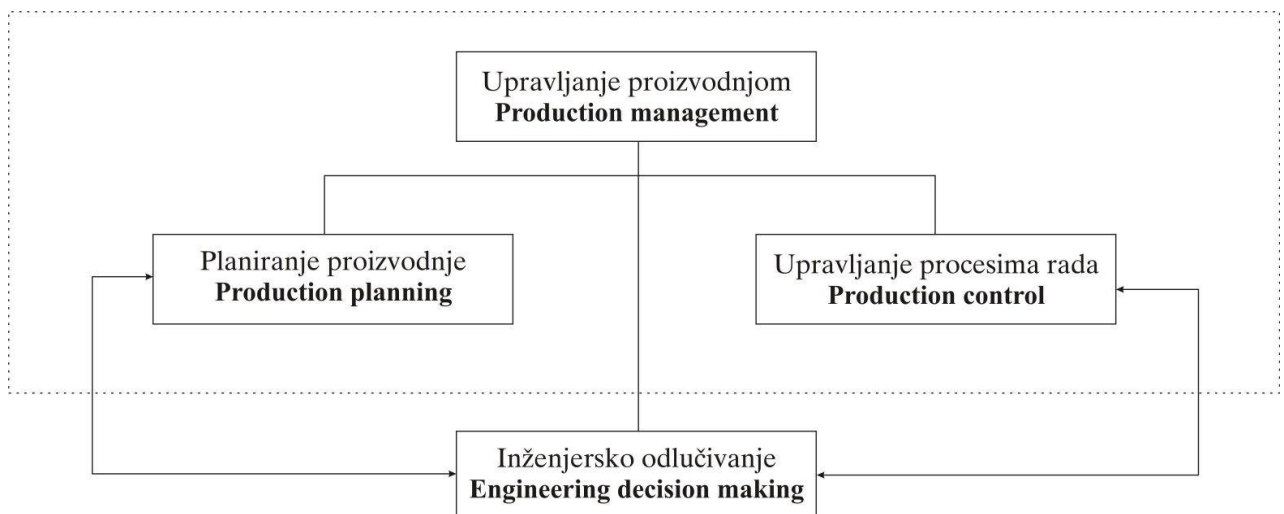
Slika 4.1 Opšti model upravljanja - N. Wiener [102]

Upravljanje proizvodnjom znači:

- Usmeravanje svih aktivnosti prema zahtevima kupaca i okoline;
- Konstantan nadzor nad svim procesima transformacije ulaznih u izlazne parametre realnog sistema;
- Upravljačkim akcijama održavati projektovanu funkciju cilja [100].

Upravljanje proizvodnjom, prikazano na slici 4.2 se bazira na simultanom izvršavanju tri složena procesa:

- Planiranje proizvodnje;
- Upravljanje procesima rada;
- Inženjersko odlučivanje.



Slika 4.2 Struktura upravljanja proizvodnjom [103]



### 4.3. Obezbeđenje kvaliteta

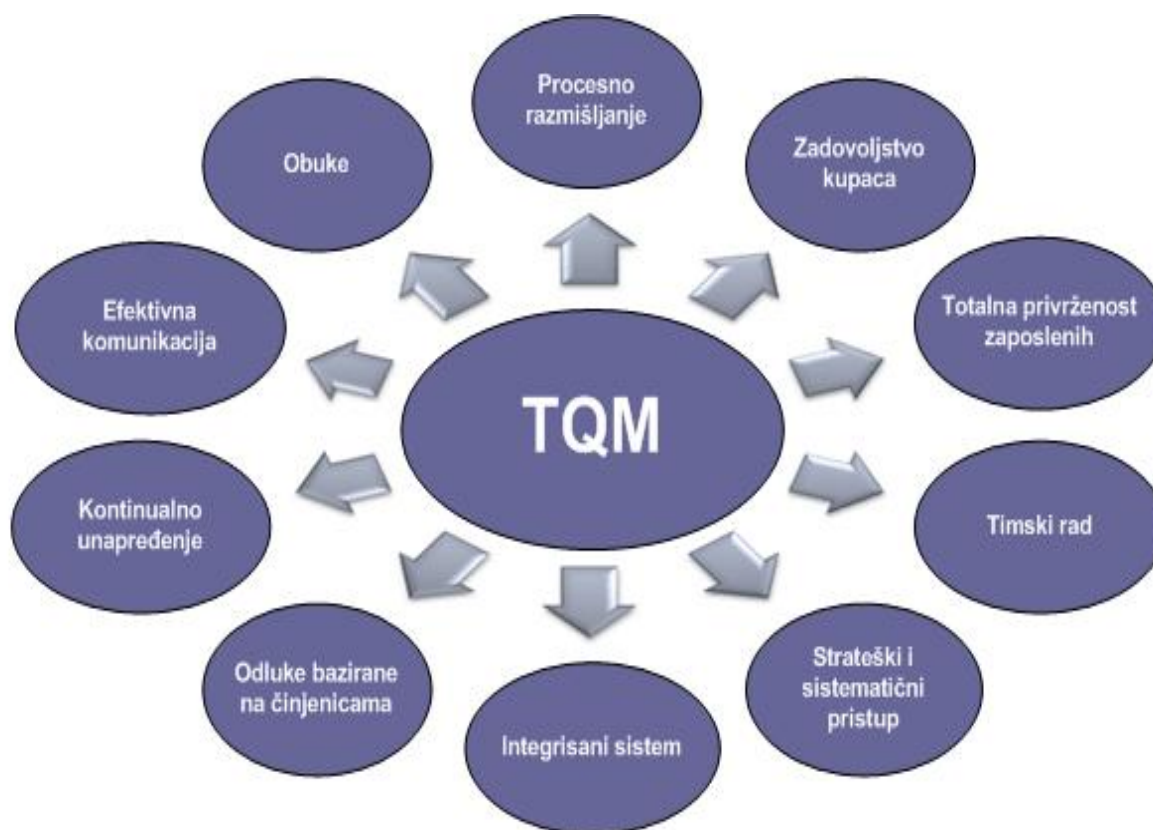
U uslovima tržišne konkurencije koja je prisutna u Svetu, industrijska preduzeća moraju konstantno održavati nivo definisanog kvaliteta proizvoda, isto tako moraju kontinualno unapređivati sve proizvodne procese, sprečavati nesuaglašenosti (greške), da bi se postigao definisani cilj *Totalnog Upravljanja Kvalitetom - TQM*<sup>32</sup>.

Upravljanje kvalitetom podrazumeva sledeće procese:

- Planiranje kvaliteta;
- Obezbeđenje kvaliteta;
- Operativno upravljanje kvalitetom;
- Unapređenje kvaliteta [104].

TQM obuhvata sve procese industrijskih preduzeća, kao što su:

- Razvoj i projektovanje proizvoda;
- Kompletan tok proizvodnje;
- Kao i kasnije korišćenje (upotrebe) samog proizvoda, slika 4.3.



Slika 4.3 TQM - Total Quality Management

Sistem kvaliteta uključuje sve zaposlene u cilju smanjenja pojava neusaglašenosti (grešaka) u svim sektorima industrijskih preduzeća [105]. Isto tako, operativnim upravljanjem kvalitetom u svim fazama proizvodnje mogu se ispuniti svi zahtevi korisnika proizvoda [106].

<sup>32</sup> TQM - Total Quality Management

#### 4.3.1. Pojam i razvoj kvaliteta

Sa gledišta korisnika proizvoda iz industrijskih preduzeća, kvalitet je usko vezan za samu vrednost proizvoda, funkcionalnost, korisnost i vek trajanja proizvoda [107].

Sa gledišta proizvođača kvalitet se meri ispunjenjem definisanih specifikacija u toku procesa razvoja, projektovanja i izrade proizvoda da bi se zadovoljile potrebe korisnika proizvoda [107].

Počekom 20-tog veka kvalitet se svodio na kontrolu gotovog proizvoda / ispravan proizvod ili ne. Početkom II Svetskog rata primenjivala se statistička kontrola kvaliteta, sa ciljem da se otkrije stepen promena i osigura stabilnost proizvodnog procesa. Dvadeset godina kasnije za kvalitet su pored proizvodnje bile odgovorne i ostale funkcije industrijskih preduzeća - koncept integralne kontrole kvaliteta.

Danas pojam kvalitet ima veoma široko i kompleksno značenje. Kvalitet treba da definiše proizvodnju bez neusaglašenosti (grešaka), da kontinualno vrši unapređenja kvaliteta proizvoda i samih proizvodnih procesa, fokusirano na zadovoljenje potreba krajnjih korisnika proizvoda, sa jednim ciljem - TQM [108].

Kvalitet proizvoda industrijskih preduzeća je ostvaren ako su ispunjeni sledeći zahtevi krajnjih korisnika:

- Funkcionalnost proizvoda;
- Izgled proizvoda;
- Pouzdanost proizvoda i vek trajanja proizvoda;
- Garantni rok proizvoda;
- Ljubaznost i ažurnost prodajnog osoblja [109].

Kvalitet proizvoda industrijskih preduzeća se može definisati preko:

- Razvojnih i projektantskih karakteristika;
- Proizvodnih (tehnoloških) karakteristika;
- Karakteristika samog kvaliteta [109].

#### 4.3.2. Proces planiranja i kontrole kvaliteta

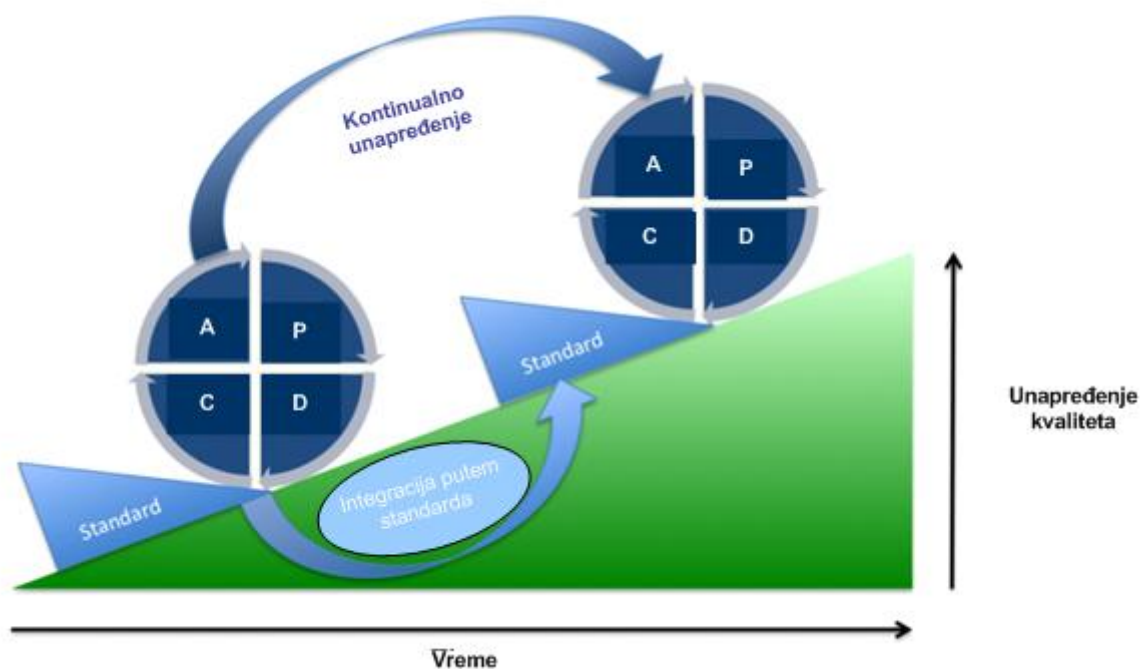
*„Proces planiranja i kontrole kvaliteta predstavlja konstantnu interakciju između krajnjih korisnika proizvoda sa jedne strane i sektora razvoja i projektovanja, sektora marketinga i sektora same proizvodnje sa druge strane“ [110, 111].*

Aktivnosti u industrijskim preduzećima treba da se odvijaju PDCA<sup>33</sup> ciklusom kvaliteta, *William Edvardsa Deminga* slika 4.4:

- Planiranje (P);
- Izvođenje (D);
- Provera (C);
- Delovanje (A) [112].

---

<sup>33</sup> PDCA - *Plan-Do-Check-Act Cycle*



Slika 4.4 PDCA ciklus

Konstantnim pronalaženjem i otklanjanjem uzroka lošeg kvaliteta proizvoda u industrijskim preduzećima ostvaruje se stabilnost proizvodnih procesa, smanjuju se neusaglašenosti (greške), i postoji velika mogućnost za unapređenje proizvodnih procesa [113].

Uzročnici lošeg kvaliteta mogu biti:

- Sirovine/materijali za proizvodnju koji nisu u granicama tolerancije i definisane specifikacije;
- Obuka zaposlenih za proizvodne procese nije adekvatna;
- Nedefinisani ili nejasni postupci izrade proizvoda;
- Neispravna sredstva rada, alati i oprema.

#### 4.3.3. TQM

Top menadžment industrijskih preduzeća treba da definiše i usvoji politiku kvaliteta (na osnovu poslovne strategije) da bi pokrenuo proces upravljanja kvalitetom [111].

TQM je pristup upravljanju koji podrazumijeva dugoročnu orijentaciju ka trajnom poboljšanju kvaliteta koja će zadovoljiti ili čak premašiti očekivanja kupaca [114].

*William Edwards Deming* je naveo "sve počinje i završava se sa krajnjim korisnikom proizvoda, koji je i najvažniji faktor u proizvodnji" [115, 116]. *Deming* je ustanovio da su rukovodioci industrijskih preduzeća i njihovi propusti skoro jedini uzročnici nastalih problema vezanih za kvalitet (84-95%).<sup>34</sup> Isto tako *Deming* je izjavio: "Krajnji korisnik proizvoda nije spreman da finansira poslovne promašaje, a posledica toga je gubitak tržišta" [115].

<sup>34</sup> <http://deming.ces.clemson.edu/pub/den/index.html>

Da bi TQM funkcionisao u industrijskom preduzeću potrebno je sledeće:

- Menadžment kompanije treba da je orjentisan na kvalitet, i da to bude konkurentska prednost, tako da TQM postane način života;
- Svi zaposleni u industrijskom preduzeću moraju aktivno učestvovati;
- Permanentna saradnja sa dobavljačima svih sirovina, sredstava rada, alata;
- Konstantne obuke zaposlenih, ulaganje u obrazovanje, razvijanje potrebnih veština;
- Timski rad;
- Prikupljanje informacija, vrednovanje istih, kao i povratna veza pomoću koje se definišu planovi i procesi za kontinualna unapređenja i poboljšanja [117].

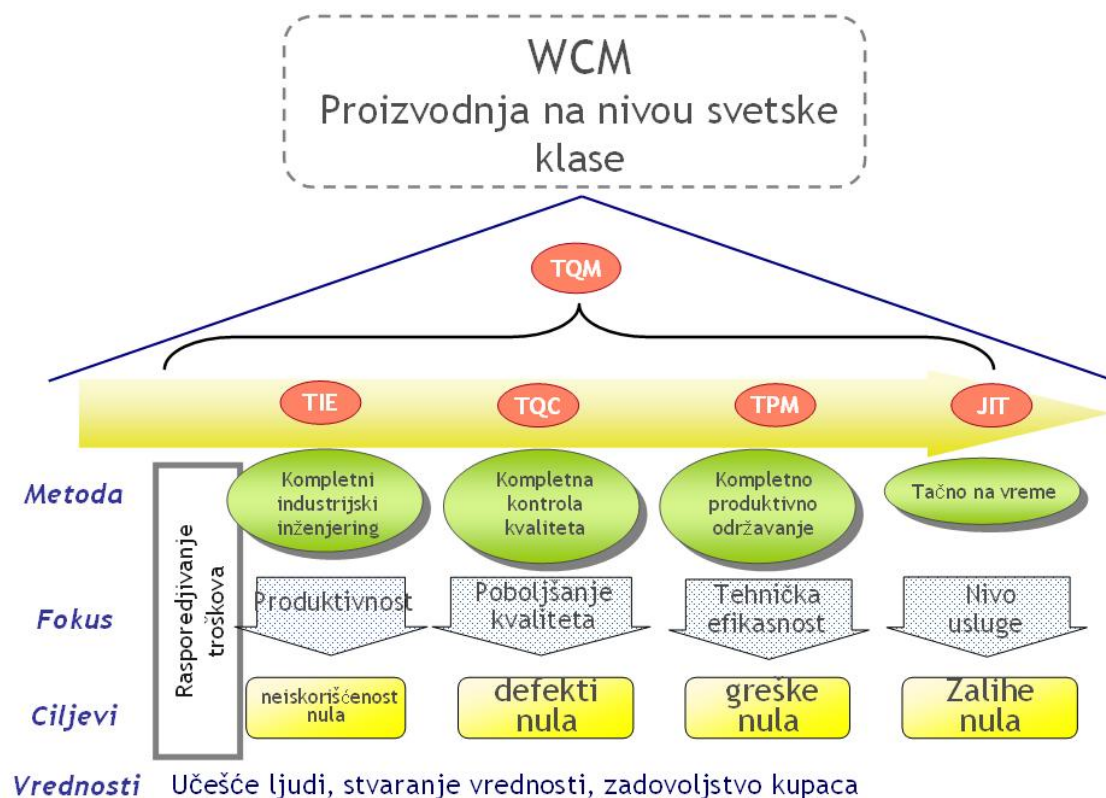
U tabeli 4.1 može se videti poređenje tradicionalnog pristupa i TQM pristupa.

<b>Tradicionalni pristup</b>	<b>TQM</b>
Kvalitet je tehničko pitanje	Kvalitet je strateško pitanje
Visok kvalitet troši novčana sredstva	Visok kvalitet štedi novčana sredstva
Odgovornost pripada sektoru za kvalitet	Odgovornost pripada svima u organizaciji
Cilj je zadovoljiti zahteve	Cilj je neprekidno poboljšanje
Kvalitet se meri prosečnom brzinom rada kvaliteta	Kvalitet se meri preko <i>zero defects</i> - nula grešaka
Naglasak je na pronalaženju grešaka	Naglasak je na preventivnom delovanju
Kvalitet definiše organizacija	Kvalitet definiše korisnik

*Tabela 4.1 Poređenje tradicionalnog pristupa i TQM pristupa*

Očekivani rezultati TQM-a u sklopu WCM<sup>35</sup> mogu se videti na slici 4.5:

- Uvećano zadovoljstvo krajnjih korisnika proizvoda;
- Smanjenje broja neusaglašenih proizvoda,
- Uvećanje efektivnosti i efikasnost;
- Smanjenje troškova i uvećana profitabilnost;
- Smanjenje zaliha [118].



Slika 4.5 TQM u sklopu WCM

#### 4.4. LEAN

„LEAN (vitka) proizvodnja predstavlja skup metoda i tehnika sa ciljem da se u što većoj meri smanje gubici koji nastaju tokom svih definisanih procesa u industrijskom preduzeću, a naročito tokom procesa proizvodnje“ [119]. Za industrijsko preduzeće koje želi da ima LEAN proizvodnju je potrebno da svi zaposleni imaju potrebna znanja o metodama i tehnikama LEAN proizvodnje, i da iste primenjuju u svim procesima.

Lean proizvodnja pokušava da učini očiglednim ono što dodaje vrednost proizvoda, kroz redukovanje svega ostalog što ne dodaje vrednost proizvoda [120]. Ova filozofija upravljanja izvedena je uglavnom iz TPS i identifikovana kao "LEAN" tek 1990-ih godina, prošlog veka u knjizi „Mašina koja je promenila svet“ [121], dva profesora sa MIT<sup>36</sup> tehnološkog instituta Džejms Vomak i Daniel Džons, posle šestonedeljne posete TOYOTA industrijskim preduzećima u Japanu.

##### 4.4.1. Principi i osnovna načela LEAN koncepta

<sup>35</sup> WCM - World Class Manufacturing / Proizvodnja na nivou svetske klase

<sup>36</sup> MIT - Massachusetts Institute of Technology / Tehnološki institut Massachusetts

Da bi se mogle objasniti sve metode i tehnike LEAN preduzeća potrebno je sagledati osnovna načela LEAN koncepta:

**1. Indetifikacija i eliminacija gubitaka (WASTE)** - Cilj LEAN proizvodnje prepoznavanje i eliminisanje suvišnih aktivnosti koje ne doprinose vrednosti proizvoda, bilo da su to prekomerna proizvodnja, zastoji, pripremno - završno vreme, ili sa druge strane uticaj materijala ili odlika proizvoda koja ne dovodi do stvaranja vrednosti iz perspektive krajnjih korisnika [122], slična reč se pojavljuje i u japanskom jeziku – „*MUDA*“.

Vremenom su industrijska preduzeća koja praktikuju LEAN koncept sistematizovala devet vrsta gubitaka [123]:

- Prekomerna proizvodnja, u japanskom jeziku – „*MURI*“ (zauzimanje prostora u industrijskom preduzeću i uticanje na sam tok proizvodnje, smanjivanje novčanih resursa kojim industrijsko preduzeće raspolaže);
- Greške (greške na samom proizvodu, greške dokumentacije, kašnjenja isporuka, suvišni otpad u proizvodnji);
- Zalihe (velike količine sirovog materijala, poluproizvoda ili gotovih delova u industrijskom preduzeću povećava cenu samog skladištenja, i utiče na porast grešaka u samoj proizvodnji);
- Transport (tok/transport materijala između proizvodnih jedinica u industrijskom preduzeću je potrebno da bude što kraći, sa ciljem da se u jednoj proizvodnoj jedinici obave svi proizvodni postupci);
- Čekanje (usled lošeg planiranja, uskih grla u proizvodnji, lošeg takta, zastoja sredstava rada i transporta stvara čekanja/prazan hod sredstava rada i radnika);
- Korekcije (bilo koj vrste grešaka koje dovode do dorada na predmetima rada povećavaju cenu izrade, stopiraju planirani tok materijala i povećavaju vreme same proizvodnje u industrijskom preduzeću);
- Kretanje (nepotrebni pokreti radnika se trebaju ukinuti ili modifikovati, isto tako potrebno je unaprediti ergonomiju svakog radnog mesta u industrijskom preduzeću, gde je svako radno mesto pripremljeno za proizvodne procese);
- Prekomerna obrada gotovog proizvoda;
- Nepovezanost/iskorišćenje znanja u industrijskom preduzeću (nedostatak ili nedostupnost informacija, procedura, radnih upustava, obuka dovodi do zastoja što smanjuje efektivnost i efikasnost, i povećava procenat dorada i škartova u industrijskom preduzeću);

**2. Standardizacija procesa** – u cilju standardizacije procesa, smanjenja varijacija i grešaka zaposlenih u industrijskom preduzeću LEAN koncept zahteva:

- Definisane detaljnih i preciznih procedura;
- Definisane svih radnih procesa i postupaka rada;
- Definisane celokupne dokumentacije;
- Definisane svih materijala, alata i sredstava rada;
- Definisane ciljeva i budućih rezultata zaposlenih na predmetu rada;

**3. Neprekidan tok** – uspostavljanje neprekidnog toka proizvodnih procesa u industrijskom preduzeću, bez uskih grla proizvodnje, čekanja ili preskakanja postupaka procesa proizvodnje, u japanskom jeziku – „MURA“.

**4. Sistem vučenja (Pull system)** – u cilju proizvodnje samo onih proizvoda koji su potrebni u definisanim rokovima potrebno je da svaka proizvodna (radna) jedinica proizvodi samo ono što je potrebno sledećoj proizvodnoj (radnoj) jedinici u nizu;

**5. Kvalitet na izvoru** – cilj da se greške u proizvodnom procesu otkriju i uklone u samom nastajanju;

**6. Konstantno unapređenje** – unapređenje svih procesa u industrijskom preduzeću se postiže konstantnom identifikacijom i uklanjanjem gubitaka iz proizvodnje, gde su uključeni svi zaposleni [122].

Ako se svi principi i načela LEAN koncepta efikasno implementiraju i sprovode svakodnevno, takvo industrijsko preduzeće će imati:

- Smanjene zalihe materijala, polugotovih i gotovih proizvoda;
- Smanjeno vreme proizvodnje;
- Povećanu operativnu gotovost;
- Povećanu fleksibilnost u procesima proizvodnje;
- Povećan kvalitet samog proizvoda;
- Povećanu efikasnost radnika;
- Povećanu efektivnost industrijskog preduzeća;
- Umanjen broj stanja u otkazu sredstava rada;
- Povećati iskorišćenost sredstava rada, alata, opreme i prostora.

#### 4.4.2. Osnovne metode i tehnike LEAN proizvodnje

##### 4.4.2.1 Just-In-Time

*Just-In-Time (JIT)* predstavlja način planiranje zaliha u celom industrijskom sistemu sa ciljem da se zalihe svedu na minimum ili da ih uopšte nema, na takav način da se vrše proizvodni procesi kada su tačno potrebni proizvodi, i u definisanim količinama. Gde je potrebno savršeno planiranje i nabavka materijala u definisanom kvalitetu, savršeno planiranje proizvodnje bez zastoja prema raspoloživim kapacitetima proizvodnje, precizna, efektivna i efikasna proizvodnja po utvrđenom taktu, kontinuirani tok proizvodnje i totalno produktivno održavanje.

Isto tako, definisanje grupa proizvoda, uvođenje jednostavnih proizvoda, proizvodnja većeg broja sličnih proizvoda u velikoj meri pomažu da se *Just-In-Time* implementira u industrijsko preduzeće, jer se dobija jednostavan proizvodni proces, visok kvalitet proizvoda, tačne isporuke proizvoda i mali broj dobavljača sirovina i podsklopova.

Standardizacija i smanjenje broja proizvoda utiče i na održavanje koje je jednostavnije, potrebno je manje alata, umanjeno je pripremno-završno vreme proizvodnje i lakše je organizovati proizvodnju, tako da i u ovim segmentima *Just-In-Time* koncept ima opravdanost [124].

Bitna karakteristika *Just-In-Time* koncepta je maksimalno iskorišćenje svih potencijala zaposlenih, koji su stimulisani da izrađuju proizvode bez grešaka i dorada, a koji će po dokumentaciji odgovarati narednoj fazi proizvodnje.

*„Just-In-Time (JIT) predstavlja koncept planiranja i realizaciju proizvodnje, kao i nabavke sa definisanim principom – deo, skop, podsklop ili materijal je potreban u proizvodnom procesu samo u onom trenutku u kom taj deo, skop, podsklop ili materijal treba da bude ugrađen u proizvod ili poluproizvod (ni pre, ni posle nije moguće)“* [125].

#### 4.4.2.2. Kanban

*Kanban* predstavlja japansku reč koja u prevodu znači kartica. „*Indentifikacione kartice*“ su postavljene na kontenjerima (kutijama, kolicima) koji sadrže određene delove, skopove, podsklopove ili materijale koji su potrebni u proizvodnom procesu. Indentifikaciona kartica se sa novog kontejnera postavlja na signalizacionu tablu onog trenutka kada se počinju koristiti iz novog kontejnera delovi, skopovi, podsklopovi ili materijali, koji su potrebni u proizvodnom procesu, i na ovaj način se izbegava prekomerna proizvodnja [126].

*Taiichi Ohno (industrijski inženjer kompanije Toyota)* je definisao i uveo kanban sistem, posle radne posete FORD fabrikama u SAD, kada je video sistem kupovine u supermarketima [127].

*Kanban* predstavlja izvršnu metodu, koja preuzima informacije od planiranja proizvoda i materijala. Koja putem vizuelne signalizacije omogućava kontinuirani tok proizvodnje i obezbeđuje JIT [128].

*Kanban* usklađuje nivo zaliha sa stvarnom potrošnjom [129].

Da bi se uspostavio *Kanban* od izuzetnog značaja su sledeće aktivnosti:

- Pravilno isplaniran i određen optimalan broj delova, skopova, podsklopova ili materijala koji će biti stavljeni u kanban kontejnere;
- Definisana „*Indentifikaciona kartica*“ koja sadrži: indentifikacioni broj dela, opis dela, količina, „*tačka dopune*“ i „*tačka korišćenja*“;
- Kreiranje uspešnog signala, između „*tačke dopune*“ i „*tačke korišćenja*“, koje su povezane su stazom vučenja (*Pull Path*).

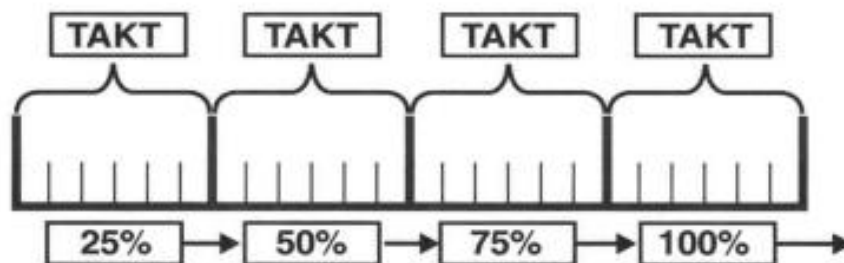
#### 4.4.2.3. Takt

Cilj Lean proizvodnje je fleksibilna, efektivna i efikasna proizvodna radna jedinica, koja je sposobna da proizvodi različite proizvode, sa minimalnim gubicima (proizvodni tok sa što je moguće manje zastoja).

Definisani takt uspostavlja ritam izlaženja gotovih proizvoda iz proizvodne jedinice. Tako da se na svaki takt jedan gotov proizvod ili jedan deo operacija na predmetu rada završava. Takt predstavlja količnik efektivnog (postojećeg) kapaciteta i definisanog plana proizvodnje na osnovu porudžbina kupaca, izražen u minutima (ili sekundama).



Vreme ciklusa proizvodnje kompletnog proizvoda u industrijskom preduzeću je znatno veće od vremena jednog takta, tako da predmet rada sekvencijalno prolazi kroz proizvodni sistem (gde je definisan svaki takt) sve dok se sve operacije na predmetu rada ne završe, slika 4.6.



Slika 4.6 Proizvodnja po taktu

Sa pravilno određenim taktom omogućeno je:

- Proizvodne linije su efektivnije i efikasnije, i lakše se kontrolišu;
- Uočavanje uskih grla proizvodnje;
- Definisane realnih planova proizvodnje u industrijskom preduzeću [130].

#### 4.4.2.4. Mapiranje toka informacija i materijala (*Value Stream Mapping*)

Mapiranje vrednosti toka informacija i materijala je metod za analizu trenutnog stanja i projektovanje budućeg stanja industrijskog preduzeća, gde se analiziraju sve aktivnosti koje dodaju vrednost proizvodu, kao i one aktivnosti koje ne dodaju vrednost proizvodu [131].

Mapiranje vrednosti toka informacija i materijala se vrši kako bi se lakše sagledao celokupan proizvodni sistem, gde se lako sagledava tok predmeta rada kroz celokupan proizvodni proces i gde se vide sve mane samog proizvodnog sistema, kao i potencijalna rešenja [131].

Mapiranje vrednosti toka informacija i materijala omogućuje:

- Spoznavanje ne samo gubitaka (waste), već i generatore tih gubitaka tokom celog proizvodnog procesa u industrijskom preduzeću, kroz mape trenutnog stanja;
- Osnovu za implementaciju LEAN proizvodnje, kroz mape budućeg stanja unapređenja svih procesa u industrijskom preduzeću;
- Detaljno opisivanje kako bi proces trebao da se odvija da bi se obezbedio neprekidan tok u industrijskom preduzeću.

#### **Mapiranje trenutnog stanja**

Jedan od velikih problema kod mapiranja trenutnog stanja toka informacija i materijala jeste sama objektivnost onoga ko vrši mapiranje, gde je potrebno tačno prikazati sve realne procese i aktivnosti u industrijskom preduzeću, i ne sme se dozvoliti da mapiranje predstavi procese i aktivnosti onako kako bi trebalo da izgledaju [131].

## Projektovanje budućeg izgleda

Prilikom projektovanja budućeg stanja toka informacija i materijala potrebno je implementirati *Kanban* (gde god je to moguće) koji će redukovati prekomernu proizvodnju, i otkriti uzročnike (*root cause*) prekomerne proizvodnje [131].

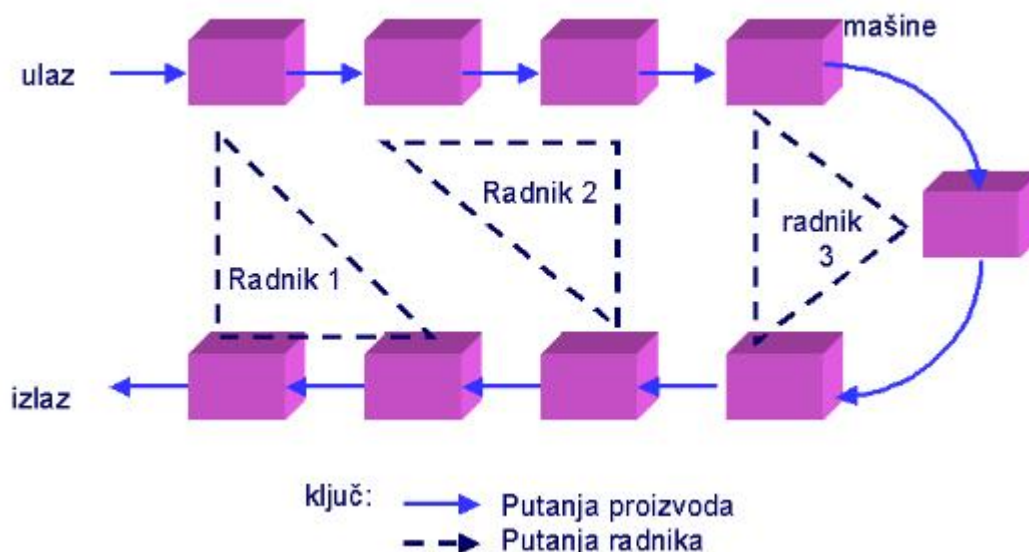
Da bi se buduće stanje toka informacija i materijala što bolje isprojektovalo, potrebno je pridržavati se sledećih pravila:

- Definisati realni takt proizvodnje - sinhronizacija proizvodnje;
- Definisati neprekidan tok proizvodnje uz minimalne zalihe delova, skopova, podsklopova ili materijala pre svake operacije;
- Definisati supermarket (Kanban);
- Japanska reč Heijunka - izjednačavanje proizvodnog miksa i određivanje obima proizvodnje;
- Proizvodnja svih proizvoda industrijskog preduzeća svakog dana.

### 4.4.2.5. Radne jedinice (*Work Cells*)

Radne jedinice (*Work Cells*) su osnov efektivne i efikasne proizvodnje u industrijskim preduzećima koje primenjuju LEAN metode i tehnike [121]. One predstavljaju grupu sredstava rada (mašine i oprema), alata i radnika (ljudskih resursa), raspoređenih tako da se ostvari neprekidni tok proizvodnje (*One Piece Flow*), koji je najčešće u obliku latiničnog slova U. Gde se minimizira kretanje radnika unutar jedne radne jedinice, ali je omogućeno da radnici obavljaju procese rade na različitim sredstvima rada unutar jedne radne jedinice, prikazan na slici 4.7.

Problemi kod radnih jedinica se ogledaju u tome da bilo koja vrsta zastoja jednog sredstva rada u radnoj jedinici inicira zastoj cele radne jedinice. Zato je aspekt kvaliteta na izvoru, brzine promene alata i modela izrade, obuke zaposlenih i njihov rad u timovima, kao i totalnog produktivnog održavanja od izuzetne važnosti.



Slika 4.7 Radna jedinica

#### 4.4.2.6. Standardizovan rad

Standardizovan rad predstavlja smanjenje mogućih varijacija u samom procesu proizvodnje, tako da proizvodni procesi, radna uputstva i definisane procedure u proizvodnji industrijskog preduzeća moraju biti detaljno i precizno određene. Isto tako visok nivo standardizacije proizvodnih procesa omogućava industrijskom preduzeću da lako proširi proizvodne kapacitete bez remećenja same proizvodnje.

Da bi se postigao standardizovani rad potrebno je definisati:

- Redosled standardnih operacija, gde se smanjuje broj varijacija u samom procesu izrade proizvoda, a samim tim se smanjuje i broj neusaglašenih proizvoda (škart ili dorada). Za definisanje standardnih operacija definišu se i svi pokreti zaposlenih u procesima proizvodnje (*MTM<sup>37</sup> postupak*);
- Standardno vreme (takt proizvodnje), kako bi se obezbedio neprekidan tok proizvodnje;
- Definisane minimalnih zaliha delova, skopova, podskopova ili materijala pre svake operacije koji obezbeđuje kontinuitet u proizvodnji;
- Radna uputstva i procedure svake operacije, koje trebaju da sadrže detaljan opis putem teksta, slika, šema, crteža i primera.

#### 4.4.2.7. Pet S (5S)

Pet S (5S) predstavlja skup pravila industrijskog preduzeća u organizaciji radnog mesta svakog zaposlenog, sa ciljem da sva radna mesta budu organizovana tako da efektivnost i efikasnost bude maksimalna, i da se maksimalno olakša rad svih zaposlenih [132].

Pet S (5S) predstavljaju pet reči sa početnim slovom S koje dolaze iz japanskog jezika, i to su:

- „*Seiri*“ - *poslušnost*;
- „*Selton*“ - *urednost*;
- „*Selso*“ - *čistoća*;
- „*Seiktau*“ - *savršenstvo*;
- „*Shitsuke*“ - *disciplina*.

Definicija reči sa početnim slovom S na engleskom jeziku, gde je značenje isto su:

- „*Sort*“ - *sortiraj*;
- „*Straighten*“ - *poslaži*;
- „*Shine ili Scrub*“ - *očisti*;
- „*Standardise ili Stabilise*“ - *standardizuj*. Izabрати najbolje postupke iz prakse za sortiranje, slaganje i čišćenje i pridržavati ih se;
- „*Sustain*“ - *održavaj*.

Definisana pravila 5S izabrana su kao najbolji postupci iz prakse i potrebno ih je standardizovati, a kasnije i održavati, putem obuka svih zaposlenih, sa ciljem da 5S postane deo korporativne prepoznatljivosti.

---

<sup>37</sup> MTM - *Methods Time Measurement*

#### 4.4.2.8. Jidoka (kvalitet na izvoru)

Da bi se u velikoj meri sprečili neusaglašeni proizvodi u industrijskom preduzeću glavni principi Jidoka metodologije su od velikog značaja, i oni su :

- Neposredna inspekcija od strane zaposlenih u procesima proizvodnje industrijskog preduzeća, sa ciljem da se u potpunosti eliminišu kontrolori kvaliteta gotovog proizvoda;
- Inspekcija izvora – istraživanje zašto i kako je došlo do grešaka i neusaglašениh proizvoda;
- Jasna odgovornost – kroz sledljivost proizvoda i proizvodnih procesa;
- Poka Yoke – jednostavne metode kontrole, gde su definisani jednostavni pribori, oprema i alati za laku upotrebu, u cilju neposredne inspekcije predmeta rada i sprečavanja da neusaglašeni predmeti rada pređu u sledeću fazu proizvodnje u industrijskom preduzeću;
- Stopiranje proizvodnje - kada se stvore ujednačeni, a u isto vreme neusaglašeni proizvodi, proizvodnja ili najčešće samo jedan deo proizvodne linije se zaustavlja, sve dok se uzrok ne otkrije i otkloni iz sistema. Veliki uticaj na stopiranje proizvodnje ima rekacija samih zaposlenih, koji su obučeni da prepoznaju neusaglašene proizvode u procesima proizvodnje [133].

#### 4.4.2.9. Vizuelni menadžment

Vizuelni menadžment predstavlja obaveštavanje zaposlenih u industrijskom preduzeću o KPI<sup>38</sup>, proizvodnim procedurama, radnim upustvima, kako bi proces same proizvodnje bio efektivan i efikasan. Oglasne table velikih dimenzija, kao i displeji, monitori i televizori u svim sektorima industrijskih preduzeća predstavljaju najefikasniji način komunikacije sa zaposlenima. Isto tako, vizuelni menadžment u potpunosti pomaže timovima zaposlenih, kao i pojedincima, da lakše savladaju komplikovane proizvodne procese i podstiču ih da dalje unapređuju proizvodne procese;

#### 4.4.2.10. Preventivno održavanje i totalno produktivno održavanje

Preventivno održavanje predstavlja postupke i procedure radi spečavanja sredstava rada da dođu u stanje otkaza, koje se postiže definisanjem minimalnih zaliha rezervnih delova sredstava rada, kao detaljnim, jasnim i kompletnim planovima preventivnog održavanja svih sredstava rada;

Totalno produktivno održavanje - TPM<sup>39</sup> dodeljuje osnovne preventivne poslove održavanja samim zaposlenima u industrijskom preduzeću, angažovanih sa samim procesima izrade proizvoda, kao što je osnovna kontrola sredstava rada pre početka samog korišćenja, čišćenje, podmazivanje i kalibracija. Svaki zaposleni u industrijskom preduzeću je zadužen da održava sredstva rada na kojima radi. Zaposleni su dužni da deluju proaktivno, nadgledaju i isprave moguće uzročnike otkaza sredstava rada. TPM takođe zahteva od zaposlenih u industrijskom preduzeću da informišu sektor održavanja u industrijskom preduzeću o stanju

<sup>38</sup> KPI - *Key Performance Indicator* / Ključni indikator performansi

<sup>39</sup> TPM - *Total Productive Maintenance*

sredstava rada i mogućim problemima. Isto tako sektor održavanja u industrijskom preduzeću je zadužen za generalne remonte, kompleksna preventivna održavanja, unapređenje opreme i sredstava rada, kao i obuku zaposlenih angažovanih u procesima proizvodnje nad definisanim sredstvima rada;

#### 4.4.2.10. Sveobuhvatna efektivnost opreme (OEE)

Sveobuhvatna efektivnost opreme - OEE<sup>40</sup> - je mera iskorišćenja svakog dela opreme i sredstava rada u industrijskom preduzeću, u odnosu na mogući/postojeći proizvodni kapacitet. Gde se analizira dostupnost opreme i sredstava rada, (koliko su oprema i sredstva rada bili u zastoju u odnosu na ukupno vreme aktivnosti) i iskorišćenost opreme i sredstava rada u odnosu na maksimalni projektovani kapacitet industrijskog preduzeća [134].

U cilju poboljšanja performansi industrijskog preduzeća, potrebno je definisati plan vezan za unapređenje OEE, u koji se sprovodi u sledećim fazama:

- Postići i održavati stabilni OEE;
- Optimizacija TPM, kroz angažovanje zaposlenih u malim timova i unapređenje njihovih znanja putem obuka;
- Postavljanje dostižnih ciljeva uvećanja OEE.

Rezultati OEE se koriste kao ključni indikator performansi (KPI).

#### 4.4.2.11. Kaizen

Kaizen predstavlja kontinuirano unapređenje procesa u industrijskom preduzeću, sa ciljem eliminisanja svih mogućih gubitaka. *Kaizen* reč je sastavljena od dve japanske reči:

- „*Kai*“ - izdvojiti;
- „*Zen*“ – popraviti.

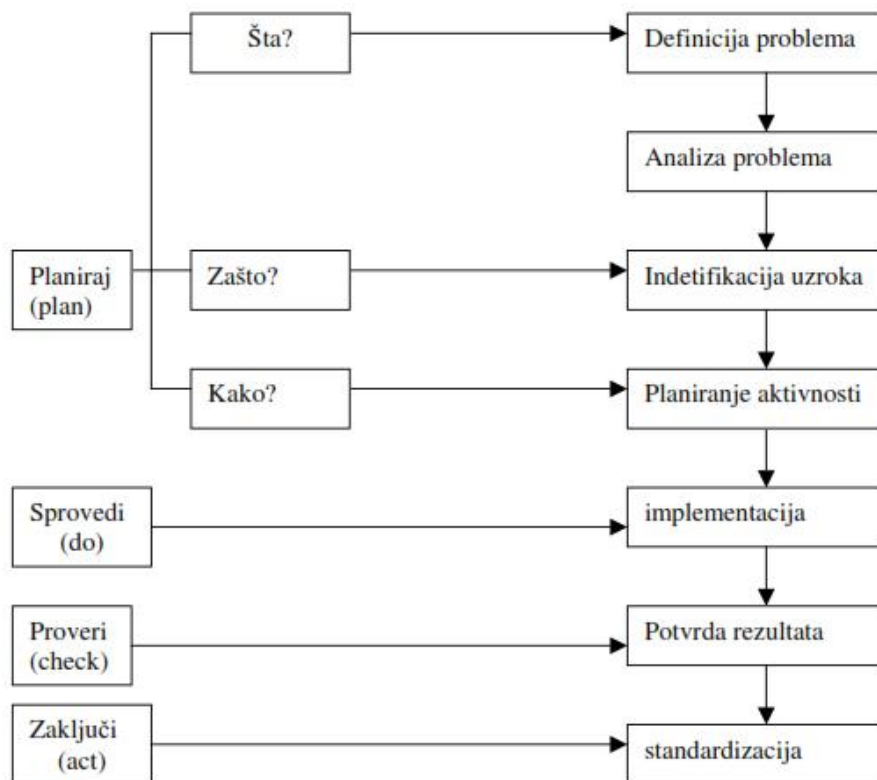
Principi *Kaizena* su :

- Glavna prednost industrijskih preduzeća su njeni zaposleni;
- Unapređenje procesa industrijskih preduzeća uvek treba podeliti na mala unapređenja;
- Ako se ukaže mogućnost za unapređenje proizvodnih procesa industrijskih preduzeća trebalo bi ga odmah implementirati;
- Informacije za planirano unapređenje trebale bi biti bazirane na kvantitativnim i statističkim metodama evaluacije proizvodnih procesa industrijskih preduzeća.

Tim koji sprovodi *Kaizen* treba da sačinjavaju radnici koji su upoznati sa procesom izrade proizvoda u industrijskom sistemu. Isto tako članove *Kaizen* tima treba osloboditi njihovih redovnih aktivnosti u industrijskom preduzeću, jer se na taj način zaposleni fokusiraju samo na *Kaizen*, i u rad u *Kaizen* grupi [135]. Svakodnevne aktivnosti jednog *Kaizen* tima u industrijskom preduzeću su prikazani na slici 4.8.

<sup>40</sup> OEE - Overall Equipment Effectiveness

LEAN preduzeća su prepoznatljiva po brzini implementacije inovacija i unapređenja proizvodnje [136]. Standardizacija usvojenih unapređenja, i njihovo konstantno sprovođenje eliminišu mogućnost ponavljanja grešaka i neusaglašenih proizvoda, i isto tako smanjuju varijacije u svim procesima, što je ključan aspekt u kontroli kvaliteta [137].



Slika 4.8 Redosled aktivnosti u Kaizen događaju

## 5. Metodološke osnove razvoja informacionih sistema

Postoji više metodologija i postupaka pri projektovanju informacionih sistema. Međutim, svi ti postupci su utemeljeni na nekim osnovnim principima koji se moraju poštovati.

Osnovni principi projektovanja informacionih sistema su:

- Princip modularnosti<sup>41</sup>, koji obezbeđuje olakšan, jednostavan i efikasan proces modelovanja i inovacije sistema, kao i jednostavnije održavanje sistema koji je u funkciji;
- Princip fleksibilnosti, sposobnost samog informacionog sistema da na osnovu informacionih potreba korisnika sistema odgovori na kvalitetan način, čak i u onim slučajevima kada te potrebe nisu bile indentifikovane u okviru sistem analize;
- Princip jedinstvenosti, jednom realnom sistemu trebalo bi, u načelu, pridružiti jedan informacioni sistem;
- Princip rada u realnom vremenu, informacioni sistem mora u realnom vremenu odgovoriti na postavljeni zahtev korisnika;
- Princip efektivnosti, obuhvata parametre kao što su: efektivnost sistema, kvalitet i rezultat procesa, pouzdanost sistema, funkcionalna podobnost sistema, cena procesa i rezultata. Ovde bi trebalo napomenuti da se ne teži postizanju maksimalnih vrednosti, već postizanju onih vrednosti koje daju zadovoljavajuće rešenje za konkretan slučaj [138].

Tokom razvoja informacionih sistema podržanih računarom, razvijeno je više pristupa u projektovanju i razvoju informacionih sistema. Oni koji su najaktuelniji odnosno koji su najviše u upotrebi su:

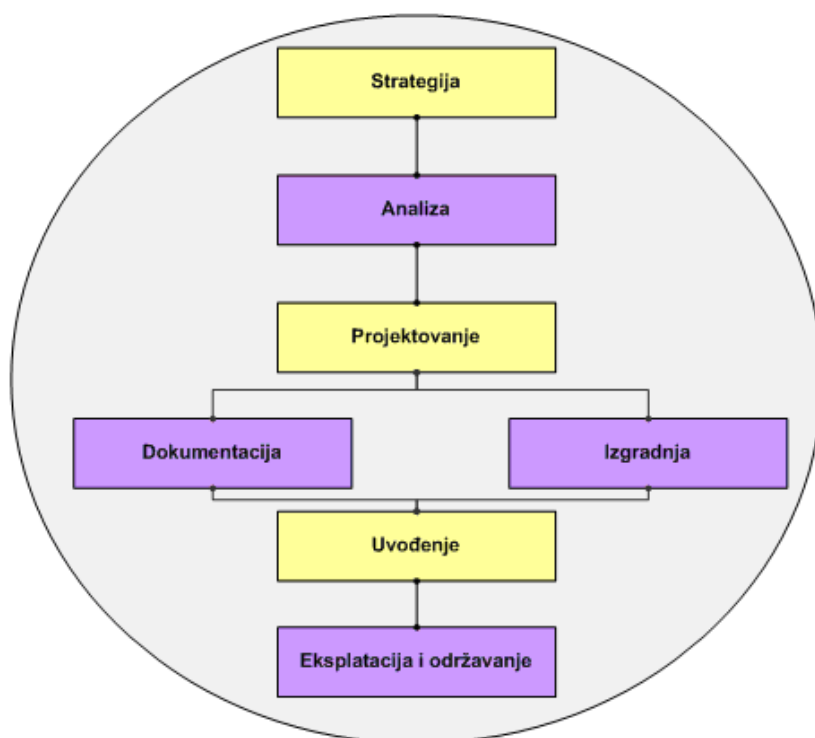
- Metodologija životnog ciklusa – najkonzistentniji, najkompletniji i jedini standardizovan pristup;
- Prototipski pristup;
- Objektivno – orijentisan pristup;
- Agilni pristupi;
- Kombinovani (mešoviti) pristupi.

### 5.1. Metodologija životnog ciklusa

Informacioni zahtev, definisan kao potreba samih korisnika za informacijom predstavlja najbitniji deo u metodologiji životnog ciklusa. Pri svakoj promeni informacionih zahteva menja se i sama struktura informacionog sistema. Metodologija životnog ciklusa primenjuje sa na niz hardverskih i softverskih konfiguracija, jer sam sistem može biti sastavljen samo od hardvera, samo softvera ili kombinacije oboje [139]. Hronološki sled aktivnosti kod Metodologije životnog ciklusa predstavljen je na slici 5.1.

---

<sup>41</sup> Modul – predstavlja podsistem samog sistema formiran na osnovu kriterijuma zaokruženosti nekog procesa. Grupisanje procesa u module se vrši na osnovu srodnosti ulaza i izlaza, procesa i eksternih subjekata.



Slika 5.1 Metodologija životnog ciklusa

**Strategija** obuhvata sledeće korake:

- Planiranje projekta;
- Indetifikacija realnog (objektnog) sistema;
- Izrada osnovne ideje informacionog sistema;
- Dobijanje saglasnosti za dalji rad.

**Analiza** obuhvata sledeće korake:

- Detaljno snimanje realnog (objektnog) sistema;
- Izrada konceptualne šeme baze podataka;
- Određivanje softvera i hardvera;
- Definisane standarda, pravila i osnovnih podloga za buduće faze.

**Projektovanje** obuhvata sledeće korake:

- Definisane strukture programske podrške;
- Definisane programske specifikacije;
- Definisane podšema i pogleda;
- Definisane fizičke strukture baze podataka;
- Definisane podloga za naredne faze.

**Izgradnja** obuhvata sledeće korake:

- Instaliranje i testiranje hardvera i softvera;
- Izrada i testiranje programa;
- Implementacija i podešavanje baze podataka;
- Testiranje samog informacionog sistema;
- Definisane podloga za naredne faze.



**Dokumentacija** obuhvata sledeće korake:

- Kreiranje projektne dokumentacije;
- Kreiranje korisničkih uputstava.

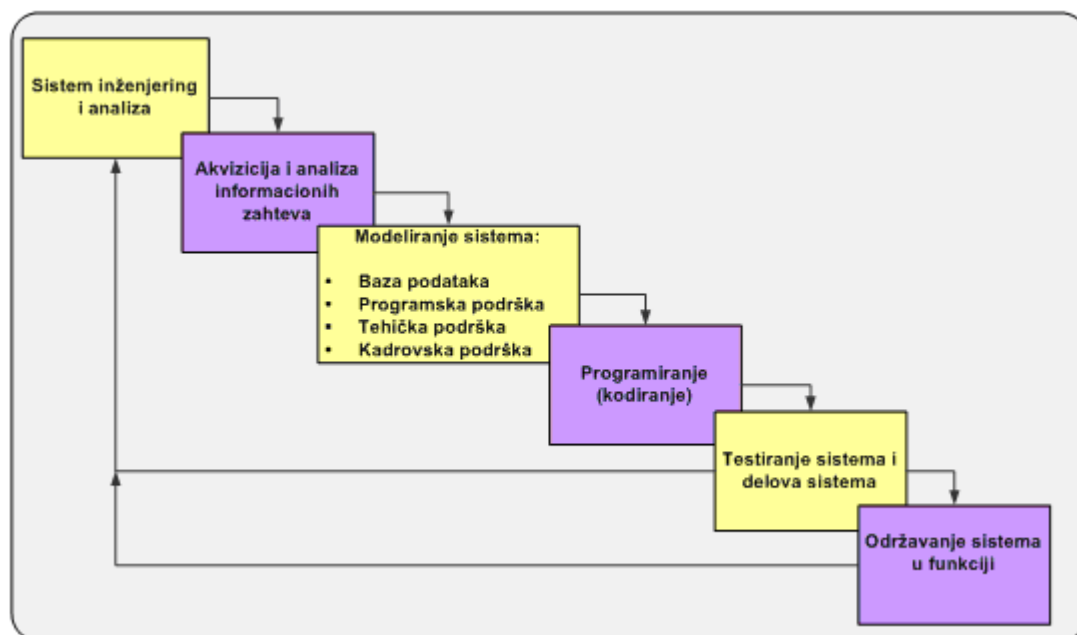
**Uvođenje** obuhvata sledeće korake:

- Obuka svih korisnika;
- Prelazak na novi postavljen informacioni sistem.

**Eksploatacija i održavanje** obuhvata sledeće korake:

- Korišćenje novog informacionog sistema;
- Otklanjanje grešaka, koje su uočene tokom korišćenja informacionog sistema;
- Praćenje performansi samog informacionog sistema;
- Podešavanje postojećih informacionih zahteva korisnika informacionog sistema i utvrđivanje novih informacionih zahteva [138].

Postupak projektovanja informacionog sistema Metodologijom životnog ciklusa može biti predstavljen i na način prikazan na slici 5.2.



Slika 5.2 Postupak projektovanja informacionog sistema metodologijom životnog ciklusa

U postupku samog projektovanja informacionog sistema Metodologijom životnog ciklusa, slika 5.2, za obavljanje narednog koraka (aktivnosti) neophodno je da se u potpunosti obavi predhodni korak (aktivnost), i sama metodologija se naziva i „waterfall“ [140].

Metodologija životnog ciklusa ide prirodnim tokom i u potpunosti je standardizovana što predstavlja veliku prednost u odnosu na ostale navedene pristupe, dok je jedan od najvećih nedostataka potrebno vreme za kompletnu izgradnju informacionog sistema.

## 5.2. Prototipski pristup

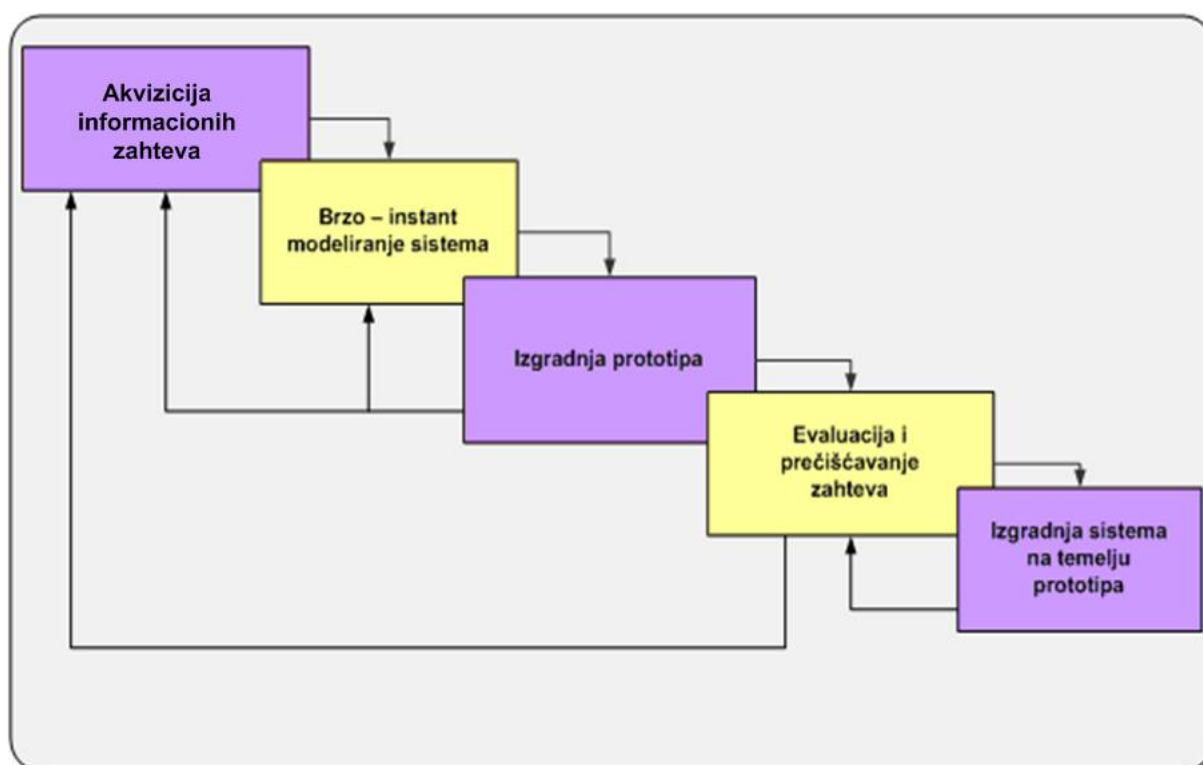
Prototip informacionog sistema daje mogućnost budućim korisnicima da sami procene predloge za dizajn eventualnog novog proizvoda, tako što će ih isprobati, umesto da moraju da procene dizajn na osnovu opisa i dokumentacije [141].

Prototip informacionog sistema je rezultat „brzog“ projektovanja i izgradnje, a dobijeni rezultati projektovanja su dobijeni primenom savremenih CASE<sup>42</sup> alata [138].

Prototip informacionog sistema sasvim liči u funkcionalnom smislu na realni informacioni sistem. Elementi baze podataka sadrže samo logičku konzistenciju, programska podrška nije u definitivnom kodu, već je to improvizovani program [138].

Glavna prednost ove metodologije je skraćanje vremena doterivanja, podešavanja i dovođenja u funkcionalnu podobnost informacionog sistema, gde je sve zasnovano na odbacivom i neodbacivom (nadogradivom) prototipu.

Prototipski pristup razvoja i izgradnje informacionih sistema se može prikazati slikom 5.3:



Slika 5.3 Prototipski pristup pri razvoju i izgradnji informacionog sistema

Prednosti prototipskog pristupa:

- Budući korisnik učestvuje u izradi informacionog sistema;
- Veće zadovoljstvo budućih korisnika informacionog sistema;
- Efikasnije postizanje definisanih i očekivanih rezultata;

<sup>42</sup> CASE - *Computer Aided Software Engineering* / Računarom podržano softversko inženjerstvo

Nedostaci prototipskog pristupa:

- Nerealna očekivanja budućih korisnika informacionog sistema u pogledu realizacije konačnog rešenja, jer je bio brzo napravljen prototip;
- Projektna dokumentacija nije zadovoljavajuća.

### 5.3. Objektno-orijentisani pristup

Objektno orijentisani pristup izgradnje informacionog sistema je proces koji se sastoji iz dve faze:

- Objektno-orijentisane analize (OOA<sup>43</sup>) - gde je najznačajniji segment potpuno shvatanje i upoznavanje sa realnim (objektnim) sistemom, nakon čega se izvršavaju sledeće aktivnosti:
  - o Identifikacija klasa i objekata;
  - o Identifikacija struktura;
  - o Identifikacija teza;
  - o Definisane obeležja;
  - o Definisane ponašanja (metoda, usluga) [138].

Sve aktivnosti koje se preduzimaju u okviru opisane objektno-orijentisane analize (OOA) imaju cilj da formiraju model realnog (objektnog) sistema, koji bi sadržao – kako specifikaciju tog postojećeg sistema, tako i eventualne korisničke zahteve u smislu njegove eventualne izmene [138].

- Objektno-orijentisanog dizajna/projektovanja (OOD<sup>44</sup>); koje obuhvata:
  - o Projektovanje komponenta naznačenog domena;
  - o Projektovanje komponente ljudske interakcije sa informacionim sistemom;
  - o Projektovanje komponente upravljanja zadacima i procedurama;
  - o Projektovanje komponente upravljanja podacima.

Tokom objektno-orijentisanog dizajna/projektovanja (OOD), programer primenjuje ograničenja implementacije na konceptualni model proizveden u objektno-orijentisanoj analizi (OOA) [142].

### 5.4. Larmanova metoda

Larmanova metoda razvoja softvera, slika 5.4, koristi upotrebu uzora (*“najboljih praksi”*) i objektno-orijentisanog pristupa, gde se primenjuje grafički jezik za modelovanje sistema programske podrške - *UML (Unified Modeling Language)*.

Životni ciklus softvera u Larmanovoj metodi se implementira kroz konstantno usavršavanje i uvećanje sistema kroz velik broj razvojnih ciklusa analize, projektovanja, implementacije i testiranja. Ovom metodom se dobija postepeni rast željenog sistema sa konstantnim dodavanjem novih i unapređenjem starih funkcionalnosti, i to se postiže sa svakim novim razvojnim ciklusom.

<sup>43</sup> OOA - *Object Oriented Analysis*

<sup>44</sup> OOD - *Object Oriented Development*

Zahtevi budućih korisnika informacionih sistema predstavljaju svojstva i uslove koje informacioni sistem mora da zadovolji, i oni se postavljaju po kategorijama prema FURPS+<sup>45</sup> modelu [143].

Razvoj softvera perma Larmanovoj metodi ima sledeće faze:

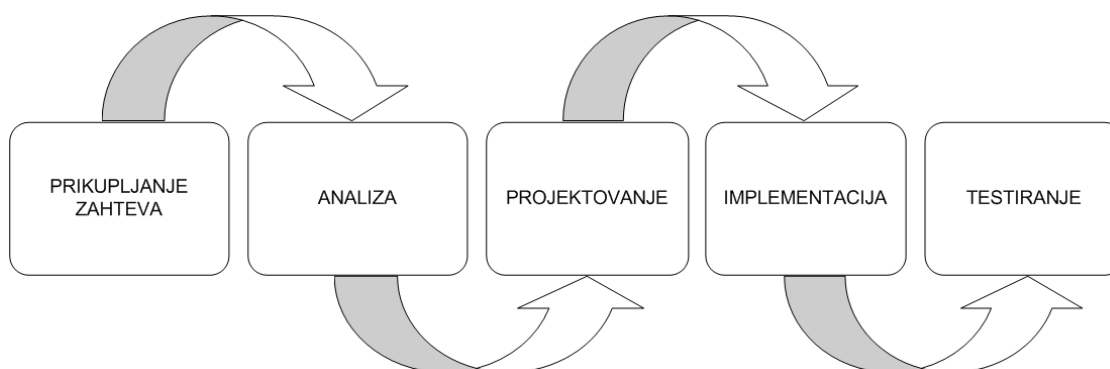
- Prikupljanje zahteva;
- Analiza;
- Projektovanje;
- Implementacija;
- Testiranje.

Prednosti Larmanove metode:

- Nezavisnost korišćenja razvojnih ciklusa;
- Bliskost i jednostavnost metode za razvojni tim.

Nedostaci Larmanove metode:

- U velikoj meri nedostaju detaljni opisi svih aktivnosti za upravljanje razvojnim timom i projektom;
- Upravljanje rizikom projekta nije definisano.



Slika 5.4 Larmanova metoda razvoja softvera

## 5.5. Agilni pristupi

U postupcima razvoja informacionih sistema veoma je česta pojava kašnjenja samih projekata, i često dolazi do prekoračenja definisanog budžeta projekta i definisanih vremenskih rokova same realizacije projekata. Konstantno uvećanje složenosti tehnologije i česte izmene samih korisničkih zahteva, su doprineli nastanku novih *agilnih pristupa* razvoja informacionih sistema.

Po samim osobinama *agilni* pristupi su prilagodljiviji promenama, i omogućavaju samim korisnicima aktivno učešće u svim fazama i aktivnostima razvoja informacionih sistema.

Brzina razvoja informacionih sistema u sadašnje vreme je nešto čime se agilni pristup suočio i pokazao dobre rezultate. Sama ideja agilnog pristupa se zasniva na

<sup>45</sup> FURPS+ model – *Functional* / Funkcionalnost, *Usability* / Upotrebljivost, *Reliability* / Pouzdanost, *Performance* / Performanse i *Supportability* / Podrživost

efikasnosti u realizacijama promena koje nastaju, a to se dobija ako razmena informacija između timova (osoba) koji razvijaju informacijski sistem bude u što kraćem vremenskom intervalu, od samog početka donošenja neke odluke, do povratne informacije o samoj odluci.

Najvažniji faktor u razvojnim *agilnim* timovima su sigurno same kompetencije pojedinaca. Tu kvalitet i znanje pojedinaca koji rade na realizaciji projekta dolazi do izražaja i u velikoj meri o toga zavisi realizacija očekivanog cilja.

Uspeh *agilnog* pristupa se u velikoj meri pokazao na kompleksnim i ekstremnim projektima u kojima ima veliki broj promena.

Agilni manifest koji služi da se prikažu osnovni principi ovog pristupa su:

- Pojedinci i interakcija važniji su od procesa i alata;
- Softver koji radi važniji je od detaljne dokumentacije;
- Kolaboracija s korisnikom važnija je od ugovornog pregovaranja;
- Odgovor na promenu važniji je od praćenja plana.

Najpoznatiji agilni pristupi su:

- Ekstremno programiranje (*XP*);
- *Scrum*, slika 5.4. je kreiran za timove od tri do devet članova, koji svoj rad mogu završiti u vremenski ograničenim iteracijama, nazvanim "*sprintovi*", ne duže od jednog meseca i najčešće dve nedelje, a zatim prate napredak, i modifikuju se planovi u kratkim „*stand-up*“ sastancima, koji se nazivaju dnevni *Scrum* [144, 145];
- *FDD (Feature Driven Development)*;
- Metodologija razvoja dinamičkog sistema (*DSDM*),
- *ASD (Adaptive Software Development)*;

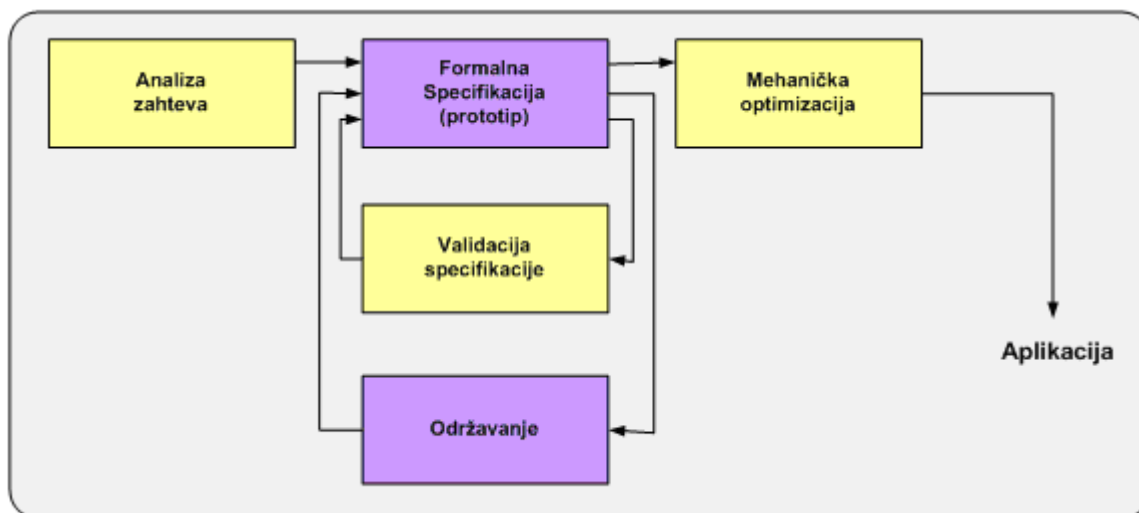


Slika 5.5 Agilni pristup, Scrum

## 5.5. Kombinovane metodologije razvoja informacionih sistema

Kombinovane metodologije uzimaju sve prednosti popularnih metodologija, pokušavajući izbeći sve njihove nedostatke. Najpoznatije kombinovane metodologije razvoja informacionog sistema su:

- Operacionalna/transformaciona metodologija, prikazana na slici 5.6;
- Modifikovana metodologija životnog ciklusa (gde je implementiran prototipski pristup u fazi analize i ne zahteva potpunu sekvencijalnost faza, već postoji njihovo preklapanje sa neizbežnim iteracijama) [138];



Slika 5.6 Operacionalni / transformacioni pristup u razvoju i izgradnji informacionog sistema

U okviru ove disertacije korišćen je kombinovan metodološki pristup baziran na:

- Metodologiji životnog ciklusa;
- Prototipskom pristupu;
- Objektno-orijentisanom pristupu;
- Larmanova metoda.

## 6. Razvijeno softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima

U okviru ovog istraživanja sprovedena je studija slučaja u izabranom industrijskom preduzeću, sa implementiranim ERP sistemom, koji nema implementiran MES sistem, ali ima razvijeno i implementirano softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima. Izabrano industrijsko preduzeće:

Industrijsko preduzeće A - industrijsko preduzeće, srednje veličine, Republika Srbija.

Industrijsko preduzeće A posluje u automobilskoj industriji, implementirani standard IATF 16949<sup>46</sup>, implementirani ERP sistem INFOR - Xpert. Broj zaposlenih 2.300, rad u tri smene, nedeljna proizvodnja 525.000 komada proizvoda (750 različitih vrsta proizvoda). Ove informacije ukazuju da u industrijskom preduzeću A je zastupljen manuelni rad, sa velikim brojem obavljenih obuka zaposlenih, gde se mora pratiti produktivnost svakog zaposlenog, a u isto vreme fleksibilnost mora biti na visokom nivou.

Osnovne metode i tehnike LEAN koncepta za unapređenje svih procesa proizvodnje su definisane i primenjene.

U razvijenom softverskom rešenju za podršku upravljanju industrijskim preduzećima je prikazan model (*koji je povezan sa ERP sistemom INFOR-Xpert*) sa sledećim modulima :

- Planiranje i praćenje proizvodnje;
- Planiranje kapaciteta proizvodnje;
- Planiranje ljudskih resursa i obuka;
- Kvalitet proizvoda i proizvodnih procesa;
- Održavanje;
- Analiza performansi/KPI [2].

Pre razvoja i implementacije softverskog rešenja urađeno je mapiranje toka informacija i materijala (*Value stream mapping*) u cilju sagledavanja samog realnog sistema [1]. Na slici 6.1 može se videti *Value stream mapping* – stanja u prošlosti, a na slici 6.2 može se videti *Value stream mapping* – projekat budućeg stanja Industrijskog preduzeća A.

Rezultati *Value stream mapping* – stanja u prošlosti, Industrijsko preduzeće A:

- ERP sistem Industrijskog preduzeća A definiše nedeljne, ali ne dnevne i smenske planove proizvodnje proizvoda i poluproizvoda;
- Ne postoji praćenje realizacije proizvodnje, stanja materijala prema BOM u realnom vremenu;
- Dokumentacija putem papira usporava sve procese u Industrijskom preduzeću A;
- Otežano je praćenje performansi/KPI;

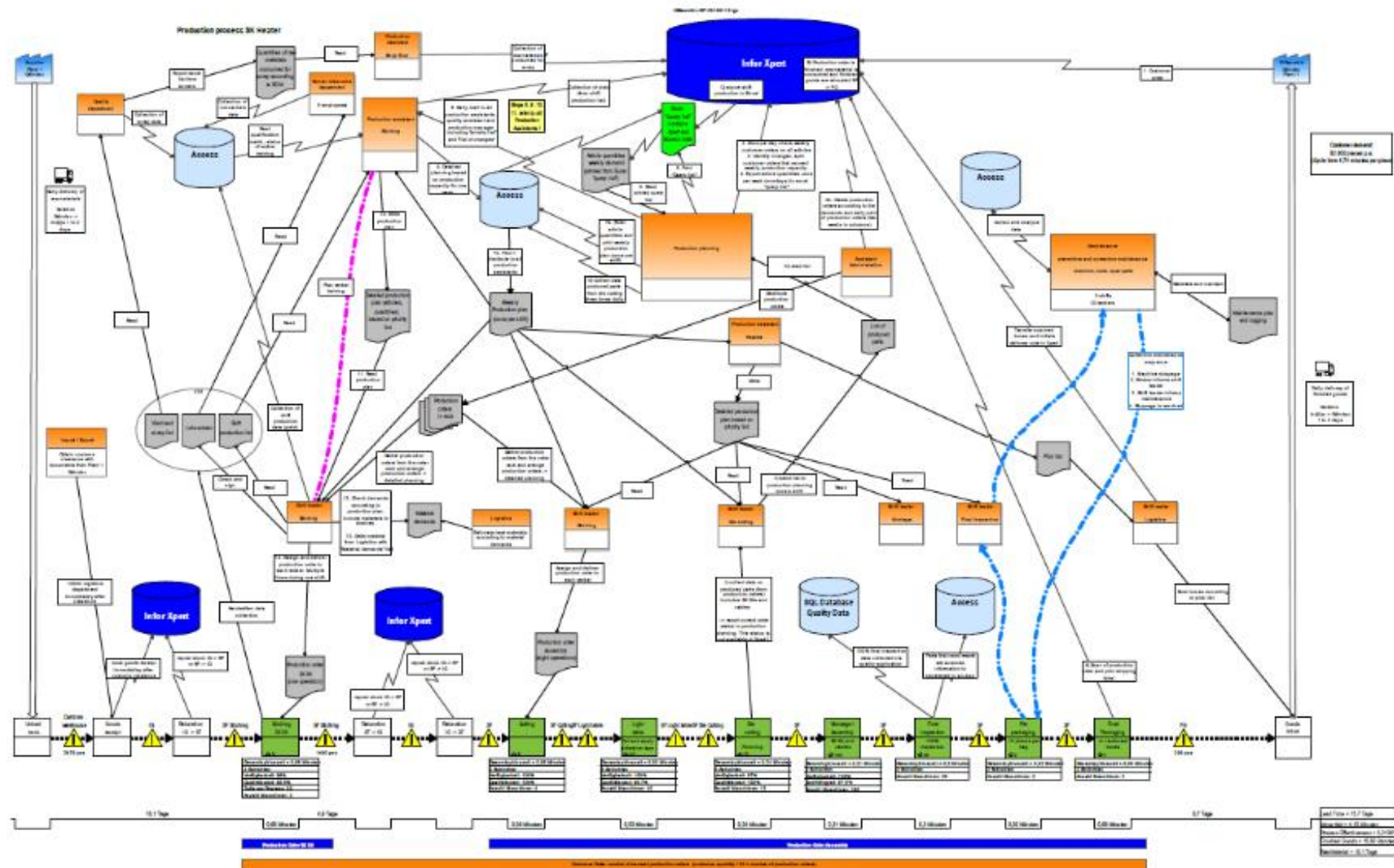
<sup>46</sup> IATF 16949 - *International Automotive Task Force* / Sistem menadžmenta kvalitetom – Posebni zahtevi za primenu ISO 9001:2000 za proizvođače automobila i rezervnih delova

- Sistem održavanja / preventivno održavanje ne prati planove proizvodnje;
- Obuke zaposlenih postoje, ali nisu iskorišćene.

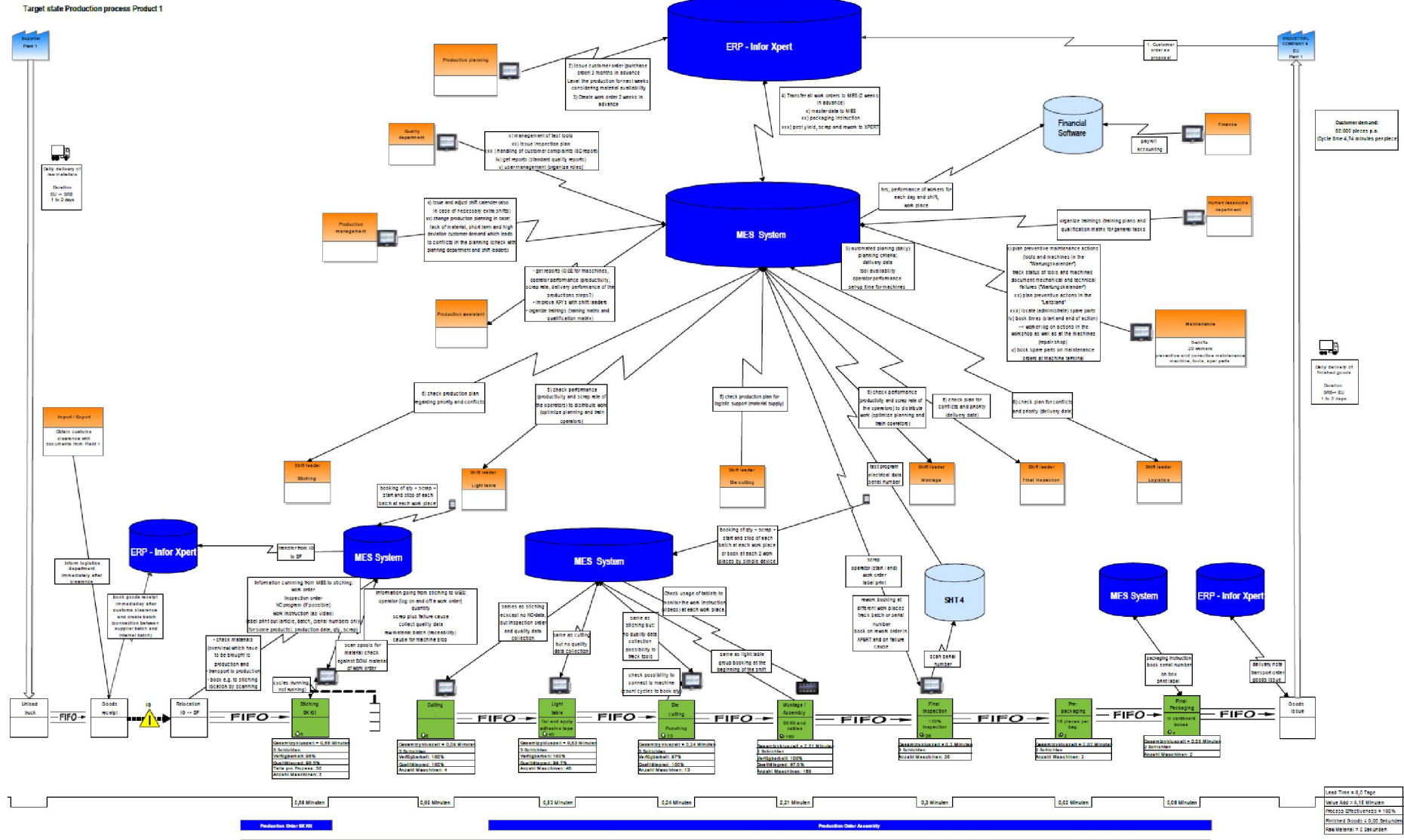
Rezultati *Value stream mapping* – projekat budućeg stanja slika 6.2, Industrijsko preduzeće A:

- Dnevni i smenski planovi proizvodnje proizvoda i poluproizvoda;
- Praćenje realizacije proizvodnje, stanja materijala prema BOM u realnom vremenu;
- Smanjena dokumentacija putem papira na minimum;
- Omogućeno praćenje svih performansi/KPI;
- Sistem održavanja / preventivno održavanje prati planove proizvodnje;
- Obuke zaposlenih se prate i validiraju;
- Smanjeno je vreme potrebno za planiranje i realizaciju proizvodnje;
- Smanjenje nepotrebnih koraka u sklopu radnih procesa, koji ne dodaju vrednost proizvodima [1];
- Zaposleni dobijaju veću odgovornost [1].





Slika 6.1 Value Stream Mapping – stanje u prošlosti, Industrijsko preduzeće A



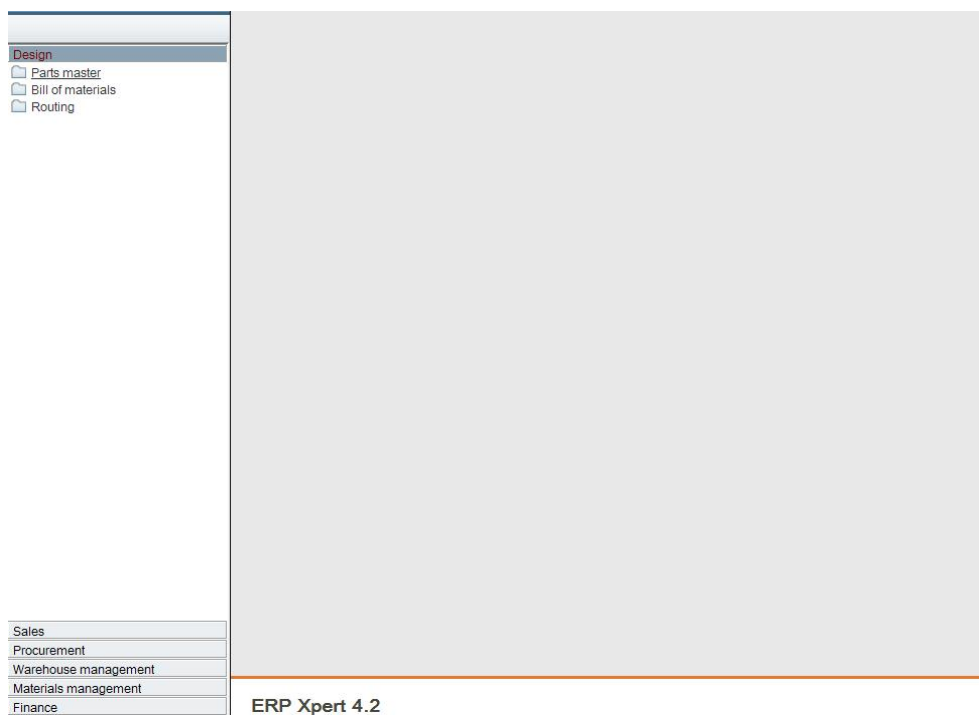
Slika 6.2 Value Stream Mapping – projekt budućeg stanja, Industrijsko preduzeće A

## ERP sistem - Industrijsko preduzeće A

ERP sistem Industrijskog preduzeća A, slika 6.3, je proizvod kompanije INFOR i naziv tog ERP sistema je Xpert. Taj ERP sistem podržava većinu funkcija većine ERP sistema, ali na nivou menadžmenta kompanije koja se nalazi na više proizvodnih lokacija, bez detaljnog procesa praćenja i planiranja proizvodnje u svakoj od tih lokacija.

Osnovne funkcije ERP sistema – Xpert su:

- Osnovni podaci o proizvodima i BOM;
- Nedeljni, mesečni i godišnji plan proizvodnje;
- Stanje materijala u proizvodnji, magacinu i u dolasku;
- Otpremnice.



Slika 6.3 ERP sistem / Xpert - Industrijsko preduzeće A



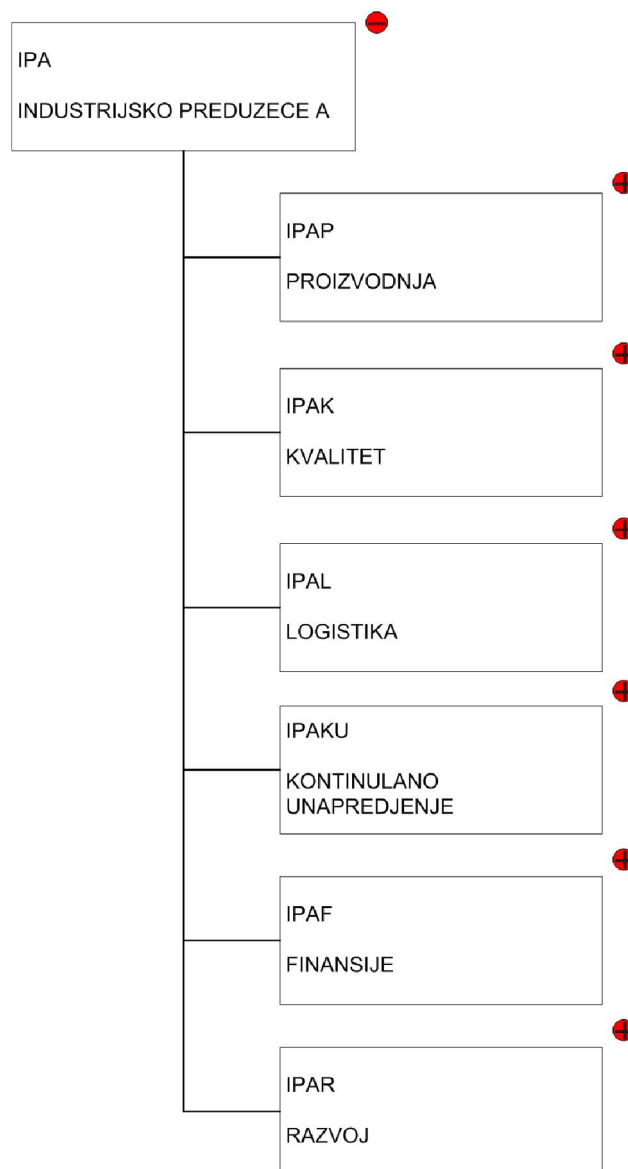
Slika 6.4 Nedostatak ERP sistema - Xpert

Nedostatak ERP sistema – Xpert, slika 6.4, se ogleda u tome da se praćenje svih procesa planiranja i realizacije proizvodnje odvija manualno. Tu se ukazala potreba za kreiranjem i implementacijom softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima - Industrijsko preduzeće A. Kao jedan vid MES sistema.

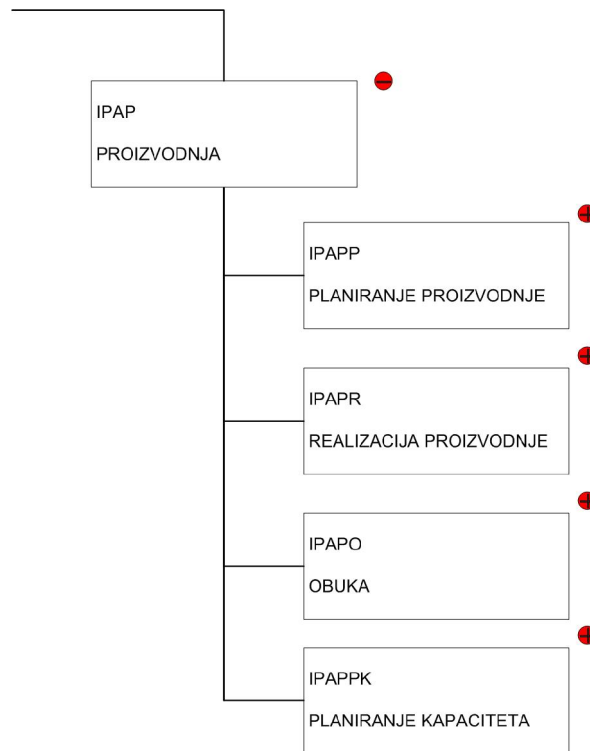
6.1. Konceptualno projektovanje i implementaciona šema baze podataka softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima - Industrijsko preduzeće A

6.1.1. Hijerarhijska struktura procesa - Industrijsko preduzeće A

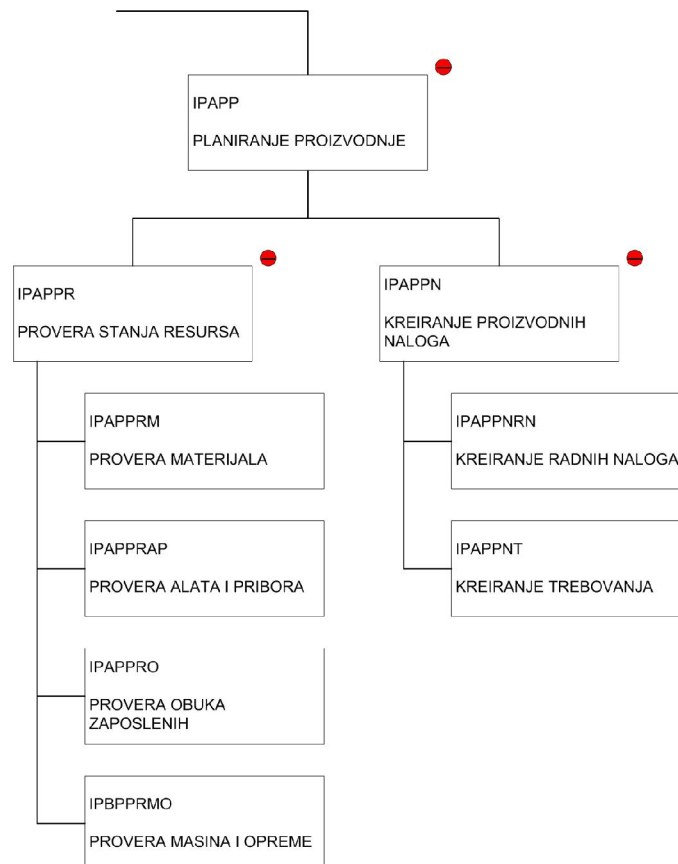
Funkcionalna dekompozicija sistema za Industrijskog preduzeća A se prikazuje putem hijerarhijskih dijagrama, slika 6.5, slika 6.6, slika 6.7 gde se iskazuje i struktura programske podrške informacionog sistema. Svaka funkcija istovremeno predstavlja i proces u budućim dijagramima toka podataka.



Slika 6.5 Hijerarhijska struktura procesa – Industrijsko preduzeće A



Slika 6.6 Hijerarhijska struktura procesa sektora proizvodnja - Industrijsko preduzeće A



Slika 6.7 Hijerarhijska struktura procesa planiranja proizvodnje - Industrijsko preduzeće A

### 6.1.2. Implementaciona šema baze podataka softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima - Industrijsko preduzeće A

Baza podataka predstavlja sliku realnog sistema industrijskog preduzeća A izrađenu pomoću modela podataka visokog nivoa. Projektant baze podataka, poštujući sve zahteve koji se postavljaju pred neki informacioni sistem za koji se baza projektuje, treba da osmisli i prezentuje model podataka.

Izgradnja svake baze podataka zahteva postojanje:

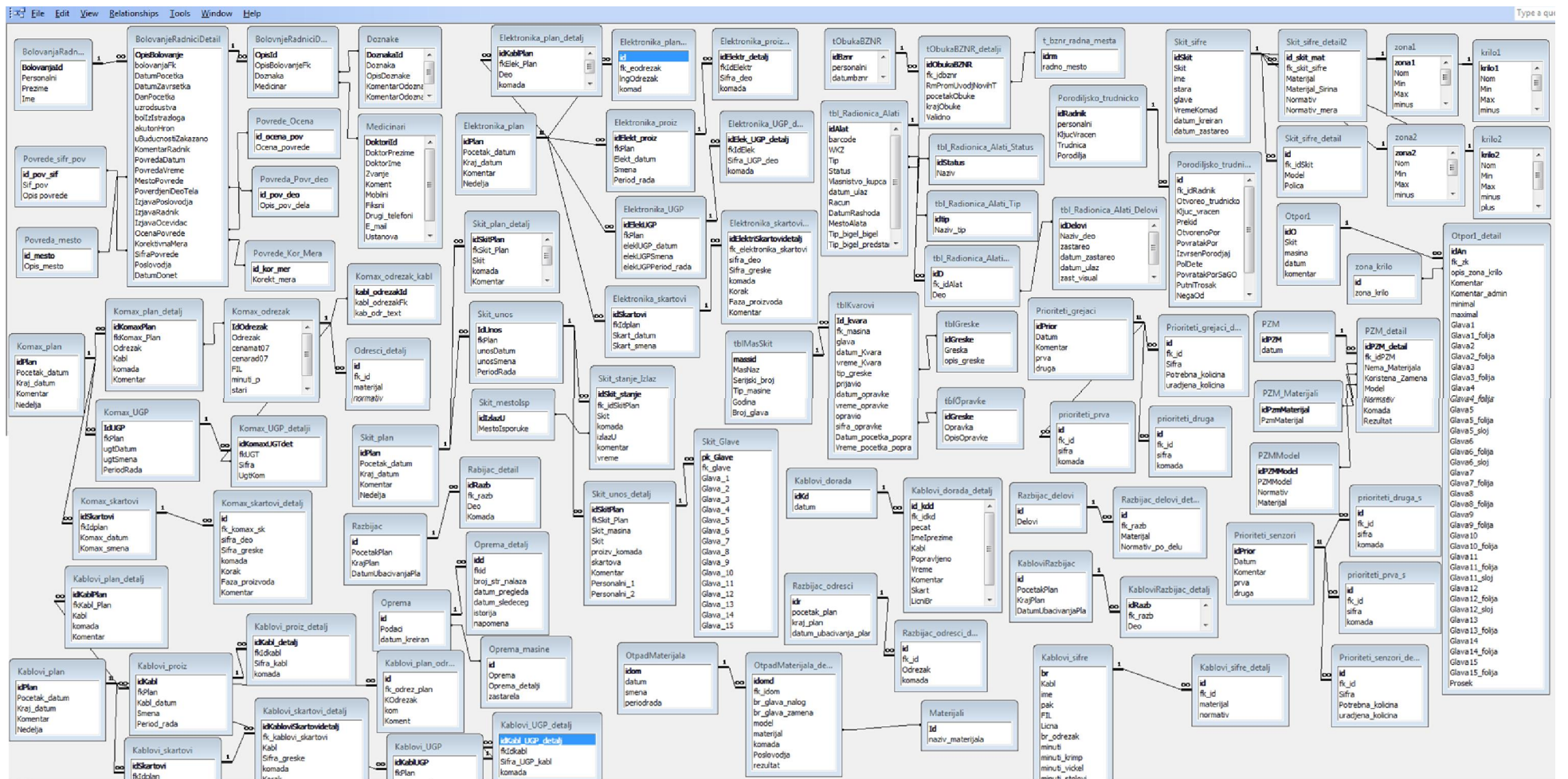
- Konceptualne šeme (šema ili globalni pogled);
- Eksterne šeme (šeme pogleda);
- Implementacione šeme;
- Interne šeme baze podataka.

Ova četiri nivoa modeliranja predstavljaju model baze podataka nekog informacionog sistema. Svaka šema predstavlja jedan nivo opisa podataka za model realnog sistema. Najvažnije mesto zauzima konceptualna šema, kojim se predstavlja model statičke strukture realnog sistema ili struktura nad skupom koncepta. Koncept može biti skup sličnih objekata ili događaja. Pri izgradnji konceptualne šeme polazi se od jednostavnijih ka složenijim konceptima sve do samog modela realnog sistema.

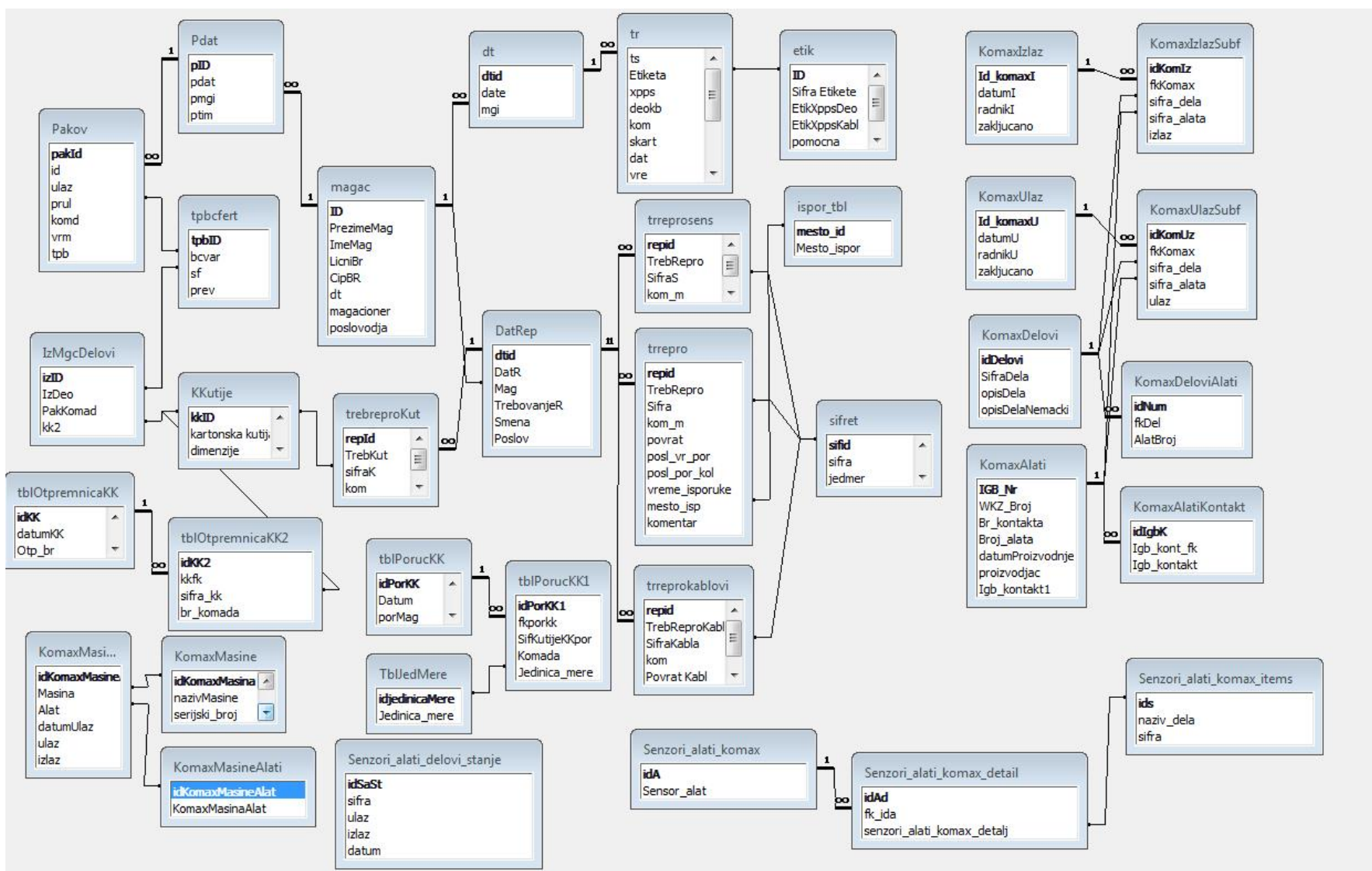
Baza podataka se može opisati sa više eksternih šema, koje predstavljaju pogled jednog ili grupe korisnika na određeni deo baze podataka definisan njihovim radnim zadatkom koji se odnosi na neki deo realnog sistema i njemu pridruženi deo baze podataka. Ovi korisnici pristupaju bazi podataka putem tzv. korisničkih programa, aplikacija, pomoću kojih se delom realizuje koncept automatizovanog upravljanja proizvodnim sistemima. Svaka eksterna šema predstavlja jedan deo konceptualne šeme, koji sadrži apstraktan opis podataka potrebnih za specifičnu realizaciju radnih zadataka korisnika. Zahtev da konceptualna šema bude nezavisna od konkretnog SUBP, nametnuo je potrebu za uvođenja implementacione šeme. Implementaciona šema predstavlja sliku konceptualne šeme. Ta slika je definisana pomoću koncepta onog modela podataka, na kojem je zasnovan SUBP, putem kojeg treba da se realizuje baza podataka [36].

Implementaciono projektovanje ima zadatak da nakon sprovedene analize i modeliranja, kojima su utemeljene podloge za budući informacioni sistem, izvrši:

- Transformaciju konceptualne šeme baze podataka i eksternih šema u implementacionu šemu baze podataka slika 6.8, slika 6.9, slika 6.10, a zatim i kreiranje fizičke strukture baze podataka [146];
- Transformaciju hijerarhije poslovnih funkcija realnog sistema u strukturu specifikacija aplikacija informacionog sistema, a zatim i izgradnju aplikacija pojedinih procesa [146].

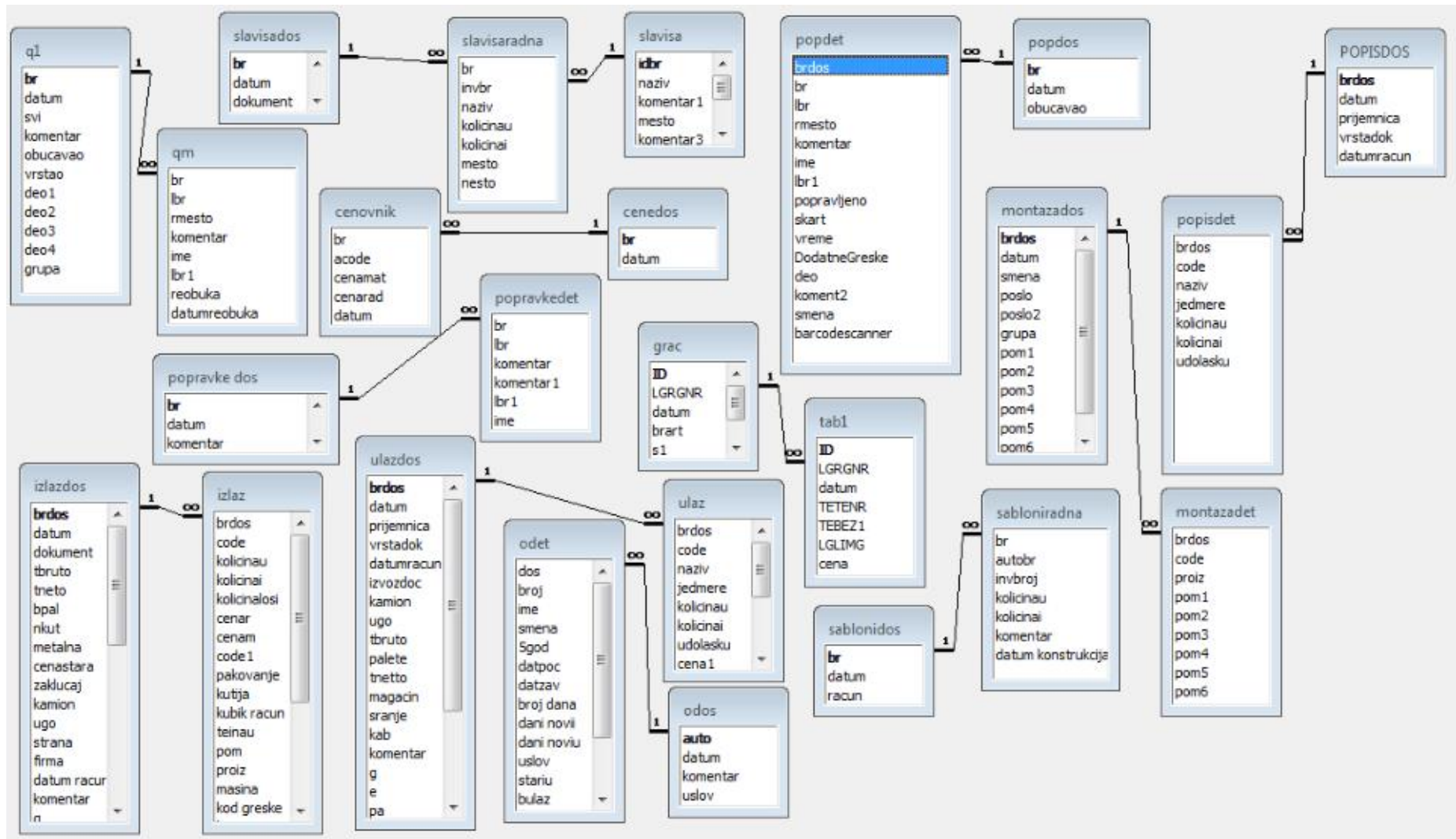


Slika 6.8 Implementaciona šema baze podataka 1 - Industrijsko preduzeće A



Slika 6.9 Implementaciona šema baze podataka 2 - Industrijsko preduzeće A



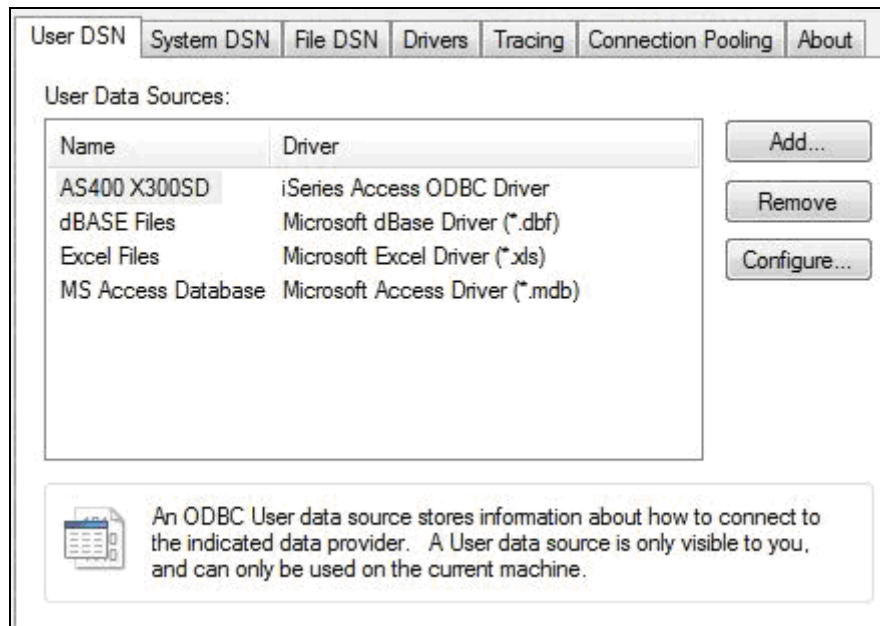


Slika 6.10 Implementaciona šema baze podataka 3 - Industrijsko preduzeće A

## Model podataka

Microsoft Access - razvojno okruženje koje je korišćeno za izradu softverskog rešenja za podršku upravljanju Industrijskog preduzeća A, spada u DBMS<sup>47</sup>. Model podataka koji koristi MS Access je RDM, i veoma često se koristi SQL<sup>48</sup> relacioni upitni jezik (prema ANSI<sup>49</sup> i ISO<sup>50</sup> standardu), koji je podržan i sa VBA<sup>51</sup> jezikom.

Komunikacija sa ostalim sistemima je moguća preko Jet.4.0 Engine i putem ODBC interfejsa, slika 6.11 i slika 6.12 ka ostalim bazama kao sto su *MySQL*, *SQL Server*, *Oracle DB*, i slične.



Slika 6.11 ODBC konekcija - Industrijsko preduzeće A

Formati podataka *.dwfx*, *.dwg*, *.dxf*, koji koriste i AutoCad aplikacije, od kojih je *.dwg* najviše u upotrebi mogu da se konvertuju u XML<sup>52</sup> model podataka putem *LandXML* file formata (*.xml*), koji predstavlja trenutno jedan od standarda XML formata. Format *.dwg*, se šalju pomoću „*ETTRANSMIT command*“, tako da korisnik dobija pun paket sa definisanim fontovima i crtežom kao i nepromenjenog izgleda.

Konekcija softverskog rešenja za podršku upravljanju Industrijskog preduzeća A i ERP sistema Xpert je dvosmerna putem ODBC konekcije. Isto tako na veoma brz način je moguć pregled i ažuriranje podataka. Prevođenje podataka u XML format, kao i iz XML formata je spor proces i obavlja se samo za formate podataka *.dwfx*, *.dwg*, *.dxf*.

<sup>47</sup> DBMS - *Database Management System* / Sistem za upravljanje bazama podataka

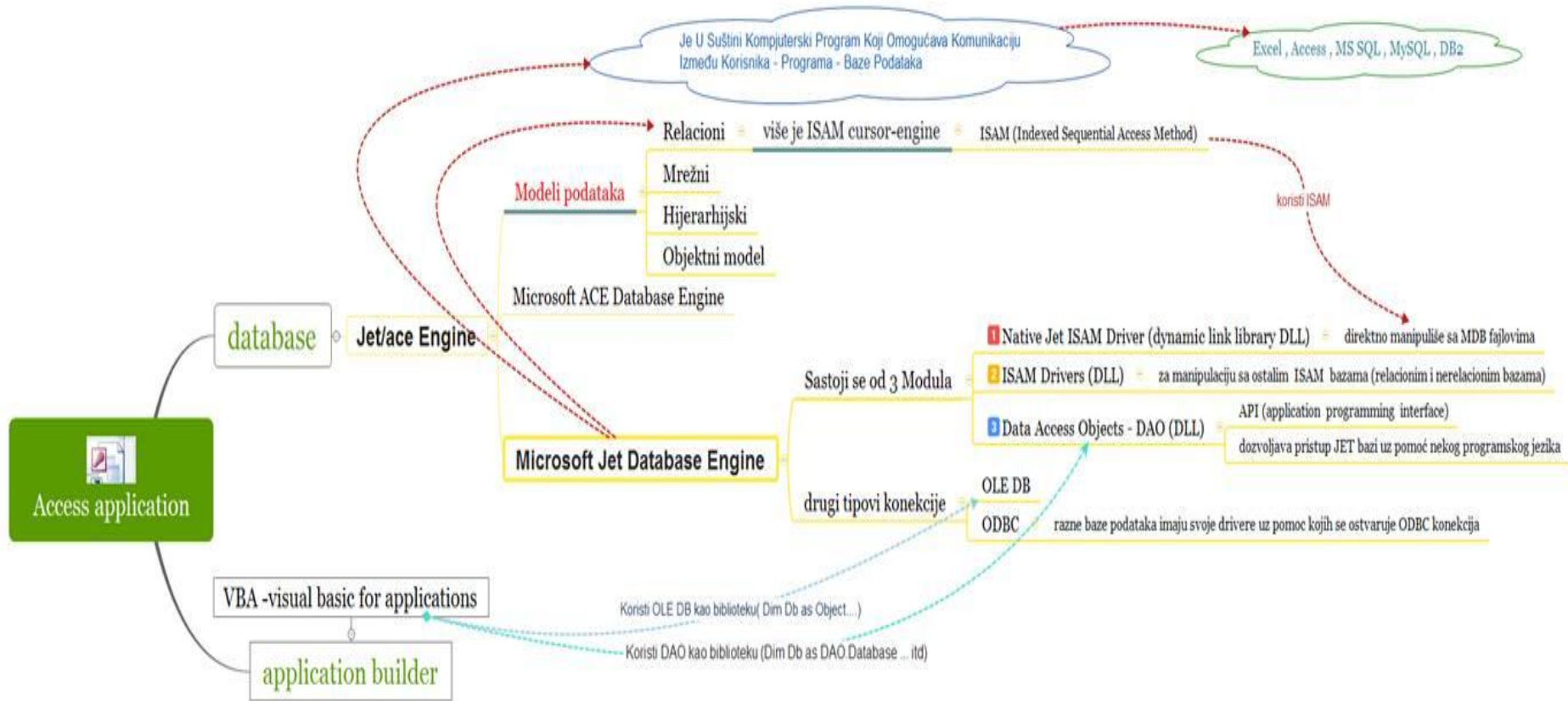
<sup>48</sup> SQL - *Structured Query Language* / Relacioni upitni jezik

<sup>49</sup> ANSI - *American National Standards Institute* / Američki nacionalni institut za standarde

<sup>50</sup> ISO - *International Organization for Standardization* / Međunarodna organizacija za standardizaciju

<sup>51</sup> VBA - *Visual Basic for Applications* / Programski jezik za aplikacije vođen događajima

<sup>52</sup> XML - *Extensible Markup Language* / Programski jezik za označavanje podataka



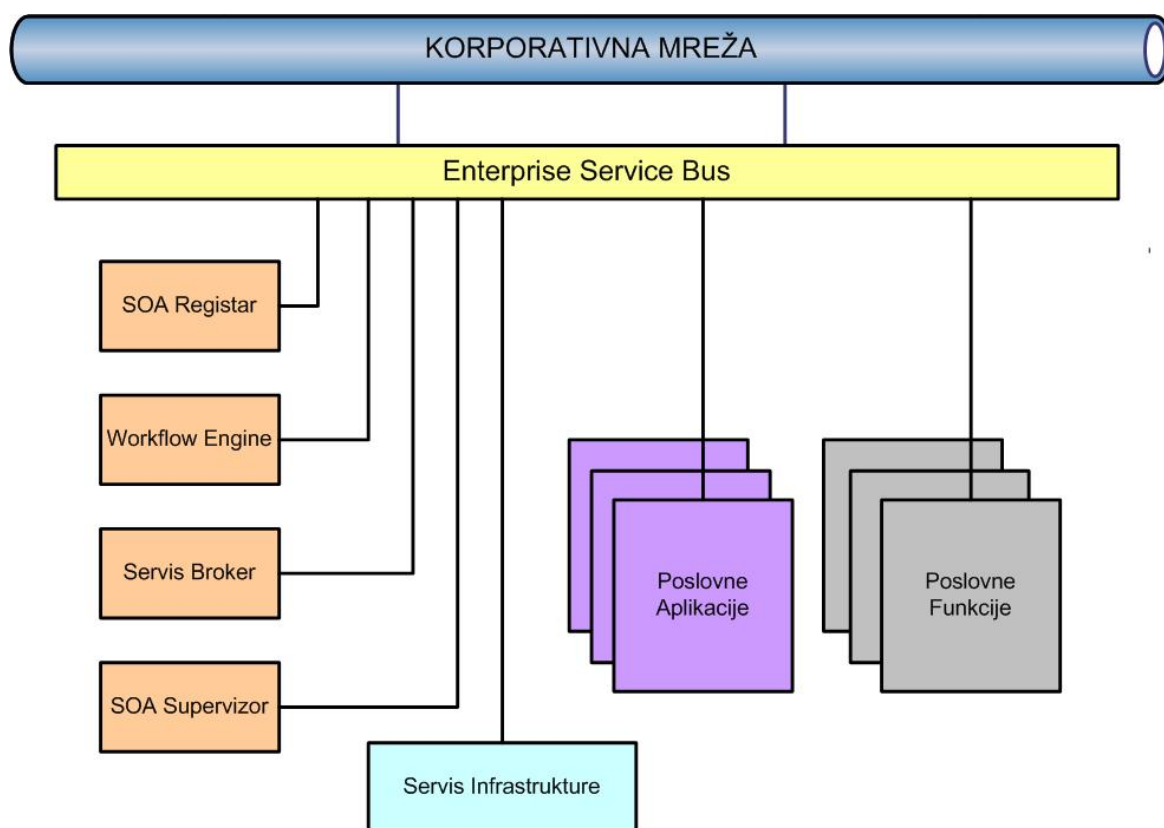
Slika 6.12 Komunikacija (razmena informacija) - Industrijsko preduzeće A

## 6.2. Računarska arhitektura - Industrijsko preduzeće A

Računarska arhitektura Industrijskog preduzeća A je SOA<sup>53</sup> (servisno-orijentisana arhitektura), slika 6.13. Gde je omogućena maksimalna fleksibilnost (čitava arhitektura i njeni elementi su prilagodivi promenama) i proširivost (dodavanje novih elemenata bez velikih promena arhitekture) informacionog sistema. SOA predstavlja skup poslovnih IT servisa koji su deo celokupne arhitekture koju čine provajder, korisnik i sam registar servisa. Servisi su implementirani upotrebom otvorenih standarda i protokola kao što su Web servis.

Osnovne komponente SOA arhitekture su:

- ESB (Enterprise Service Bus – Centar za komunikaciju SOA sačinjen od softverskih komponenata);
- SOA registar (sadrži informacije o lokacijama SOA komponenti);
- Workflow Engine (tehnologija koja povezuje korisnike sa korisnicima, korisnike sa procesima, i procese sa procesima);
- Servis Broker (povezuje servise sa servisima što na kraju omogućava rad poslovnih procesa);
- SOA supervizor (upravlja celim sistemom).



Slika 6.13 SOA računarska arhitektura - Industrijsko preduzeće A

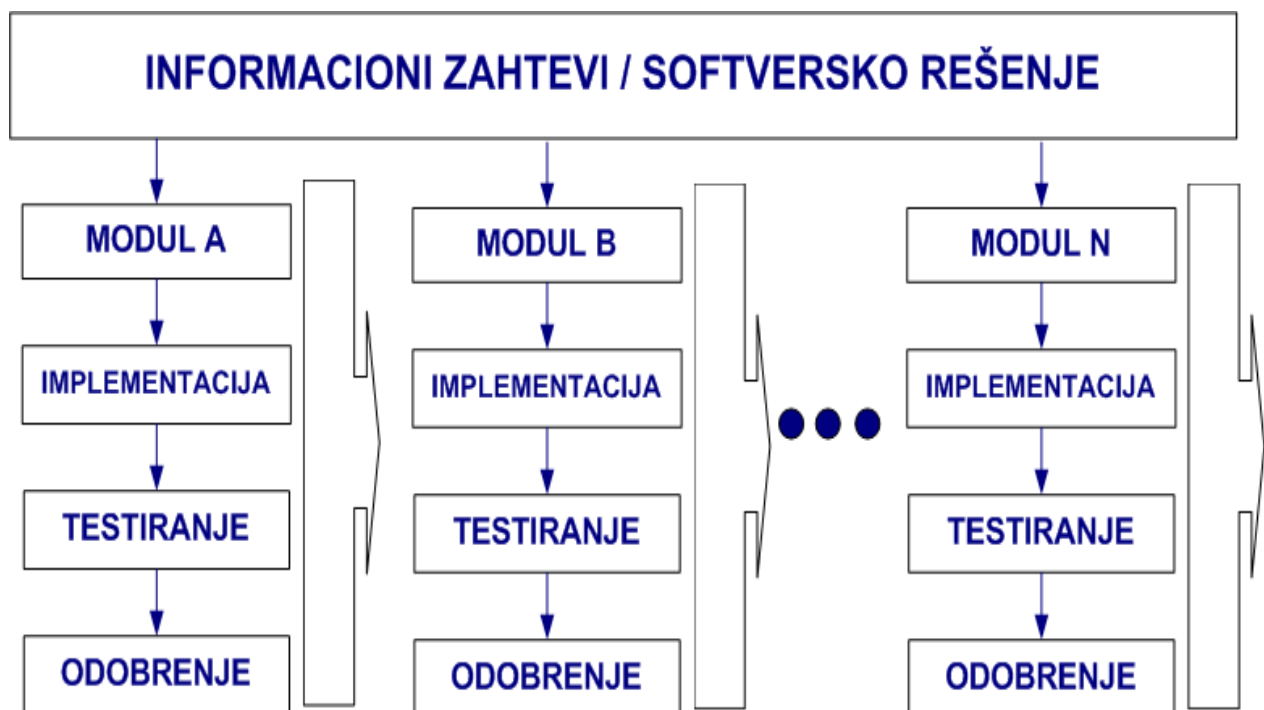
<sup>53</sup> SOA - Service-Oriented Architecture

### 6.3. Testiranje softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima - Industrijsko preduzeće A

Postoji pet nivoa testiranja softverskog rešenja:

- Testiranje funkcija i procedura (vrši se sa svrhom da li su tražene funkcije i procedure operativne);
- Testiranje modula (predstavlja testiranje celine koja je sastavljena od već testiranih delova (funkcija i procedura), da bi se ocenile same performanse);
- Testiranje integracije (testiranje korektnosti i ispravnosti interakcije izmenu integrisanih modula, fokusirano na interfejs modula);
- Testiranje celovitog softverskog rešenja (predstavlja uspešnost rada svih podsistema u celovito softversko rešenje, kao i pronalaženje grešaka u dizajnu);
- Testiranje prihvatljivosti softverskog rešenja (da li dobro i uspešno softversko rešenje radi sa realnim podacima u operativnom okruženju, i ocenu daju krajnji korisnici).

U testiranju softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima - Industrijsko preduzeće A korišćen je inkrementalni pristup testiranju, prikazan na slici 6.14. Gde se krenulo od pojedinačnog modula koji se podvrgava odgovarajućem testiranju. I ako taj modul daje zadovoljavajuće rezultate, drugi modul se uvodi i vrši se testiranje. Proces se nastavlja sve dok se svi moduli, postupno ne integrišu u kompletan program. Na ovaj način pojava grešaka može biti samo nakon uvođenja novog modula i na takav način se lokalizuje izvor grešaka, otkrivaju i lakše ispravljaju greške.



Slika 6.14 Inkrementalni pristup testiranju - Industrijsko preduzeće A

#### 6.4. Ekranske forme i izveštaji softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima - Industrijsko preduzeće A

U ovom softverskom rešenju za podršku upravljanju industrijskim preduzećima (Industrijsko preduzeće A) aplikativno rešenje se može koristiti bez upotrebe interneta (*samo lokalno korišćenje i potreban je program Microsoft Access verzije 2003, 2010, 2013*) i sa upotrebom interneta (*Distance working – rad na daljinu i potrebni su internet pretraživači Firefox, Mozilla, Opera ili Internet explorer*).

Na slici 6.15 prikazana je početna ekranska forma softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima (Industrijsko preduzeće A).



Slika 6.15 Početna ekranska forma - Industrijsko preduzeće A

Na ekranskoj formi Plan proizvodnje, slika 6.16, mogu se isplanirati svi proizvodi sa planiranim količinama za proizvodnju. Isto tako za svaki proizvod se može videti stanje (količina) tog proizvoda u proizvodnji u realnom vremenu, ispunjenost plana za svaki proizvod, kao i koliko proizvoda i kojih nedostaje za svaki sektor proizvodnje.

sifra	Kolicinagr	Kolicinasrb	Komentar
172009823	400	0	
172019816	725	0	
172429505	1950	0	
172429706	350	0	
172429810	1050	0	
172429910	700	0	
176580001	400	0	
176970501	200	0	
177039901	100	0	
183681801	4100	0	
184705407	700	0	
184705506	0	0	
190169702	850	0	
2043141X01	660	0	
2043172X01	1000	0	
217089511	200	0	
217099511	200	0	

sifra	umontazi	stanje	plan	procenat	brkut
172009823	274	125	400	31,25	5
172019816	500	25	725	3,45	1
172429505	1500	100	1950	5,13	2
172429706	200	0	350	0	0
172429810	0	650	1050	61,9	13
172429910	350	250	700	35,71	5
176570001	0				0
176580001	200	150	400	37,5	2
176970501	50	150	200	75	3
177039901	0	100	100	100	1
181269306	0				0
183681801	2307	0	4100	0	0
184705407	600	150	700	21,43	3
184705506	448	950	0	izvan plana	19
184706108	0				0
184706207	0				0
188738102	0				0

Slika 6.16 Plan proizvodnje - Industrijsko preduzeće A

Slika 6.17 prikazuje plan proizvodnje za jedan sektor proizvodnje sa definisanim proizvodima. Na osnovu kojih poslovođe – rukovodioci sektora imaju mogućnost da

organizuju proizvodnju bez kašnjenja. Isto tako u realnom vremenu evidentira se realizacija proizvodnje svakog sektora i sinhronizuje se plan proizvodnje, slika 6.18.

PLAN				
Plan od: 05.11.2018 - 12.11.2018				
code	stanje	plan	Nedostaje	Napomena
1 1001359X14	1280	1280	Plan je ispunjen	
2 103676400A04	3500	3500	Plan je ispunjen	
3 105581100A03	1800	2100	300	
4 159601408	3200	2400	Plan je ispunjen	
5 228570101L	1600	1600	Plan je ispunjen	
6 243024301	6000	2800	Plan je ispunjen	
7 255541301	1500	1050	Plan je ispunjen	
8 260592202	11400	6000	Plan je ispunjen	
9 7009194002	1200	1200	Plan je ispunjen	
10 873332739R06	13875	25000	11125	
11 888802200001	1600	1600	Plan je ispunjen	
12 888803W00002	3800	2800	Plan je ispunjen	
13 88882A200001	2800	1000	Plan je ispunjen	
14 88882D400002	3600	3100	Plan je ispunjen	
15 88882D800101	0	1410	1410	
16 8R055303	200	200	Plan je ispunjen	
17 8R055303CH	200	200	Plan je ispunjen	
18 8T0553A	0	1750	1750	
19 8T0553F01	1200	1600	400	
20 8U055301	7000	4600	Plan je ispunjen	
21 8U055301CH	2400	4600	2200	
22 8X055301	2500	2250	Plan je ispunjen	
23 L.027747505	10500	6000	Plan je ispunjen	
24 L.030454304	6400	2800	Plan je ispunjen	
25 L.032007901	5400	5200	Plan je ispunjen	

Slika 6.17 Plan proizvodnje jednog sektora - Industrijsko preduzeće A

**Proizvodnja**

Datum:

Smena:

Grupa:

Novi unos

nov 2018

ned	pon	uto	sre	čet	pet	sub
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8

Unos:

Ulaz iz proizvodnje u montazu -

sifra	kom
1233404X09	500
1331780802	100
1342618202	399
1345198601	50
1345198702	50
1345198803	100
1345199101	50
1345199302	200
146313409	100
1526356X07	300
1526358X08	50
1530645X01	293
154650907	349
172009823	50
172429505	500
172429910	50
222250202	150
222260202	298

Skenirano uk:

Slika 6.18 Realizacija plana proizvodnje jednog sektora - Industrijsko preduzeće A

Ukupna proizvodnja svih sektora industrijskog preduzeća A je prikazana na ekranskoj formi Gotovi proizvodi, slika 6.19. Gde se može videti da softversko rešenje u realnom vremenu prikazuje proizvode i količine u magacinu, i količinu i tip utrošenih kutija za pakovanje proizvoda.

Datum: 13.11.2018		nov 2018 nov 2018		Minus Refresh Štampa Kutije																																																				
Grupa: B2		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ned</th><th>pon</th><th>uto</th><th>sre</th><th>čet</th><th>pet</th><th>sub</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td> </tr> <tr> <td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td> </tr> <tr> <td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td> </tr> </tbody> </table>						ned	pon	uto	sre	čet	pet	sub	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8
ned	pon	uto	sre	čet	pet	sub																																																		
28	29	30	31	1	2	3																																																		
4	5	6	7	8	9	10																																																		
11	12	13	14	15	16	17																																																		
18	19	20	21	22	23	24																																																		
25	26	27	28	29	30	1																																																		
2	3	4	5	6	7	8																																																		
metal: 19466																																																								
šifra	ulaz:	izlaz:	losi:	pakovanje:	kutija:	code	stanje	kutija	ukupno																																															
10203935-0107	200	0	0	4	B16	10206877-0106	50	800055A	8,5																																															
104847900B05	750	0	0	7,5	800117A	1233404X09	50	800062A	2,5																																															
105581100A03	800	0	0	2,67	800262A	130588809	300	800064A	0,5																																															
109959200D04	720	0	0	4	800136A	1342618202	50	800065A	12,67																																															
111475600C03	600	0	0	10	800117A	154650811	50	800069A	0,5																																															
1233404X09	900	0	0	9	800081	154650907	50	800080A	51,83																																															
1342618202	50	0	0	0,5	800064A	164219609	50	800081	76,25																																															
1345199302	50	0	0	1	800210A	164220206	50	800084A	11,74																																															
146313409	150	0	0	1,5	800135A	1655604X02	50	800117A	20,5																																															
146314810	50	0	0	0,5	800135A	1695667601	50	800121A	3,5																																															
14D69804	50	0	0	0,5	800211A	1695667701	50	800135A	27																																															
1526356X07	100	0	0	2	800135A	176580001	50	800136A	4																																															
1530645X01	100	0	0	1	800135A	176970501	50	800210A	54,25																																															
154650811	50	0	0	0,5	800135A	217079511	50	800211A	26,92																																															

Slika 6.19 Ukupna proizvodnja - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.20 prikazan je izveštaj stanje magacina gotovih proizvoda koji generiše softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima (Industrijsko preduzeće A).

14.11.2018		Zeit 08:09:57 Summe 60595 Teilen in lager	
Lagerliste			
Code	Menge		
1001359X14	0		
101004804	0		
101004903	0		
10203934-0105	0		
10203934-0107	0		
10203935-0107	250		
10206877-0106	50		
10206877-0206	0		
10206878-0106	0		
10207056-0107	0		
10207056-0109	0		
10207057-0107	0		
10207057-0109	0		
10210693-0105	0		
10210693-0107	0		
103676400A04	0		
103676400B06	0		
104847900B05	750		
104993910	0		
104993911	0		
104994109	0		
104994113	0		
105581100A03	1200		
10654505	0		
109554600A01	0		
109959200B02	0		
109959200D04	720		
110246600A01	0		
110328900A02	0		
111475600C03	750		

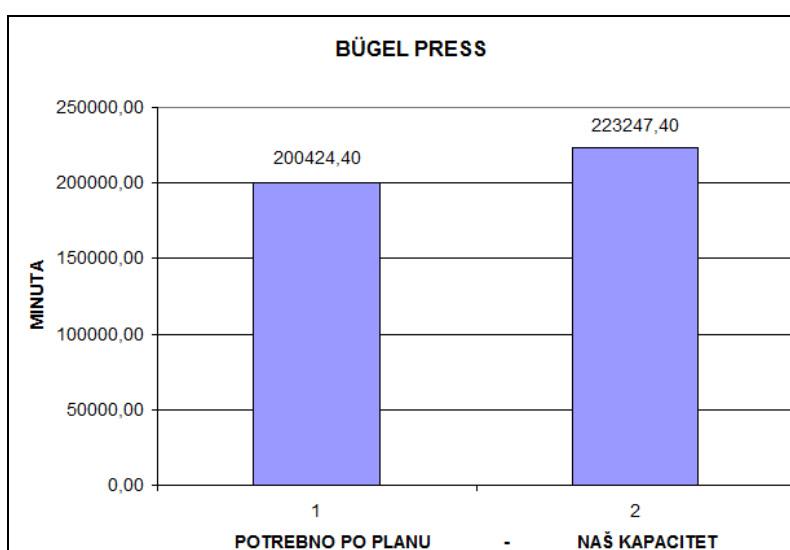
Slika 6.20 Stanje magacina - Industrijsko preduzeće A



Na osnovu plana proizvodnje može se analizirati proizvodni kapacitet svakog sektora i ukoliko dolazi do povećanja proizvodnje ili usvajanje novih proizvoda, softversko rešenje prikazuje uska grla proizvodnje i moguća rešenja.

Na slici 6.21 prikazan je kapacitet proizvodnog sektora *Bigel* gde se može videti koliko je potrebno minuta da se proizvedu svi proizvodi u tom sektoru, u jednoj radnoj nedelji, i koliki je proizvodni kapacitet na osnovu broja radnih mesta, odsutnosti zaposlenih (godišnji odmori i bolovanja zaposlenih), produktivnosti tog sektora i broj radnih smena. U slučaju da je proizvodni kapacitet manji od plana proizvodnje mora se doneti odluka i primeniti neke od sledećih aktivnosti:

- Povećati kapacitet tog sektora impementacijom novih radnih mesta;
- Povećati produktivnost tog sektora putem obuka zaposlenih i smanjenjem neproduktivnog vremena;
- Definirati rad neradnim danima.



Slika 6.21 Proizvodni kapacitet sektora proizvodnje - Industrijsko preduzeće A

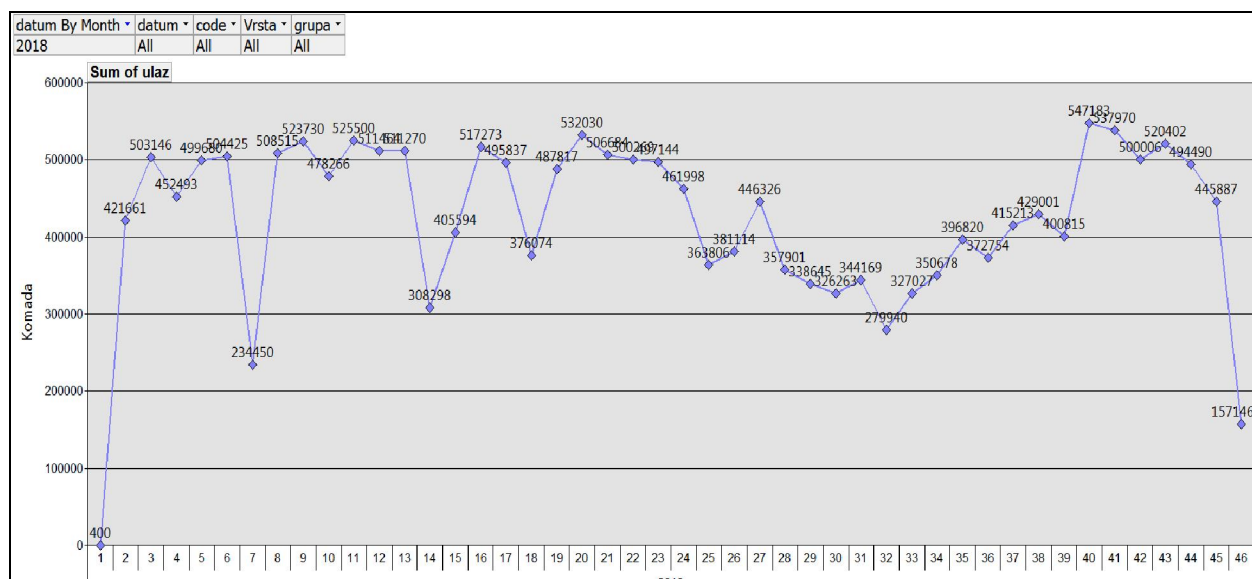
U slučaju povećanja kapaciteta jednog sektora mogu se generisati sva oprema i sredstva rada, slika 6.22.

No.		Number [pcs]
1	Punching press for two workers	2
2	Light table + additional equipment - holders of materials and tapes	10
3	Soldering station	40
4	Fan for soldering	40
5	Pistol with hot glue	40
6	Cooling device	40
7	Crimping tool	20
8	Desk and chair for montage	40
9	Ventilation tubes for smoke in montage	40

Slika 6.22 Potrebna oprema i sredstva rada za uvećanje proizvodnog kapaciteta - Industrijsko preduzeće A

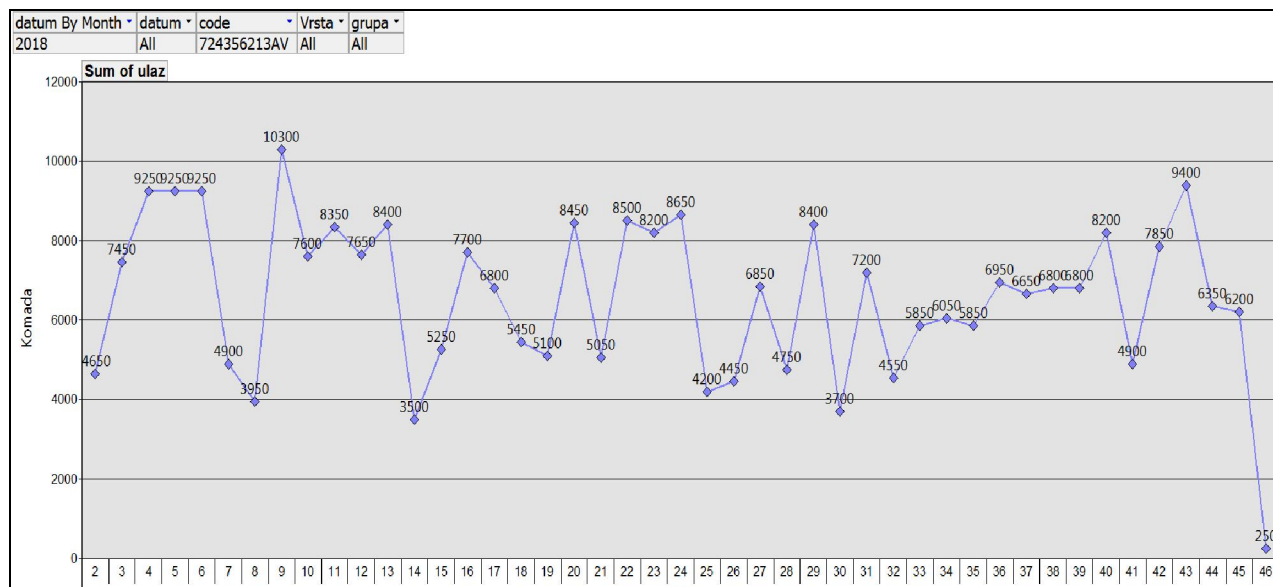
## Analiza proizvodnje

Na slici 6.23 prikazan je diagram ukupne nedeljne proizvodnje industrijskog preduzeća A.



Slika 6.23 Ukupna nedeljna proizvodnja - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.24 prikazan je diagram nedeljne proizvodnje jednog proizvoda industrijskog preduzeća A, koji može poslužiti u daljem planiranju proizvodnog kapaciteta, sredstava rada, opreme, alata i pribora, kao i u pregovorima sa kupcima tog proizvoda, jer proizvodni planovi tog proizvoda nisu jednaki po radnim nedeljama.



Slika 6.24 Nedeljna proizvodnja jednog proizvoda - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.25 prikazana je ekranska forma za unošenje podataka o greškama nastalih u procesu proizvodnje svih proizvoda, u realnom vremenu.

Datum: 3.6.2016

Smena: I smena

Grupa: B1

6134

jun 2016

ned	pon	uto	sre	čet	pet	sub
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9

izlazdet

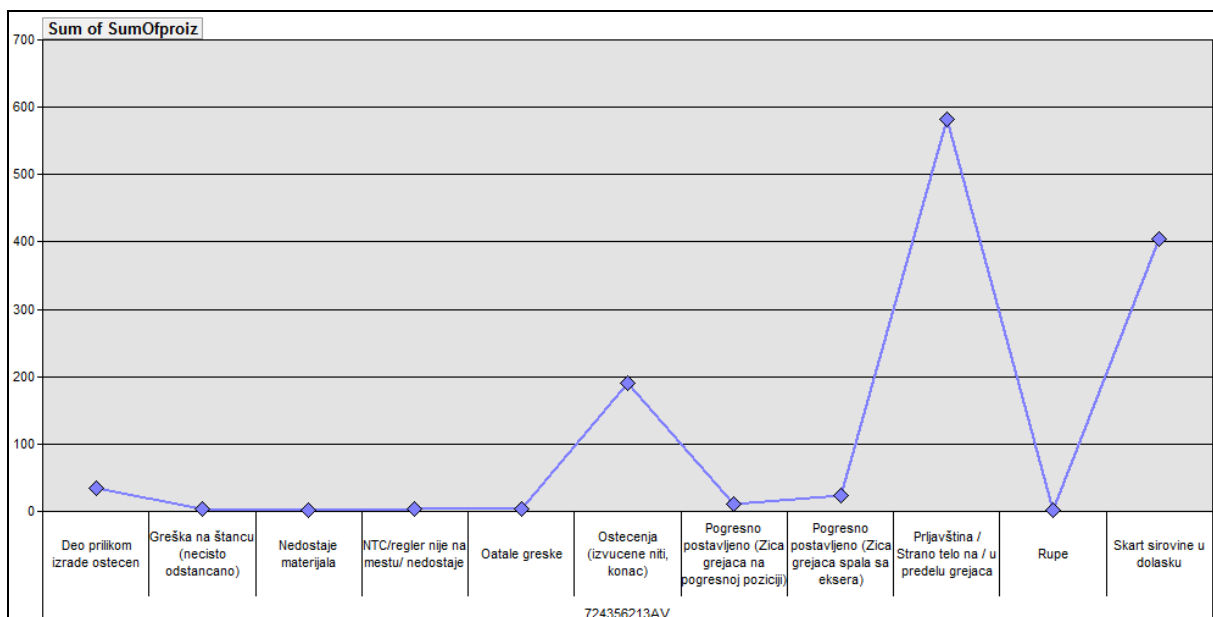
acode	kod greske	sta je	proizvodn	korak	Komentar:
321455104	33a	Polu .	12	10	
222800104	28a	Polu .	1	10	
7N0557C02	28a	Polu .	1	10	
222270202	33a	Polu .	2	10	
A205250009	28a	Polu .	5	10	
724356213AV	33a	Polu .	3	20	
805823113	34b	Polu .	3	10	
724356411UV	05b	Polu .	1	10	
724356411UV	200	Polu .	4	10	
▶ 1345198702	33a	Polu .	8	10	
4H05LWF06	34b	Polu .	10	10	
218198002	34b	Polu .	1	10	

Personalstamm

pecat

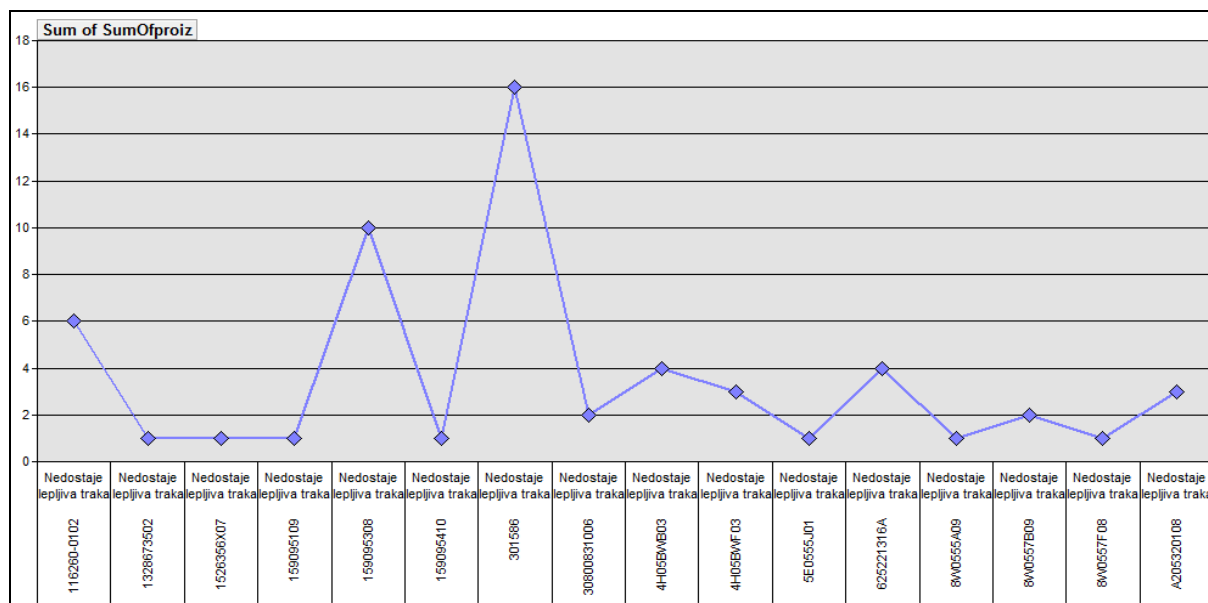
Slika 6.25 Unos grešaka proizvodnje - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.26 prikazan je diagram analize svih nastalih grešaka u procesu proizvodnje jednog proizvoda. Tu se mogu uočiti greške za koje će se kreirati korektivne mere za unapređenje procesa proizvodnje.



Slika 6.26 Dijagram grešaka proizvodnje jednog proizvoda - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.27 prikazan je diagram analize jedne učestale greške u procesu proizvodnje jednog proizvoda i količina proizvoda sa tom greškom po svakom proizvodu. Tu se isto tako mogu uočiti proizvodi gde učestalo nastaje definisana greška i za koje će se kreirati korektivne mere za unapređenje procesa proizvodnje.



Slika 6.27 Dijagram grešaka proizvodnje svih proizvoda sa istom greškom u procesu proizvodnje - Industrijsko preduzeće A

Daljom analizom mogu se prikazati podaci o broju škarta i broju proizvedenih delova svih proizvoda slika 6.28 i broj škarta i broju proizvedenih delova svih proizvoda jednog projekta slika 6.29.

code	Skart	delova	% Skarta
7N0557B02	162	55150	0,29%
A205210012	150	51750	0,29%
7N0557C02	135	39400	0,34%
A205250009	105	166502	0,06%
510557H05	100	7924	1,26%
A205240012	98	221400	0,04%
228943510	68	10300	0,66%
7001466405	62	19750	0,31%
5E0555J01	61	105700	0,06%
453170006	58	64200	0,09%
248152702	56	29450	0,19%
510557C10	53	3200	1,66%
510555D05	50	8850	0,56%
222270202	49	10350	0,47%
218099804	47	19500	0,24%
7001466502	47	20200	0,23%
222650011	46	6250	0,74%
30800831006	46	24400	0,19%
222260202	44	10000	0,44%
5E0555L02	40	21705	0,18%
222630011	35	7100	0,49%
447120007	33	23850	0,14%
228957410	27	4300	0,63%
447090006	25	35500	0,07%
6R0555F00	25	84400	0,03%

Slika 6.28 Analiza broja škarta u odnosu na proizvedene proizvode - Industrijsko preduzeće A

code	Skart	delova	% Skarta
447120007	33	23850	0,14%
447090006	25	35500	0,07%
447100006	14	13800	0,10%
447230007	12	7750	0,15%
447250009	1	7750	0,01%
Grand Total	85	88650	0,10%

Slika 6.29 Analiza broja škarta u odnosu na proizvedene proizvode jednog projekta - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.30 je prikazan broj škarta u odnosu na proizvedene proizvode jedne tehnologije izrade proizvoda. Ta analiza može pokazati za koju tehnologiju izrade se mora definisati korektivne mere u cilju smanjenja škarta (PPM<sup>54</sup>) svih proizvoda.

datum By Month	datum By Week	datum	projekat	slavisa	tehnologija
All	All	All	All	All	Skit
Drop Column Fields Here					
code	skart	Proizvedeno	Procentat		
7001466502	199	20200	0,99%		
7008518901	74	29200	0,25%		
7008519201	7	2600	0,27%		
7008519301	96	30650	0,31%		
729996311	161	1460	11,03%		
729996411	98	1500	6,53%		
729996711	79	1480	5,34%		
729996810	59	1480	3,99%		
7N0555A03	620	92050	0,67%		
7N0557B02	410	55150	0,74%		
7N0557C02	306	39400	0,78%		
8K055507	17	2500	0,68%		
8K0555AE01	205	22800	0,90%		
8K0555AJ01	40	4400	0,91%		
8K0555AN00	4	1450	0,28%		
8K0555AP02	33	6650	0,50%		
8K0555B07	24	2300	1,04%		
8K055713	21	2600	0,81%		
8K0557A14	29	5050	0,57%		
8K0557C16	83	26000	0,32%		
8K0557D13	35	3500	1,00%		
8K0557M04	0	0	#NUM!		
8K0557N06	25	2700	0,93%		
8K0557Q04	18	1050	1,71%		
8K0557R05	8	1850	0,43%		
A205009509	40	4300	0,93%		
A205210012	436	51750	0,84%		
A205220005	59	1400	4,21%		
A205230006	204	18900	1,08%		
A205240012	399	221400	0,18%		
A205250009	936	166502	0,56%		
A205330003	74	7250	1,02%		
Grand Total	13985	2119853	0,66%		

Slika 6.30 Analiza broja škarta u odnosu na proizvedene proizvode jedne tehnologije - Industrijsko preduzeće A

<sup>54</sup> PPM – Parts Per Million / Milioniti deo jedne celine

## Obuke zaposlenih

Na slici 6.31 može se videti ekranska forma za unos obavljenih obuka zaposlenih, po jednom proizvodu, projektu ili uopštene obuke. Isto tako unose se i ponovljene obuke u cilju postizanja boljih performansi zaposlenih kao što su povećanje produktivnosti, smanjenje grešaka u proizvodnji i preventivno održavanje sredstava rada, mašina i opreme.

datum: 23. 5. 2016 izađi

8W0549C08 svi danas je 5. 6. 2016  
 tačno je 8:00:34

komentar: Pravilno postavljanje priključka na:  Obuka  Reobuka  Kvalitet

obucavao: Marija Miletić AUDI

pecat:	lbr1:	ime	mesto	komentar
774	00507	Šerbedžija Gordana	Montaža-ler	
941	00672	Mraković Aleksandra	Montaža-ler	
539	00099	Obradov Marija	Montaža-ler	
517	00020	Džinić Ljubica	Montaža-ler	
392	00360	Periz Nada	Montaža-ler	
804	00539	Ovuka Dragana	Montaža-ler	
396	00389	Bjelić Aldijana	Montaža-ler	
718	00447	Đurić Vesna	Montaža-ler	
	00638	Kugli Verica	Montaža-ler	
788	00524	Baro Valentina	Montaža-ler	
1442	01425	Berić Olivera	Montaža-ler	
302	00398	Kenjalo Marija	Montaža-ler	
486	00042	Đumić Jasmina	Montaža-ler	
639	00223	Luburić Sanja	Montaža-ler	
557	00064	Mladenović Jelena	Montaža-ler	
487	00130	Stefanović Andrijana	Montaža-ler	
306	00402	Ikraš Mirjana	Montaža-ler	
796	00513	Škrivanj Zorica	Montaža-ler	
787	00523	Vojčić Cvjeta	Montaža-ler	
773	00868	Dražić Jelica	Montaža-ler	
792	00528	Marković Slavica	Montaža-ler	


Slika 6.31 Unos obuka zaposlenih - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.32 može se videti istorijat svih obuka zaposlenih gde se na jednom mestu vidi datum izvršene obuke, tip obuke, za koje radno mesto je obuka, ko je vršio obuku i za koje proizvode ili teme.

Jokić Dragana delovi i radnici Pretraga: deo - radnici

Svi radnici koji su prošli obuku za deo

NR	prezime	ime	pecat	grupa	radmesto	datzap	datum rođenja
00416	Jokić	Dragana	274	ZKB2	Završna kontrola	16. 2. 2011	13. 7. 1989



datum	deo1	deo2	deo3	deo4	svi	q1.komentar	obucavao	vrstaobuke	mradi
16. 2. 2011						No obuka novozaposlenih	Bojana Drakula	OBUKA	Poslovođa montaže le
28. 2. 2011						No Popunjavanje obradunjske liste i pravilno čitanje radne karte	Jekić, Vukeić	KVALITET	Poslovođa montaže le
29. 4. 2011						No Pravilno obeležavanje pecatom	Jekić Gordana	OBUKA	Poslovođa montaže le
4. 7. 2011						No Ručno rezanje materijala: 1k0557ac/ab/af/ah, 2h0555a/b, 2h0557b, 5n0555f, 5n0557k, 5n0557g/h, 5n0557i/j, 6r0557d	Jekić, Pisić	OBUKA	Cuñit
6. 7. 2011						No Peglanje na Bigel masini, kontrola delova, iscenjenje radnog mesta, 114887-01, 114888-01, 116259-0100, 116260-0100,	Jekić, Majer, Pisić	OBUKA	Bigel
11. 7. 2011	218170003	218180002	218019803	218009804		No Pegla C218	Jekić, Curčić, Serbic	OBUKA	Bigel
12. 7. 2011	218029805	218019900				No Upeglavanje trake na Pegli	Jekić, Curčić, Serbic	OBUKA	Bigel
14. 7. 2011						No Lestjenje karbona: 5n0555900, 1k0557ac/ab/af/ah, 2h0555a/b, 5n0557k, 5n0557g/h, 5n0557i/j, 6r0557d	Jekić, Pisić	OBUKA	Selečenje i lepljenje tral
14. 9. 2011	446217212	446217010	446217412	446217611		No 453983607; 453983805; 45398384009; 453984206;	Jekić, Majer	OBUKA	Bigel
24. 10. 2011	218059802	218089805				No Peglanje-bigel	Pisić, Majer	OBUKA	Bigel
13. 1. 2012	101004801	101004901				No Bigel	Pisić, Majer	OBUKA	Bigel
16. 1. 2012	30800831001	30781721008				No bigel, zapeglavanje	Berić, Dabić i Jekić	OBUKA	Bigel
16. 1. 2012	724356506	724356310	724356411	724356115		No 724356209	Pisić, Majer	OBUKA	Bigel
10. 3. 2012	4#058WB03	4#05LS09	4#05BWF03	4#07BW03		No Peglanje	Majer, Suzana, Jekić Gordana	OBUKA	Bigel
8. 5. 2012	724356115	724356209	724356310	724356411		No 72456506	Majer, Jekić, Pisić, Marković	OBUKA	Bigel
8. 5. 2012	8K0555G	8K0557G	4#058WB03	4#05BWF03		No 4#05LS09; 4#07BW03; 4#07LS	Majer, Jekić, Pisić, Marković	OBUKA	Bigel
12. 6. 2012	724356209					No Samopletući automatski bigel	Jekić Gordana	OBUKA	Bigel
16. 9. 2012	11401363809					No Bigel/pegla	Kugli, Bošnjaković i Kovačević	OBUKA	Bigel
22. 10. 2012	724356508					No Bigel presa: Postavljanje grejaca bmw	Jekić Gordana	OBUKA	Bigel
11. 11. 2012	30800831001	30781721008				No Bigel/pegla	Kugli, Bošnjaković i Kovačević	OBUKA	Bigel
23. 11. 2012	732200008	732200308	732200212	732200409		No Pravilna izrada delova na bigli mašini	Jefmija Dabić	OBUKA	Bigel
22. 12. 2012	L0306106AA					No POSTAVLJANJE GREJAČA NA BIGLU	KUGLI, BOŠNJAKOVIĆ, KOVAČEVIĆ	OBUKA	Bigel
10. 1. 2013	784447811	784448306				No postavljanje grejaca na Biglu	KUGLI, BOŠNJAKOVIĆ, KOVAČEVIĆ	OBUKA	Bigel
10. 1. 2013	4#05LWF06	4#05LWR06				No Bigel/pegla	Kugli, Bošnjaković i Kovačević	OBUKA	Bigel
18. 1. 2013	1335062403	1335062505	1335062205			No Bigel/pegla	Kugli, Bošnjaković i Kovačević	OBUKA	Bigel
18. 1. 2013	784448406	784448508				No POSTAVLJANJE GREJAČA NA BIGLU	KUGLI, BOŠNJAKOVIĆ, KOVAČEVIĆ	OBUKA	Bigel
22. 2. 2013	724356209					No Automatska bigel presa	Jekić Gordana	OBUKA	Bigel
8. 4. 2013	114887-01	114888-02	116259-0100	116260-0100		Yes: Bigel - zapeglavanje	Bošnjaković Boško	OBUKA	Bigel

Slika 6.32 Pregled izvršenih obuka zaposlenih - Industrijsko preduzeće A

U cilju dobrog organizovanja proizvodnje softversko rešenje nudi opciju za pregled broja zaposlenih po radnom mestu za jedan proizvod ili projekat, slika 6.33. Na taj način prilikom uvećanja proizvodnje jednog proizvoda može se videti da li u proizvodnom sistemu ima dovoljan broj zaposlenih, ili je potrebna obuka novih zaposlenih.

Radnici obuceni za deo				724356213AV		
Personalni	Prezime	Ime	Grupa	Radno mesto obuke	Trenutno	
00642	Muškinja	Jelena	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
01169	Nedimović	Snežana	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
01209	Dubravac	Bernadica	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00246	Čikljanić	Jelisavka	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
01310	Dujmović	Nada	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00235	Milić	Dijana	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00216	Dragosavac	Vera	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00192	Lukić	Vladislava	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
01425	Berić	Olivera	A2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00359	Novaković	Branka	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00565	Reves	Regina	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00330	Bosiljković	Zorica	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00554	Nastić	Gordana	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00552	Mendan	Jasna	ZKB2	Montaža- lemljenje	Završna kontrola	
00551	Marković	Dragana	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00550	Kajganić	Jelena	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00548	Čalić	Gordana	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00528	Marković	Slavica	A2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00169	Kolarević	Živana	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00160	Stegić	Dragica	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00076	Lukač	Kosana	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00068	Kužet	Milena	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
00012	Vranješ	Slađana	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
01485	Kragulj	Suzana	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	
01083	Prica	Slavka	B2	Montaža- lemljenje	Montaža- lemljenje	

Slika 6.33 Pregled izvršenih obuka zaposlenih po jednom proizvodu ili projektu - Industrijsko preduzeće A

Na sličan način softversko rešenje generiše matricu kvalifikacija svih zaposlenih, prikazano na slici 6.34, što daje uvid na kojim sve radnim mestima, u Industrijskom preduzeću A, zaposleni su obučeni za rad.

1	Ime i pečat	NR	Montaža elektronike	Montaža kablova	Montaža- lemljenje	Montaža senzora
2	Aćimović Kristina/ 1692	01594				
3	Acković Dragana/ 1313	01298			X	
4	Acković Mirjana/ 300	00396			X	
5	Adam Sanja/ 1110	00258			X	
6	Adamović Sanela/ 1043	00954				
7	Adamović Zlata/ 224	00276			X	
8	Ajdinović Širak Đurđa/ 1688	01705			X	
9	Alapović Senka/	01537		X		
10	Aleksa Verica/ 1862	01941				
11	Aleksić Elena/	00899				
12	Aleksić Jelena/ 1645	01588				
13	Aleksić Ljubica/ 1322	01307			X	
14	Aleksić Monika/ 1206	02015			X	
15	Alter Jelena/ 1486	01474			X	
16	Amanović Vesna/ 1316	01876			X	
17	Amidžić Danica/	00002			X	
18	Anđelić Maja/ 368	00369		X		
19	Anđelković Bojana/ 1906	01959			X	

Slika 6.34. Matrica kvalifikacija zaposlenih - Industrijsko preduzeće A

## Analiza radnog učinka zaposlenih

Analiza radnog učinka zaposlenih (produktivnosti i broja škartova) u realnom vremenu se može videti na slici 6.35. Isto tako softversko rešenje može napraviti izveštaje o radnom učinku svih zaposlenih u biranom vremenskom intervalu, kao i radni učinak jedne grupe ili sektora. Ova analiza služi za planiranje obuka zaposlenih i definisanje korektivnih mera.

GRUPPE	Datum By Week	AUFGABE	Datum By Month	EINTR	Datum
All	All	All	All	(Multiple Items)	All
Drop Column Fields Here					
Persnr	NAME_PSD	procuspeha	skart	popravke	
	Total	131,02	0	0	
01989	Vujić Maja	112,92	0	0	
	Total	112,92	0	0	
01991	Slamaj Renata	92,34	0	23	
	Total	92,34	0	23	
01992	Simonović Ana	130,27	0	20	
	Total	130,27	0	20	
01993	Perić Ivana	102,01	2	7	
	Total	102,01	2	7	
01994	Topalović Tanja	99,46	11	3	
	Total	99,46	11	3	
01995	Kukić Mirjana	126,78	0	0	
	Total	126,78	0	0	
01996	Jelovac Katica	128,9	0	0	
	Total	128,9	0	0	
01997	Marić Dragana	127,61	0	0	
	Total	127,61	0	0	
01998	Huber Evika	130,26	0	0	
	Total	130,26	0	0	
01999	Vukobrat Stevanka	130,69	0	0	
	Total	130,69	0	0	
02003	Zagorac Ljubica	128,99	0	0	
	Total	128,99	0	0	
02004	Jovanović Jelica	128,61	0	0	
	Total	128,61	0	0	
02005	Livaja Danica	127,98	0	0	
	Total	127,98	0	0	
02006	Žuljević Aleksandra	127,37	0	0	
	Total	127,37	0	0	
02007	Gemeš Jelena	129,13	0	0	
	Total	129,13	0	0	
02008	Milanko Marijana	128,25	0	0	
	Total	128,25	0	0	
02009	Davidović Jovana	126,86	0	0	
	Total	126,86	0	0	
02010	Savić Nikolina	128,48	0	0	
	Total	128,48	0	0	
02011	Velikić Marina	128,7	0	0	
	Total	128,7	0	0	
Grand Total		119,97	665	17788	

Slika 6.35 Radni učinak zaposlenih - Industrijsko preduzeće A



Na slici 6.36 može se videti izveštaj jedne grupe novih zaposlenih koji su na obuci u određenom periodu rada. Na osnovu ovog izveštaja moguće je planiranje daljih obuka zaposlenih u grupi ili pojedinačna obuka svakog zaposlenog.

GRUPPE	Datum By Week	AUFGABE	Datum By Month	EINTR	Datum
A2	All	Montaža- lemljenje	All	(Multiple Items)	All
Drop Column Fields Here					
Persnr	NAME_PSD	procuspeha	skart	popravke	
02074	Đokić Isidora	53,54	2	31	
	Total	53,54	2	31	
02075	Ikraš Sanja	43,23	0	108	
	Total	43,23	0	108	
02076	Ivičić Nada	42,12	3	31	
	Total	42,12	3	31	
02077	Jokić Vijoleta	52,46	4	31	
	Total	52,46	4	31	
02078	Jovanović Snežana	54,27	0	38	
	Total	54,27	0	38	
02079	Kopas Slađana	46,2	3	52	
	Total	46,2	3	52	
02080	Mirić Branislava	26,68	9	32	
	Total	26,68	9	32	
02081	Mitnaver Danijela	39,01	6	20	
	Total	39,01	6	20	
02082	Niketić Željka	44,24	3	92	
	Total	44,24	3	92	
02083	Serdarević Biljana	39,85	0	27	
	Total	39,85	0	27	
02084	Stojić Ivana	45,19	1	11	
	Total	45,19	1	11	
02085	Sunajko Bojana	42,48	0	18	
	Total	42,48	0	18	
02093	Miljković Đurđica	48,6	2	50	
	Total	48,6	2	50	
Grand Total		44,45	33	541	

Slika 6.36 Radni učinak zaposlenih jedne grupe na obuci - Industrijsko preduzeće A

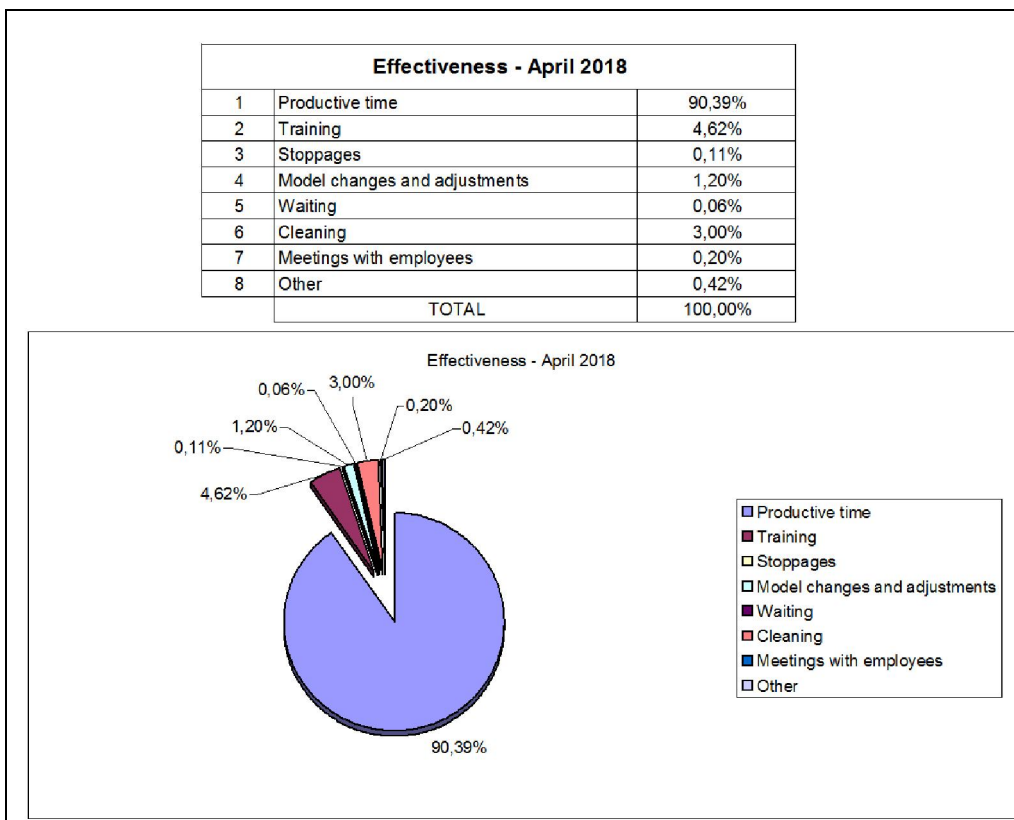
Na slici 6.37 prikazana je efektivnost jednog sektora proizvodnje u biranom periodu. Na osnovu tih pokazatelja mogu se unapređivati procesi rada tog sektora:

- Smanjenje pripremnog-završnog vremena;
- Smanjenje čišćenja sredstava rada, mašine, alata i opreme;
- Organizacija proizvodnje bez zastoja i čekanja.

Na slici 6.38 je prikazana efektivnost industrijskog preduzeće A u jednom mesecu rada.

Minuti i procenti po radnim mestima		1.4.2018	do	30.4.2018
Ažurirano		14.05.2018	u	09:44:46
Radno mesto	Tip	Ukupno minuta	Procenat od vremena radnog mesta	Procenat od ukupnog radnog
Radno mesto	Tip	Ukupno minuta	Procenat od vremena radnog mesta	Procenat od ukupnog radnog
Svetli sto				
Rad u normi		1589041	87,47%	14,37%
Čišćenje	C	68735	3,78%	0,62%
Obuka	D	29892	1,65%	0,27%
Ispomoć	I	27060	1,49%	0,24%
Kvar	K	105	0,01%	0,00%
Sastanci	M	4930	0,27%	0,04%
Promena radnog mesta	P	24751	1,36%	0,22%
Promena modela i podešava	R	70	0,00%	0,00%
Otežani uslovi rada	S	63325	3,49%	0,57%
Razno	T	6604	0,36%	0,06%
Čekanje	W	2108	0,12%	0,02%
Ukupno za 'Radno mesto' = Svetli sto (11 detalja dosijea)				
<b>Sum</b>		1816621		
<b>Standard</b>		16,42%		

Slika 6.37 Efektivnost jednog sektora - Industrijsko preduzeće A



Slika 6.38 Efektivnost u jednom mesecu - Industrijsko preduzeće A

## Ljudski resursi – godišnji odmori, odsustva

Na slici 6.39 je prikazana ekranska forma na kojoj se vide zaposleni koji su na godišnjem odmoru i zaposleni kojima je odobren godišnji odmor, po sektorima proizvodnje.

dpr	ime	Datum pocetka	Datum povratka	br_dana	uslov	radno mesto
20.8.2018	Puvača Olivera	10.9.2018	23.11.2018	54	Na odmoru je	Montaža senzora
14.9.2018	Rkman Mia	3.10.2018	22.11.2018	36	Na odmoru je	Montaža- lemljenje
8.10.2018	Glušac Snežana	8.10.2018	25.12.2018	56	Na odmoru je	Rucno sečenje materijala
28.9.2018	Kuljhavi Marija	14.10.2018	7.12.2018	39	Na odmoru je	Montaža- lemljenje
2.10.2018	Lovaš Aleksandra	14.10.2018	28.11.2018	32	Na odmoru je	Završna kontrola
10.10.2018	Bursač Slađana	16.10.2018	12.12.2018	41	Na odmoru je	Sečenje i lepljenje traka
30.10.2018	Mikulinač Marija	31.10.2018	18.1.2019	53	Na odmoru je	Poslovođa proizvodnje
23.10.2018	Tomić Radmila	31.10.2018	12.12.2018	30	Na odmoru je	S- kit
1.6.2018	Tica Branka	1.11.2018	15.11.2018	10	Na odmoru je	Skidanje izolacije
2.11.2018	Vukičević Suzana	2.11.2018	3.12.2018	20	Na odmoru je	Montaža- lemljenje
11.10.2018	Kalajdžić Jasmina	3.11.2018	17.1.2019	53	Na odmoru je	Montaža- lemljenje
5.11.2018	Petković Violeta	6.11.2018	20.11.2018	10	Na odmoru je	Svetli sto
5.11.2018	Popović Marko	7.11.2018	15.11.2018	6	Na odmoru je	Magacioner
5.11.2018	Lović Mile	8.11.2018	19.11.2018	7	Na odmoru je	Magacioner
15.10.2018	Dedić Ivanka	9.11.2018	23.1.2019	50	Na odmoru je	Montaža- lemljenje
2.11.2018	Popović Snežana	9.11.2018	8.1.2019	38	Na odmoru je	Štanc/Predštanc

Slika 6.39 Godišnji odmor zaposlenih po sektorima - Industrijsko preduzeće A


Na slici 6.40 je prikazana ekranska forma na kojoj se može videti istorijat godišnjeg odmora zaposlenih i koliko dana je preostalo godišnjeg odmora, za dalje planiranje proizvodnih kapaciteta.

broj	ime	bost	datum	datpoc	datzav	bizlaz	bulaz	komentar
00001	Vranješ Slađana	0	10.11.2015			0	10	GO za 2015 (za drugih 6 meseci rada)
00003	Andreata Nataša	0	24.9.2012			0	1	GO za navrsenih 5 god rada u IGB
00004	Anđol Anica	0	30.6.2014			0	21	GO 2014
00005	Aščerić Nataša	0	1.1.2011			0	20	30 06 2011 Godišnji odmor
00007	Banjac Sandra	0	30.6.2010			0	20	godišnji za 2010
00010	Bates Gordana	0	30.6.2012			0	20	Godišnji odmor 2012
00011	Bates Marić Jasmina	0	21.4.2013			0	1	Rad nedeljom
00012	Vranješ Slađana	0	15.12.2014			0	-5	novogodišnji kolektivni godišnji odmor 2015
00013	Blanuša Žilka	0	30.6.2013			0	21	GO za 2013
00014	Bodrožić Biljana	0	1.1.2014			0	-2	KOLEKTIVNI GODIŠNJI ODMOR 2014
00015	Bodrožić Miroslava	42	18.6.2015			0	10	GO za 2015 (10 dana za prvih 6 meseci)
00016	Borčić Zorica	0	19.6.2015			0	1	dobitnih jedan dan za 2015. za 5 godina rada
00017	Borković Ana	0	16.12.2015			0	-3	KOLEKTIVNI GO NOVA GODINA 2016
00018	Bosančić Branka	0	22.7.2010	26.7.2010	9.8.2010	10	0	
00019	Nađ Ivana	0	28.10.2010	29.10.2010	2.11.2010	2	0	
00020	Džinić Ljubica	0	1.11.2010	1.11.2010	2.11.2010	1	0	
00021	Brkić Biljana	2	3.2.2011	4.2.2011	7.2.2011	1	0	
00023	Burjevac Biljana	1	18.3.2011	25.3.2011	28.3.2011	1	0	
00024	Uzelac Marjana	0	18.3.2011	11.4.2011	18.4.2011	5	0	
00025	Čekić Sonja	0	15.6.2011	16.6.2011	17.6.2011	1	0	
00026	Čuljak Jelena	31	26.6.2011	25.7.2011	11.8.2011	13	0	
00028	Damjanac Ruža	0	20.10.2011	21.10.2011	24.10.2011	1	0	
00029	Damjanovski Aleksandra	0	16.1.2012	19.3.2012	26.3.2012	5	0	
00030	Delić Aleksandar	0	11.6.2012	23.7.2012	13.8.2012	15	0	
00031	Svilokosić Biljana	0	29.8.2012	31.8.2012	3.9.2012	1	0	
00032	Kosanović Daniela	48	20.12.2012	21.12.2012	24.12.2012	1	0	
00035	Vudragović Željka	21	6.12.2012	31.12.2012	8.1.2013	3	0	
00037	Drakulić Mirjana	0	4.2.2013	14.2.2013	15.2.2013	1	0	
00038	Dražić Dragoljub	-1	14.6.2013	17.6.2013	18.6.2013	1	0	
00039	Dražić Radmila	1	3.7.2013	22.7.2013	5.8.2013	10	0	
00040	Cvitičarin Zorica	9	10.10.2013	11.10.2013	14.10.2013	1	0	
00041	Vujančić Sanjela	0	15.11.2013	29.11.2013	3.12.2013	2	0	
00042	Bumić Jasmina	0	13.1.2014	13.1.2014	21.1.2014	6	0	
00043	Gavrilović Jasmina	1	30.6.2014	21.7.2014	4.8.2014	10	0	
00045	Gojković Snežana	0	1.10.2014	6.10.2014	13.10.2014	5	0	

Slika 6.40 Istorijat godišnjih odmora zaposlenih - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.41. može se videti ekranska forma o svim podacima zaposlenih:

- Ime, prezime, datum zaposlenja, radno mesto, broj pečata za sledljivost;
- Obuke i produktivnost;
- Godišnji odmori;
- Bolovanje i istorijat bolesti.

Prezime Nad Martina	Lični broj 01593	2016	Dana bolovanja: 3			mesec   procen   skart   poprav																																																																								
NR   prezime   ime   peccat   grupa   radmesto   datum zaposl   datum rođenja	Preostalo odmora: 0		br Petaka:			1   155,54   2   0																																																																								
01593   Nad   Martina   1691   H1   S-kit   9.6.2014   11.9.1986						2   133,93   0   0																																																																								
Odmor detalji						3   131,26   0   0																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>datum</th> <th>datpoc</th> <th>datzav</th> <th>bizlaz</th> <th>bulaz</th> <th>komentar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15.12.2014</td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>-5</td> <td>novogodišnji kolektivni godišnji odmor 2015</td> </tr> <tr> <td>15.10.2014</td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>10</td> <td>Srazmerni odmor za 2014 godinu</td> </tr> <tr> <td>16.12.2015</td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>-3</td> <td>KOLEKTIVNE GO NOVA GODINA 2016</td> </tr> <tr> <td>10.11.2015</td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>10</td> <td>GO za 2015 (za drugih 6 meseci rada)</td> </tr> <tr> <td>18.6.2015</td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>10</td> <td>GO za 2015 (10 dana za prvih 6 meseci)</td> </tr> </tbody> </table>						datum	datpoc	datzav	bizlaz	bulaz	komentar	15.12.2014			0	-5	novogodišnji kolektivni godišnji odmor 2015	15.10.2014			0	10	Srazmerni odmor za 2014 godinu	16.12.2015			0	-3	KOLEKTIVNE GO NOVA GODINA 2016	10.11.2015			0	10	GO za 2015 (za drugih 6 meseci rada)	18.6.2015			0	10	GO za 2015 (10 dana za prvih 6 meseci)	4   130,87   0   0																																				
datum	datpoc	datzav	bizlaz	bulaz	komentar																																																																									
15.12.2014			0	-5	novogodišnji kolektivni godišnji odmor 2015																																																																									
15.10.2014			0	10	Srazmerni odmor za 2014 godinu																																																																									
16.12.2015			0	-3	KOLEKTIVNE GO NOVA GODINA 2016																																																																									
10.11.2015			0	10	GO za 2015 (za drugih 6 meseci rada)																																																																									
18.6.2015			0	10	GO za 2015 (10 dana za prvih 6 meseci)																																																																									
Povrede radnika						5   131,91   0   0																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Datum</th> <th>Vreme</th> <th>Radno mesto</th> <th>Opis pov dela</th> <th>Korekt mera</th> <th>Ocena pd</th> <th>Sifa</th> <th>Opis povr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Datum	Vreme	Radno mesto	Opis pov dela	Korekt mera	Ocena pd	Sifa	Opis povr									6   132,36   0   0																																																								
Datum	Vreme	Radno mesto	Opis pov dela	Korekt mera	Ocena pd	Sifa	Opis povr																																																																							
Bolovanje																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Datum Pocetka</th> <th>Datum Zavrsetka</th> <th>Dan pocetka</th> <th>Traj dana:</th> <th>Opis Doznake:</th> <th>Doktor Prezime:</th> <th>Ime:</th> <th>uzrok odsustva:</th> <th>bol iz Istog razloga:</th> <th>akuton hron:</th> <th>u Buducnosti Zak:</th> <th>Komentar Radnik:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.4.2016</td> <td>9.4.2016</td> <td>sreda</td> <td>3</td> <td>GRIP</td> <td>Mirda-Đukić</td> <td>Mara</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Datum Pocetka	Datum Zavrsetka	Dan pocetka	Traj dana:	Opis Doznake:	Doktor Prezime:	Ime:	uzrok odsustva:	bol iz Istog razloga:	akuton hron:	u Buducnosti Zak:	Komentar Radnik:	6.4.2016	9.4.2016	sreda	3	GRIP	Mirda-Đukić	Mara																																																						
Datum Pocetka	Datum Zavrsetka	Dan pocetka	Traj dana:	Opis Doznake:	Doktor Prezime:	Ime:	uzrok odsustva:	bol iz Istog razloga:	akuton hron:	u Buducnosti Zak:	Komentar Radnik:																																																																			
6.4.2016	9.4.2016	sreda	3	GRIP	Mirda-Đukić	Mara																																																																								
Obuka detalji																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>datum</th> <th>deo1</th> <th>deo2</th> <th>deo3</th> <th>deo4</th> <th>svi q1.komentar</th> <th>obucavao</th> <th>vrstaobuke</th> <th>mrad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9.6.2014</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>No</td> <td>Obuka za novozaposlene</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8.7.2014</td> <td>302939FSRB</td> <td>302940HSRB</td> <td></td> <td></td> <td>No</td> <td>Šiverlje s-kit</td> <td>OBUKA</td> <td>S-kit</td> </tr> <tr> <td>8.7.2014</td> <td>302931H</td> <td>302933J</td> <td>302934G</td> <td>302935GSRB</td> <td>No</td> <td>Vujić Saša</td> <td>OBUKA</td> <td>S-kit</td> </tr> <tr> <td>9.7.2014</td> <td>30D096D</td> <td>30D098C</td> <td>30D099C</td> <td></td> <td>No</td> <td>Vujić Saša</td> <td>OBUKA</td> <td>S-kit</td> </tr> <tr> <td>9.7.2014</td> <td>303026CSR</td> <td>303027DSRB</td> <td>303143A</td> <td></td> <td>No</td> <td>Vujić Saša</td> <td>OBUKA</td> <td>S-kit</td> </tr> <tr> <td>9.7.2014</td> <td>301220L</td> <td>301575J</td> <td></td> <td></td> <td>No</td> <td>Vujić Saša</td> <td>OBUKA</td> <td>S-kit</td> </tr> <tr> <td>9.7.2014</td> <td>301207K</td> <td>301211K</td> <td>301212J</td> <td>301214M</td> <td>No</td> <td>Vujić Saša</td> <td>OBUKA</td> <td>S-kit</td> </tr> </tbody> </table>						datum	deo1	deo2	deo3	deo4	svi q1.komentar	obucavao	vrstaobuke	mrad	9.6.2014					No	Obuka za novozaposlene			8.7.2014	302939FSRB	302940HSRB			No	Šiverlje s-kit	OBUKA	S-kit	8.7.2014	302931H	302933J	302934G	302935GSRB	No	Vujić Saša	OBUKA	S-kit	9.7.2014	30D096D	30D098C	30D099C		No	Vujić Saša	OBUKA	S-kit	9.7.2014	303026CSR	303027DSRB	303143A		No	Vujić Saša	OBUKA	S-kit	9.7.2014	301220L	301575J			No	Vujić Saša	OBUKA	S-kit	9.7.2014	301207K	301211K	301212J	301214M	No	Vujić Saša	OBUKA	S-kit	
datum	deo1	deo2	deo3	deo4	svi q1.komentar	obucavao	vrstaobuke	mrad																																																																						
9.6.2014					No	Obuka za novozaposlene																																																																								
8.7.2014	302939FSRB	302940HSRB			No	Šiverlje s-kit	OBUKA	S-kit																																																																						
8.7.2014	302931H	302933J	302934G	302935GSRB	No	Vujić Saša	OBUKA	S-kit																																																																						
9.7.2014	30D096D	30D098C	30D099C		No	Vujić Saša	OBUKA	S-kit																																																																						
9.7.2014	303026CSR	303027DSRB	303143A		No	Vujić Saša	OBUKA	S-kit																																																																						
9.7.2014	301220L	301575J			No	Vujić Saša	OBUKA	S-kit																																																																						
9.7.2014	301207K	301211K	301212J	301214M	No	Vujić Saša	OBUKA	S-kit																																																																						

Slika 6.41 Opšti podaci zaposlenih - Industrijsko preduzeće A

## Održavanje

Na osvoju plana preventivnog održavanja koje može biti dnevno, nedeljno, mesečno, kvartalno i godišnje, slika 6.42, definišu se radni nalozi svake smene održavanja. Nakon obavljenog održavanja (preventivnog ili korektivnog) u ekranskoj formi, na slici 6.43, se upisuje obavljeni proces održavanja, vreme trajanja intervencije i utrošak rezervnih delova.

PLAN ODRŽAVANJA 2018.			JANUAR					FEBRUAR				MART				APRIL			
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17
SINUS	Cušnit 1 st. upravlj			K														K	
	Cušnit 2 novo upravlj			K														K	
	Kašir mašina nova							K											
	2																		P
	7																		P
	8																		P
ŠTANC PRESE	Dužna pegla velika					K													K
	Dužna pegla mala							K											
	Četverostruka (05)		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Četverostruka nova ( )		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Velika bela 1 (01)		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Velika bela 2 (02)		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Velika bela 3 (03)		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Velika bela 4 (11 )		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Velika bela 5 ( )		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Mala bela (10)		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Mala bela nova (06)		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Zelena 1 (07)		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Zelena 2 (04)		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
	Zelena 3 (08)		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K
Podmornica (09)		N	N	N	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	K	

Slika 6.42 Plan preventivnog održavanja - Industrijsko preduzeće A

31.10.2018		<b>November 2018</b> November 2018					2018	nazad
	uto	sre	čet	pet	sub	ned	pon	
	30	31	1	2	3	4	5	
	6	7	8	9	10	11	12	
	13	14	15	16	17	18	19	
	20	21	22	23	24	25	26	
	27	28	29	30	1	2	3	
	4	5	6	7	8	9	10	

poc						
masina	tip	komentar:	Deo	Tip dela	minuti rada	
Štanc 05 (četvostru ka 1)	Elektro intervencija	Popravka nuznog stopa			40	
Štanc 05 (četvostru ka 1)	Mašinska intervencija	Zamenjen kais i induktivni senzor			120	

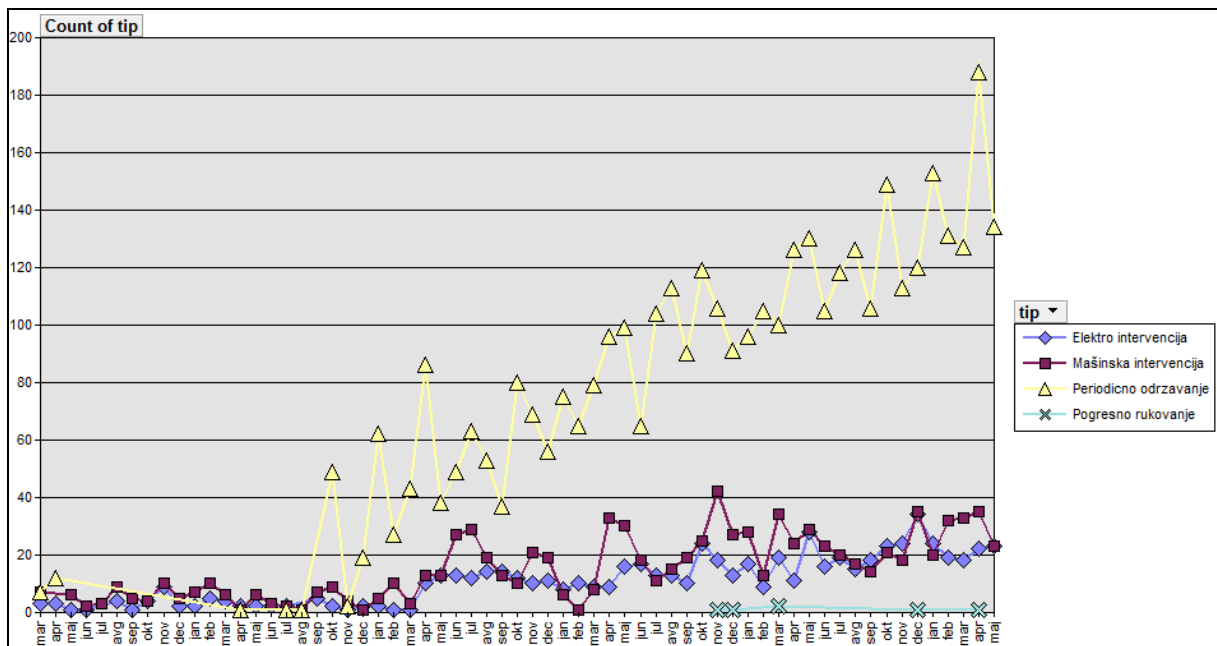
Slika 6.43 Unos intervencija održavanja - Industrijsko preduzeće A

Na osnovu unosa obavljenih intervencija na izveštaju sa slike 6.44, može se videti ukupan broj intervencija i broj utrošenih sati za birani period rada, po tipu intervencije.

tip - dat (Monatsauflösung) -		Drop Column Fields Here	
All	2018	broj intervencija	Ukupno sati:
<b>masina</b>			
Bigl pneumatski potapajući 42		4	6,5
Mašina za kaširanje nova		4	5
Masina za kontrolu senzora		4	5
Mašina za varenje bela		4	2
Mašina za varenje zelena		4	2,5
Viklerka 13		4	1,55
BIGL pneumatski potapajući 32		3	3,5
Klamarica 1		3	2,5
Klamarica 2		3	2,5
Klamarica 3		3	2,5
Masina za baliranje		3	2,67
Masina za lemljenje		3	3
Masina za secenje traka		3	55,08
Sinus 31		3	1,17
Kappa 320		2	2,33
Masina za secenje slaufa 10		2	1,5
Sinus 08		2	1,5
BIGL pneumatski potapajući 16B		1	1,5
CNC ISEL		1	6
Dužna pegla manja		1	1,67
Filomat		1	5,33
Kompresor Atlas Copco		1	0,58
Masina za kaširanje		1	5
Sinus 02		1	0,5
Sinus 07		1	0,5
Sinus 27		1	0,5
Sinus 34		1	0,5
<b>Grand Total</b>		<b>3891</b>	<b>6395,41</b>

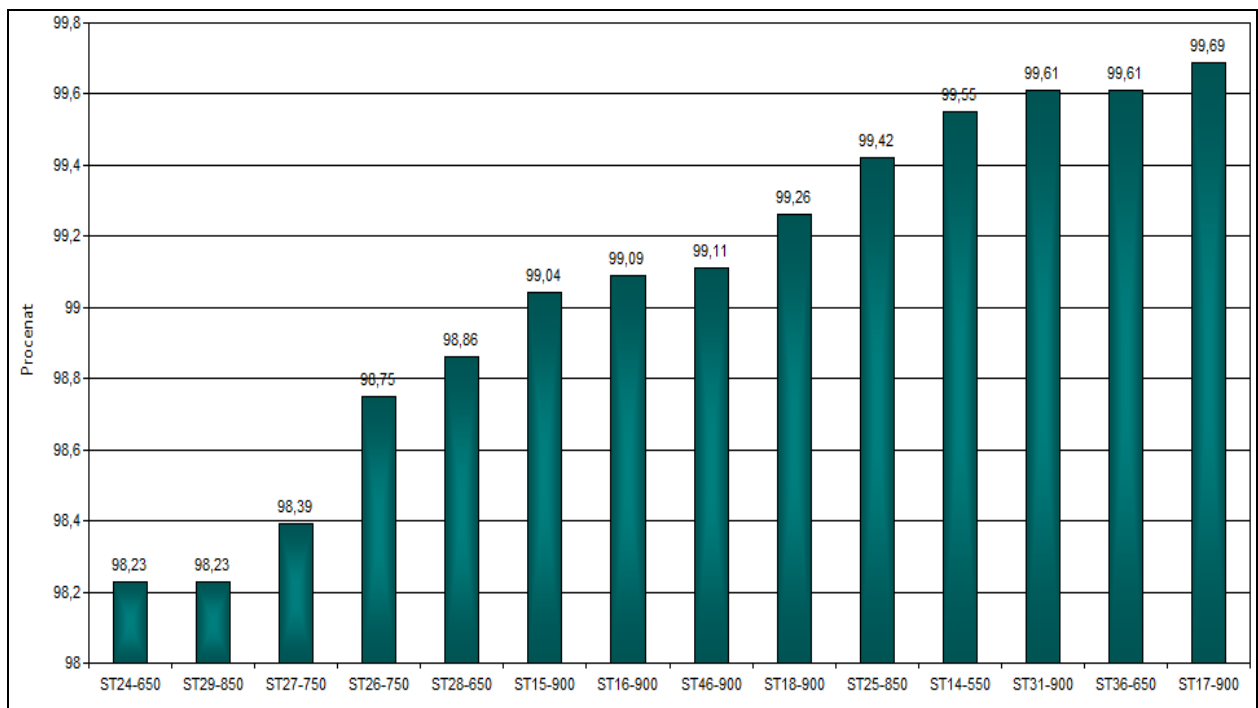
Slika 6.44 Intervencije održavanja - Industrijsko preduzeće A

Na dijagramu sa slike 6.45 se mogu videti tipovi intervencija i broj intervencija u biranom periodu rada.



Slika 6.45 Intervencije održavanja po tipu intervencije - Industrijsko preduzeće A

Cilj održavanja Industrijskog preduzeća A jeste da raspoloživost mašina i opreme bude iznad 95% što se može videti na dijagramu sa slike 6.46. Gde je prikazana raspoloživost mašina jednog proizvodnog sektora u biranom periodu rada.



Slika 6.46 Raspoloživost mašina jednog proizvodnog sektora - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.47 prikazana je ekranska forma stanja rezervnih delova i minimalnih zaliha istih. U slučaju da stanje rezervnih delova bude manje od stanja definisanih minimalnih zaliha pojavljuje se upozorenje da se mora izvršiti narudžba tog rezervnog dela.

Sifra	deo	stanje	pazi	minimalna količina	nemci	Mirko	datum	racun	ulaz	izlaz	narolivera
300039	Opruga klipa za krimp	11	5	0	0	0	13.10.2015	Trebovanje br.244	0	20	0
300040	Gumica klipa za krimp	139	5	0	0	0	3.11.2015	Trebovanje br.264	0	10	0
300041	Noz za secenje trake Masinica TIP 800	10	1	0	0	0	8.11.2015	Ulaz robe br. 132	100	0	0
300042	Valjak METALNI Masinica TIP A690	10	1	0	0	0	21.11.2015	Trebovanje br.278	0	10	0
300043	Noz za secenje trake Masinica TIP A690	10	1	0	0	0	25.11.2015	Trebovanje br.282	0	10	0
300044	Valjak GUMENI Masinica TIP A 690	2	1	0	0	0	27.11.2015	Trebovanje br.285	0	10	0
300045	Gumeni prstenovi za gumeni valjak	21	2	0	0	0	5.12.2015	Trebovanje br.292	0	10	0
301001	Kajla za zuschnit	16	5	140	0	0	22.12.2015	Trebovanje br.304	0	10	0
301002	Kajla za tekstilnu masinu	118	5	0	0	0	13.1.2016	Trebovanje br.316	0	10	0
301003	Noz za rucnu tekstilnu masinu	120	30	1000	0	0	23.1.2016	Trebovanje br.325	0	10	0
301004	Noz za zuschnit masinu	70	30	100	0	0	29.1.2016	Trebovanje br.329	0	10	0
301005	Noz za euromac masinu	60	30	100	0	0	29.1.2016	Trebovanje br.329	0	10	0
301006	Frekventni regulator A2 6.6KVA	1	1	0	0	0	3.2.2016	Trebovanje br.334	0	10	0
301007	Frekventni regulator A11	1	0	1	0	0	19.2.2016	Trebovanje br.344	0	10	0
301008	Frekventni regulator A7	1	1	0	0	0	21.2.2016	Trebovanje br.345	0	10	0
301009	Granici za cuschnit	6	2	0	0	0	25.2.2016	Trebovanje br.349	0	11	0
301010	Displej za cusnit	1	1	0	0	0	27.2.2016	Trebovanje br.351	0	10	0
301011	Kartica za motor za cusnit	2	0	0	0	0	4.3.2016	Trebovanje br.354	0	20	0
301012	Relaj sa prekljonom kontaktom za cusnit	21	0	0	0	0	12.3.2016	Trebovanje br.361	0	20	0
301013	Relaj sa prekljonom kontaktom za cusnit dvostruki	5	0	0	0	0	14.3.2016	Order 2016/05	0	0	200
301014	Brunsi papir za EURO MAC	520	10	250	0	0	17.3.2016	Ulaz robe br. 187	100	0	0
301015	Filter za frekventni regulator	1	0	0	0	0	20.3.2016	Trebovanje br.367	0	10	0
301016	Displej za frekventni regulator	1	0	0	0	0	30.3.2016	Trebovanje 374	0	10	0
301017	Kalis za cusnit mali - nosac rolne	8	2	0	0	0	12.4.2016	Trebovanje br.384	0	10	0
301018	Kalis za cusnit srednji - nosac rolne	17	2	0	0	0	20.4.2016	Trebovanje br.393	0	10	0
301019	Kalis za cusnit veliki - nosac rolne	5	2	0	0	0	5.5.2016	Trebovanje br.406	0	10	0
301020	Masinica za secenje rucna	3	0	10	0	0	13.5.2016	Trebovanje br.410	0	10	0
301021	Ventilator za cusnit	12	1	0	0	0	19.5.2016	Trebovanje br.415	0	10	0
301022	Brojac impulsa 5v	1	1	1	0	0	19.5.2016	Trebovanje br.415	0	10	0
301023	Brojac impulsa 10-30v	1	1	1	0	0	23.5.2016	Ulaz robe br. 213	100	0	0
301024	Lezaj mosta za secenje KBS12-PP	8	0	0	0	0	2.6.2016	Trebovanje br.424	0	10	0
301025	Mikroprekidač MZX1 301 305	9	3	0	0	0					
301027	Plastbni tocak kolicca manji	8	2	0	0	0					

Slika 6.47 Rezervni delovi i minimalne količine - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.48 prikazana je ekranska forma na kojoj se može izabrati mašina i za nju pregledati istorijat održavanja. Ovom opcijom kod učestalih i istih uzročnika stanja otkaza birane mašine se može unaprediti plan preventivnog održavanja.

Masina		Komax gamma 33		izadji
Odrzavanje				
Datum	Tip intervencije:	komentar:		
26.9.2018	Mašinska intervencija	Zamenjena traka iremenica		
28.8.2018	Mašinska intervencija	Zamenjena spirala,zamenjen kabal na motoricu spirale		
25.8.2018	Periodicno odrzavanje	Mesecno odrzavanje		
24.8.2018	Mašinska intervencija	Zamenjeno kalajno kupatilo		
8.8.2018	Mašinska intervencija	Zamenjena spirala kalaja		

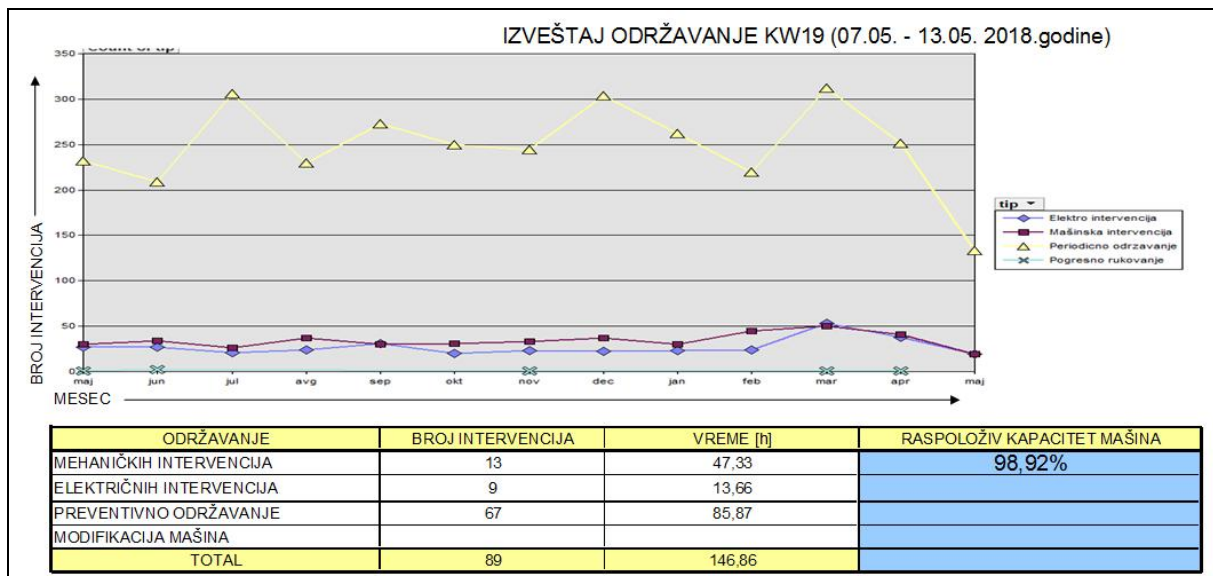
Slika 6.48 Istorijat održavanja sredstva rada - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.49 se može videti ekranska forma sa istorijatom upotrebe alata i pribora u Industrijskom preduzeću A.

acode	komentar	stanje	datum	autobr	ulaz	izlaz	invbroj	komentar	racun
724356209	RUPICE	1	9.11.2011	724356310	1	0	24276	LEPLJENI	5906
724356209 bez	ADAPTER	1	5.12.2011	724356310	1	0	25571	PEGLA	
724356209 bigi	KONTURA	1	5.12.2011	724356310	1	0	25572	PEGLA	
724356213	PEGLA	5	20.12.2011	724356310	1	0	25484	PLOCA Z	
724356213	PEGLA POTAI	9	20.12.2011	724356310	1	0	25648	LEPLJENI	
7243563	ADAPTER	0	20.12.2011	724356310	1	0	24986	LEPLJENI	
7243563	KONTURA	0	13.1.2012	724356310	1	0	24875	KONTURU	
7243563	LEPLJENJE	1	19.1.2012	724356310	1	0	23214	ADAPTER	
7243563	PEGLA	0	28.2.2012	724356310	0	1	24377	PEGLA	propadaju e
724356310	ADAPTER	3	28.2.2012	724356310	1	0	26209	PEGLA	
724356310	KONTURA	3	28.2.2012	724356310	1	0	24377	PEGLA	6090
724356310	LEPLJENJE	4	28.2.2012	724356310	1	0	24378	PEGLA	6090
724356310	montaža	1	28.2.2012	724356310	0	1	24378	PEGLA	propadaju e
724356310	PEGLA	13	28.2.2012	724356310	1	0	25898	ADAPTER	nikola
724356310	PEGLA POTAI	7	28.2.2012	724356310	1	0	26210	PEGLA	
724356310	PLOCA ZA KC	2	16.3.2012	724356310	1	0	25899	ADAPTER	nikola
724356310	RUPICE	1	23.3.2012	724356310	1	0	26496	PEGLA	
724356310 bigi	KONTURA	1	23.3.2012	724356310	1	0	26497	PEGLA	
724356411	ADAPTER	5	23.3.2012	724356310	1	0	26500	PEGLA PC	
724356411	KONTURA	14	25.4.2012	724356310	1	0	23759	PLOCA Z	6196
724356411	LEPLJENJE	7	25.4.2012	724356310	1	0	26501	LEPLJENI	6196
724356411	PEGLA	12	31.5.2012	724356310	1	0	26678	KONTURU	
			31.5.2012	724356310	1	0	24275	montaža	
			31.5.2012	724356310	1	0	23908	KONTURU	
			8.6.2012	724356310	1	0	26763	LEPLJENI	6312
			8.6.2012	724356310	1	0	26764	LEPLJENI	6312
			8.6.2012	724356310	1	0	25701	RUPICE	6298
			19.6.2012	724356310	1	0	26714	PEGLA	Dalibor

Slika 6.49 Istorijat upotrebe alata i pribora - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.50 prikazan je generisan izveštaj održavanja u jednoj radnoj nedelji Industrijskog preduzeća A. Gde se može videti broj i tip intervencija, broj utrošenih sati svake intervencije i raspoloživost mašina.



Slika 6.50 Izveštaj održavanja - Industrijsko preduzeće A

## Logistika i magacin

Na slici 6.51 prikazana je ekranska forma stanja materijala za proizvodnju, koji je povezan sa ERP sistemom – Xpert, Industrijskog preduzeća A. Na slici se može videti svaki materijal koji se koristi u proizvodnji sa količinom, mestom gde se taj materijal nalazi i istorijatom upotrebe tog materijala.



code	naziv	jedmere	stanjem	uputu	ahtung	datum	dokument	jedmere	ulaz	izlaz
29126604	Kabl za 446217213,446217413,446217612	komad	3450	0		14.11.2012	485	komad	3000	0
29127004	Kabl za Porsche 62191410	komad	0	0		14.11.2012	732	komad	0	1000
291280	Kabelsatz:02PA-0,35		0	0		15.11.2012	487	komad	400	0
29128900	Dovodni kabal - 8K0557+A+B+C+D+H+M+N+R	komad	1450	0		15.11.2012	735	komad	0	1000
29129402	Kabl za Porsche 6219141013+6219141015	komad	0	0		19.11.2012	741	komad	0	700
29130401	Dovodni kabal - 8K0555T00	komad	150	0		19.11.2012	491	komad	50	0
29132403	Dovodni kabal - mercedes 221599-609-639-6498	komad	2450	0		20.11.2012	492	komad	1900	0
29132603	Dovodni kabal - mercedes- 221319808/22132908	komad	3000	0		20.11.2012	744	komad	0	1000
29132800	Renault kabal	komad	0	0		21.11.2012	747	komad	0	1000
29132801	Kabl za 453984010, 453984207	komad	1000	0		21.11.2012	746	komad	0	300
29133500	Dovodni kabal - BMW- E70 113780302/113780403	komad	4500	0		23.11.2012	495	komad	1150	0
29134206	Kabal za 306946710+306978010	komad	0	0		27.11.2012	498	komad	950	0
29134302	Kabal - mercedes 221599806+609806+639806	komad	0	0		27.11.2012	499	komad	900	0
29134500	Dovodni kabal - 6R0557C00 I B00 VW	komad	1950	0		28.11.2012	501	komad	850	0
29134601	Dovodni kabal - 6R0555E/F00	komad	3600	0		28.11.2012	761	komad	0	1000
29135102	Dovodni kabal - mercedes 22161 i 22162	komad	0	0		29.11.2012	764	komad	0	700
29135201	Dovodni kabal - Opel Delta 1325732605+	komad	1250	0		3.12.2012	506	komad	100	0
29135500	Kabal - Opel 1325731504+1325732302+13257315	komad	2600	0		3.12.2012	771	komad	0	1000
29136503	Kabl za 4H07LWF02 i 4H07LWB02	komad	0	0		5.12.2012	777	komad	0	1000
29136902	Kabl za 4H07LS07	komad	0	0		5.12.2012	776	komad	0	800
29137302	Kabl za 4H07BW03	komad	0	0		5.12.2012	510	komad	2000	0
						6.12.2012	511	komad	500	0
						11.12.2012	789	komad	0	600
						12.12.2012	519	komad	1050	0
						12.12.2012	792	komad	0	1000
						13.12.2012	795	komad	0	1000

Slika 6.51 Stanje materijala u magacinu repromaterijala - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.52 prikazan je izveštaj – otpremnica gotovih proizvoda, koji je generisalo softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima. Zasnovano na istom principu generiše se i faktura na osnovu otpremnice proizvoda.

OTPREMNICA		BR. 18-2484	
Bruto: 3018	Broj paleta: 15	Broj kutija: 283	
Broj koleta: 0	Reg. kamiona: IN-023 IC/AB 089-IN		
U kamionu koji dana 2.11.2018 kreće			
1.	10203935-0107	100	
2.	10207056-0109	100	
3.	1233404X09	200	
4.	1342618202	300	
5.	1345198803	50	
6.	146317412	100	
7.	1530645X01	700	
8.	154650811	300	
9.	164219409	100	
10.	164220206	300	
11.	172429706	250	
12.	172429810	500	
13.	176580001	100	
14.	184705407	300	
15.	184705506	350	
16.	184706108	50	
17.	222680008	100	

Slika 6.52 Otpremnica proizvoda iz izlaznog magacina - Industrijsko preduzeće A

## Projekti

Na slici 6.53 prikazana je ekranska forma evidencije i realizacije projekata u Industrijskom preduzeću A, gde se mogu definisati tip projekta sa svim informacijama o projektu, vođa i učesnici projekta, kao i definisano vreme realizacije projekta .

Projekat broj: 7 Pun naziv projekta: Korekcija i praćenje električne otpornosti na delovima koji se proizvode u S-kit proizvodnji

Datum: 30.3.2015 Kraći opis projekta: Monitoring promene električne otpornosti na delovima koji se proizvode u S-kit proizvodnji.

Vodja projekta: Radovan Jovanović 01652 Promena programa za izradu delova na S-kit mašinama sa ciljem da tolerancija električne otpornosti dela uvek bude -3%: R <+3%.  
Praćenje varijacija specifičnog električnog otpora žice i dužine žice u delu.

Planiran kraj: 1.9.2015 Odeljenje/ proces: Proizvodnja Deo/projekat koji se unapređuje: Kontakt osoba u Nemačkoj: Viktor Kläss

Učesnik projekta 1: Jovica Petković 01003 Održavanje potrebno:

Učesnik projekta 2: Dušan Kovačević 00358

Učesnik projekta 3:

Učesnik projekta 4:

Aktivnosti u projektu:

Datum:	Aktivnost:	Rezultat:
30.03.2015	Prikupljanje podataka od strane poslovođa iz S-kit proizvodnje.	

Record: 14 of 1

Projekat završen:

Datum završetka:

Rezultat projekta:

Trajanje projekta: dana

Slika 6.53 Evidencija i realizacija projekta - Industrijsko preduzeće A

Na slici 6.54 prikazan je izveštaj svih projekata prema vodi projekta, status projekta i rezultati projekta. Na takav način moguće je praćenje realizacije projekta u realnom vremenu. Isto tako postoje opcije pregleda realizacije projekta po tipu projekta i odeljenju gde projekat pripada.

ID	Pun naziv projekta:	Datum:	Kraj:	Rezultat projekta
Dušan Kovačević 00358	1 Smanjivanje škarta i dorada u BUGEL proizvodnji delova 114887-0106, 114888-0106 i 114888-0206	23.2.2015	7.5.2015	Praćenjem proizvodnje utvrđeno je da se broj delova koji su neu
Gordana Jekić 00058	4 Unošenje programa u S-kit mašine i njihovo upisivanje u tabelu "EVIDENCIJA UNOŠENJA PROGRAMA U S-KIT MAŠINE"	30.3.2015	6.4.2015	Upisivanje unošenja programa se obavlja redovno. Potrebna je p
Henry Maas	5 Zamena kaučuka i tefona na BUGEL alatima za delove #H0SLWB06 i #H0SLWF06	30.3.2015	3.4.2015	Na 8 alata koji se koriste u BUGEL proizvodnji za izradu delova #
Monika Delić 00365	7 Korekcija i praćenje električne otpornosti na delovima koji se proizvode u S-kit proizvodnji	30.3.2015		
Radovan Jovanović 01652	25 korekcija šablona za svetleće sto na delu 6R0559F00	28.10.2014	9.2.2015	problem delmično otklonjen
Slavisa Vidović 00175	34 Izrada probne serije za deo A205800009	7.5.2015	14.5.2015	Mustre su odobrene - Gordana Poštić
Slavko Prekajski 00395	35 Podešavanje sile u orupama i u podešavanje pritiska na radnu površinu kod automatizovanih BUGEL MEYER mašina	23.1.2015	15.5.2015	Projekat podešavanja BUGEL mašina je uspešno završen.
Svetlana Bojić 00667	36 Izrada probne serije za deo A205750011	28.4.2015	14.5.2015	Mustre su odobrene - Gordana Poštić
Vera Čurčić 00299	37 Izrada probne serije za deo A205690104	7.5.2015	14.5.2015	Mustre su odobrene - Gordana Poštić
	38 Izrada probne serije za deo A205670105	28.4.2015	14.5.2015	Mustre su odobrene - Gordana Poštić
	39 Izrada probne serije za deo A205790007	28.4.2015	14.5.2015	Mustre su odobrene - Gordana Poštić
	40 Izrada probne serije za deo A205680104	28.4.2015	14.5.2015	Mustre su odobrene - Gordana Poštić
	41 Izrada probne serije za deo 45055506	25.4.2015	5.5.2015	Mustre su odobrene - Monika Delić
	42 Izrada probne serije za deo 45055706	28.4.2015	5.5.2015	Delovi probne serije odobreni. - Monika Delić
	43 Izrada probne serije za deo 450555A07	24.4.2015	5.5.2015	Delovi probne serije odobreni. - Monika Delić
	44 Izrada probne serije za deo 45054907	25.4.2015	5.5.2015	Delovi probne serije odobreni. - Monika Delić
	45 Izrada probne serije za deo 450555B10	27.4.2015	8.5.2015	Mustre su odobrene - Monika Delić
	46 Izrada probne serije za deo 450557B09	25.4.2015	5.5.2015	Delovi probne serije odobreni. - Monika Delić
	47 Izrada probne serije za deo 8W0555B11	28.4.2015		
	48 Izrada probne serije za deo 8W0555A08	28.4.2015	6.5.2015	Mustre su odobrene - Monika Delić
	49 Izrada probne serije za deo 172429909	29.4.2015	20.5.2015	Probna serija je odobrena. - Monika Delić
	50 Izrada probne serije za deo 172429705	29.4.2015	20.5.2015	Probna serija je odobrena. - Monika Delić
	51 Izrada probne serije za deo 172429809	29.4.2015	20.5.2015	Probna serija je odobrena. - Monika Delić
	52 Izrada probne serije za deo 172429504	29.4.2015	20.5.2015	Probna serija je odobrena. - Monika Delić
	53 Izrada probne serije za deo 2K5555E04	29.4.2015	18.5.2015	Mustre su odobrene - Gordana Poštić
	54 Izrada probne serije za deo 2K5555G03	29.4.2015	18.5.2015	Mustre su odobrene - Gordana Poštić
	55 Izrada probne serije za deo 2K5556E04	29.4.2015	18.5.2015	Odobrena probna serija -Gordana Poštić
	56 Zamena kaučuka i tefona na svim BUGEL alatima iz projekta D4	24.4.2015	30.4.2015	Zamenjen kaučuk i teflon na svim alatima iz projekta D4.
	57 Izrada probne serije za deo 8W0555A08	25.4.2015	6.5.2015	Delovi probne serije odobreni. - Monika Delić

Slika 6.54 Pregled projekata - Industrijsko preduzeće A

## 7. Analiza rezultata istraživanja i verifikacija postavljenih hipoteza

U okviru ovog poglavlja su analizirani ostvareni rezultati istraživanja koji su u prethodnom poglavlju disertacije detaljno predstavljani.

Istraživanja na temu informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima, pored nesumnjive aktuelnosti, imaju svoj naučni značaj i praktičnu opravdanost.

U naučnom smislu, istraživački naponi su bili usmereni ka definisanju jednog informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima čija je implementacija realna i moguća u industrijskim preduzećima, i doveli su do vrednih naučnih rezultata koji su potvrđeni eksperimentalnim rezultatima, prototipskim programskim rešenjem utemeljenim na primeni savremenih sredstava informacionih tehnologija i kvantitativnim istraživanjem (sprovođenje upitnika u izabranim organizacijama). Tako orijentisana istraživanja, u svakom slučaju, mogu predstavljati još jedan značajan korak ka uspostavljanju kvalitetnih i naučnih osnova za efektivnu proizvodnju i proizvodnju budućnosti. Široke mogućnosti praktične primene rezultata ovog istraživanja u agilnim i izrazito fleksibilnim industrijskim preduzećima (kakva će imati dominantnu ulogu u proizvodnji dolazećeg vremena), u isto vreme, predstavljaju solidnu osnovu za izvođenje pozitivne, pa čak i visoke ocene njegove opravdanosti.

Rezultati istraživanja prikazani u radu su u domenu analize, projektovanja, izgradnje i upotrebe informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

Informacioni sistem obuhvata bazu podataka i aplikacije za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

Takođe, rezultat istraživanja je analiza potreba industrijskih preduzeća za informacionim sistemom za podršku upravljanju industrijskim preduzećima pored već postojećih ERP sistema i MES sistema. To istraživanje je izvršeno putem intervjua i kvantitativnim istraživanjem – sprovođenje anketnih upitnika (anketni metod) u izabranim organizacijama i mogu se videti u priložima A, B i C.

### 7.1. Prikaz i analiza rezultata rada

#### 7.1.1. Tržište ERP sistema i MES sistema

Istraživanje tržište ERP sistema i MES sistema je sprovedeno u cilju sagledavanja stavova stručnjaka u vezi tema ove doktorske disertacije, i da bi se pronašle organizacije za nastavak istraživanja.

Kontaktirani su zastupnici (konsultantske kuće) i proizvođači koje se bave implementacijom ERP sistema i MES sistema, kao i korisnici implementiranih ERP sistema i MES sistema. Oni su kontaktirani putem elektronske pošte i telefonskih poziva, kako bi se detaljnije objasnila svrha samog istraživanja. Zamoljeni su da zaposleni koji koriste ERP sisteme i MES sisteme ili su radili na projektima implementacije ERP sistema ili MES sistema popune upitnik. Istraživanje putem upitnika je sprovedeno prvog kvartala 2018. godine i prikupljeno je ukupno 34

potpunih odgovora (validnih upitnika). Kompletan sadržaj upitnika i rezultati su prikazani u prilogu A.

Na osnovu ovog istraživanja utvrđeno je da na svetskom tržištu postoji čitav niz:

- ERP sistema: SAP (BusinessOne, AiO, R/3), ORACLE - People Soft; Infor (Xpert, XPPS), BAAN, Microsoft Dynamics sistemi: NAV (Navision), AX (Axapta), GP (Great Plains), SL (Solomon); PULLS™;
- MES sistema: Gfos.MES – GFOS, prisma – IBS, HYDRA – mpdv, SYNCOS MES – SYNCOS, cronetwork – industrie informatik, GRP, GUARDUS MES, PROXIA MES – PROXIA;

Vreme potrebno za implementaciju sistema bilo da je ERP sistem ili MES sistem je najmanje dve godine. Sa sledećim fazama životnog ciklusa ERP ili MES sistema:

- Faza donošenja odluke o implementaciji (usvajanju);
- Faza nabavke;
- Faza implementacije;
- Faza korišćenja i održavanja.

Isto tako sistemska podrška skoro svih ERP i MES sistema je podržana u Srbiji ili regionu, i korisnici su zadovoljni podrškom.

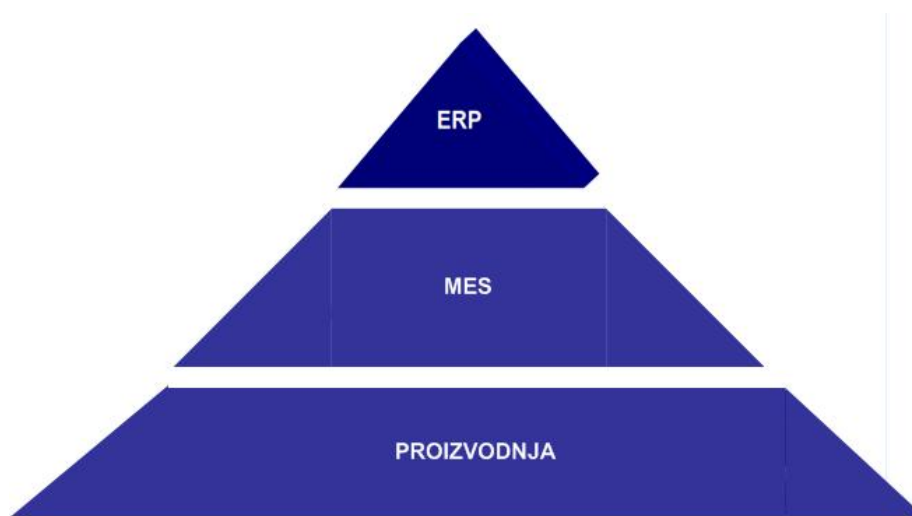
#### 7.1.2. Iskustva rada sa ERP sistemom i MES sistemom

U okviru ovog istraživanja sprovedene su studije slučaja u jednom izabranom industrijskom preduzeću, u cilju prikupljanja podataka o njihovim iskustvima u vezi sa implementiranim ERP sistemom, postojećim MES sistemima i potrebama za softverskim rešenjem za podršku upravljanju industrijskim preduzećima. Pitanja i rezultati intervjua tokom poseta izabranom industrijskom preduzeću su prikazana u prilogu B.

Pre svakog intervjua, pitanja su poslata učesnicima da se pripreme za intervju. Isto tako, organizovan je razgovor sa više sagovornika, u cilju dobijanja što potpunijih odgovora i u proseku svaki intervju je trajao između 45 i 60 minuta. Istraživanje je sprovedeno u drugom kvartalu 2018. godine.

Na osnovu ovog istraživanja utvrđeno je da implementacija ERP sistema trajala približno dve godine i da ERP sistem pruža protok informacija kroz različite poslovne i funkcionalne jedinice u organizaciji na nivou menadžementa. Isto tako utvrđeno je da kompletna za praćenje i izradu dokumentacije kompletnog proizvodnog ciklusa samog proizvoda (od sirovine do finalnog proizvoda) nije moguća samo sa ERP sistemom. MES sistem u ispitivanim organizacijama nema primenu i nije implementiran, i tu se može videti nedostatak koji MES sistem pruža, a to su informacije u realnom vremenu koje pomažu da se donese odluka u cilju unapređenja proizvodnih i omogućuje kontrolu nad svim elementima proizvodnog procesa. Jer je veoma čest slučaj da sam ERP sistem nije dovoljan za praćenje i planiranje proizvodnje, unapređenje proizvodnih procesa i obezbeđenje kvaliteta. Na slici 7.1 je prikazana primena ERP sistema i MES sistema u procesima proizvodnje i

ispitanici su se usaglasili je MES sistem ili barem neki moduli MES sistema preko potreban njihovoj organizaciji, čak je realizovano nekoliko manjih softverskih rešenja sopstvene izrade da bi se unapredio proces za praćenje i planiranje proizvodnje, unapređenje proizvodnih procesa i obezbeđenja kvaliteta.



*Slika 7.1 Primena ERP sistema i MES sistema u procesima proizvodnje - VDI*

### 7.1.3. Korist informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima

Korist od upotrebe softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima iz perspektive krajnjih korisnika i samog poslovanja se odnosi na nivo integracije implementiranog rešenja u poslovanje organizacije.

Kvantitativno istraživanje je sprovedeno tokom poslednjeg kvartala 2018. godine u industrijskom preduzeću gde je implementirano softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

Ukupno 57 ispitanika, iskusnih korisnika ERP sistema i implementiranog softverskog rešenja za podršku upravljanju industrijskim preduzećima u izabranom industrijskom preduzeću je u potpunosti odgovorilo na anketni upitnik. Kompletan sadržaj upitnika i rezultati su prikazani u prilogu C.

Na osnovu ovog istraživanja utvrđeno je da implementacija informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima pruža kompletno praćenje proizvodnog ciklusa samog proizvoda (od sirovine do finalnog proizvoda) u realnom vremenu, sa sledećim unapređenim karakteristikama prema metodama i tehnikama LEAN koncepta:

- Planiranje i praćenje proizvodnje;
- Planiranje kapaciteta proizvodnje;
- Planiranje ljudskih resursa i obuka;
- Kvalitet proizvoda i proizvodnih procesa;
- Održavanje;
- Analiza performansi / KPI [2].

Isto tako, informacijski sistem za podršku upravljanju industrijskim preduzećima pruža:

- Jasnu strukturu planiranja proizvodnje i kapaciteta proizvodnje;
- Smanjenu na minimum dokumentaciju putem papira;
- Olakšano praćenje performansi / KPI;
- Unapređen sistem održavanja / preventivno održavanje;
- Unapređen proces obuke zaposlenih;
- Komunikacija u realnom vremenu sa postojećim ERP sistemom [2].

7.1.4. Analiza rezultata *Value stream mapping* / stanja u prošlosti, procesa izrade proizvoda predstavnika u Industrijskom preduzeću A i *Value Stream Mapping* / sadašnjeg stanja, procesa izrade proizvoda predstavnika - Industrijsko preduzeće A

Rezultat *Value Stream Mapping* – stanja u prošlosti, procesa izrade proizvoda predstavnika u Industrijskom preduzeću A, slika 7.2:

- Vreme realizacije proizvoda predstavnika (*Lead Time*): 11.46 dana;
- Proces izrade proizvoda predstavnika (*Process Time*): 227 sekundi;
- *NVA*<sup>55</sup> : 80 minuta.

Rezultat *Value Stream Mapping* - sadašnjeg stanja, procesa izrade proizvoda predstavnika u Industrijskom preduzeću A, slika 7.3:

- Vreme realizacije proizvoda predstavnika (*Lead Time*): 10.96 dana;
- Proces izrade proizvoda predstavnika (*Process Time*): 198 sekundi;
- *NVA* : 40 minuta.

Implementacijom informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima sa osvrtom na realizaciju proizvodnje proizvoda predstavnika Industrijskog preduzeća A postignuti su sledeći rezultati:

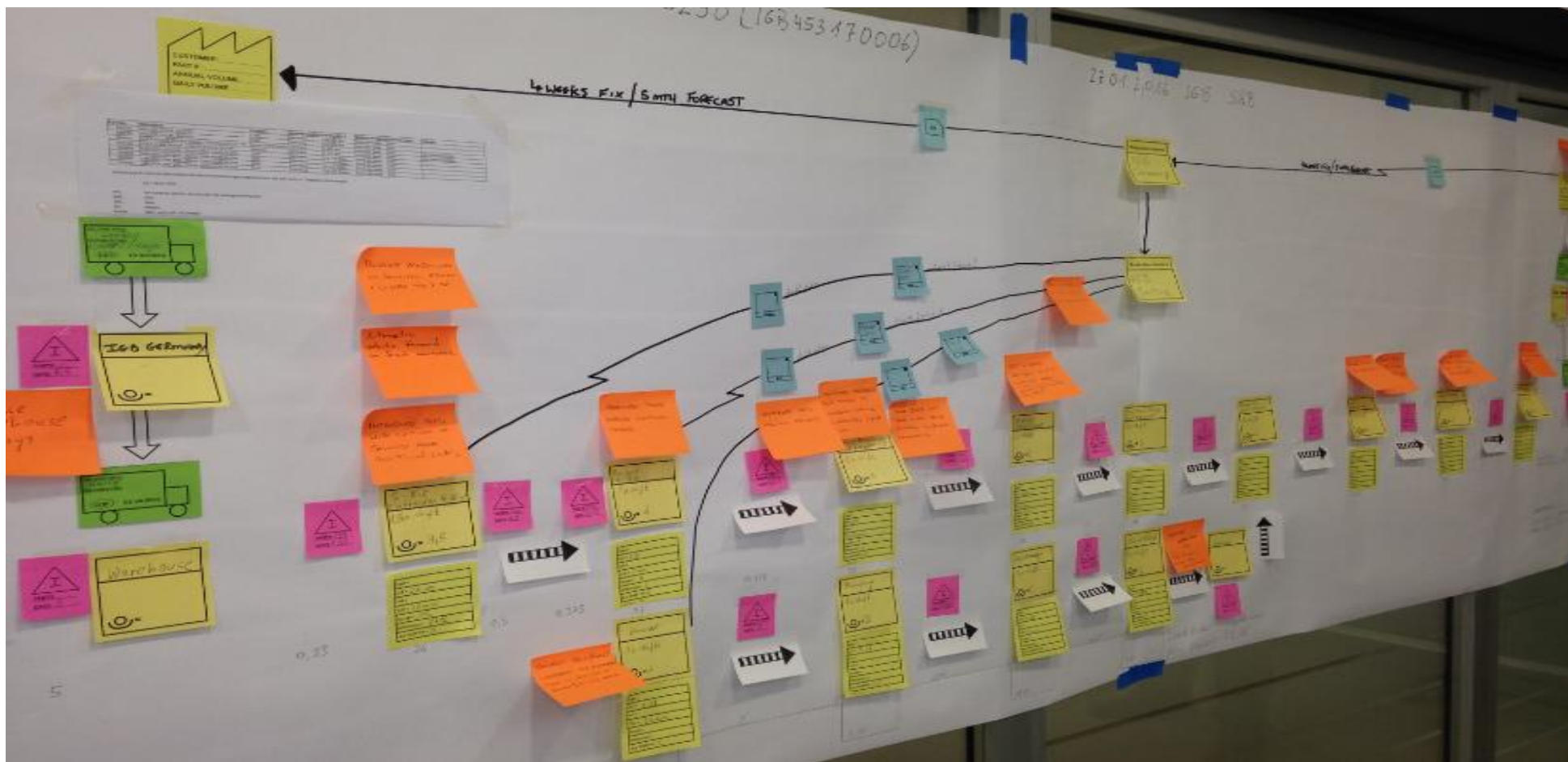
- Smanjeno je vreme realizacije proizvoda predstavnika (*Lead Time*) za 4,6%;
- Smanjeno je vreme izrade proizvoda predstavnika (*Process Time*) za 12,8%;
- Smanjeno je *NVA* za 50%.

Uzimajući u obzir da u Industrijskom preduzeću A broj zaposlenih iznosi 2.300 i da je nedeljna proizvodnja približno 525.000 komada proizvoda, od toga najmanje 750 različitih proizvoda, implementacija informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima ima velikog značaja u cilju unapređenja svih proizvodnih procesa prema principima i osnovnim načelima LEAN koncepta.

Jedan od najvažnijih zaključaka je da prilikom unapređenja procesa i smanjivanja vremena koje ne dodaje vrednost, jeste da nije bilo otkaza zaposlenih, već je urađena reorganizacija i obuka svih zaposlenih Industrijskog preduzeća A, u cilju postizanja novih definisanih KPI [1].

<sup>55</sup> *NVA* - *Non-Value Adding Operations* / Vreme koje ne dodaje vrednost proizvodu - aktivnosti koju bi trebalo smanjiti ili eliminisati

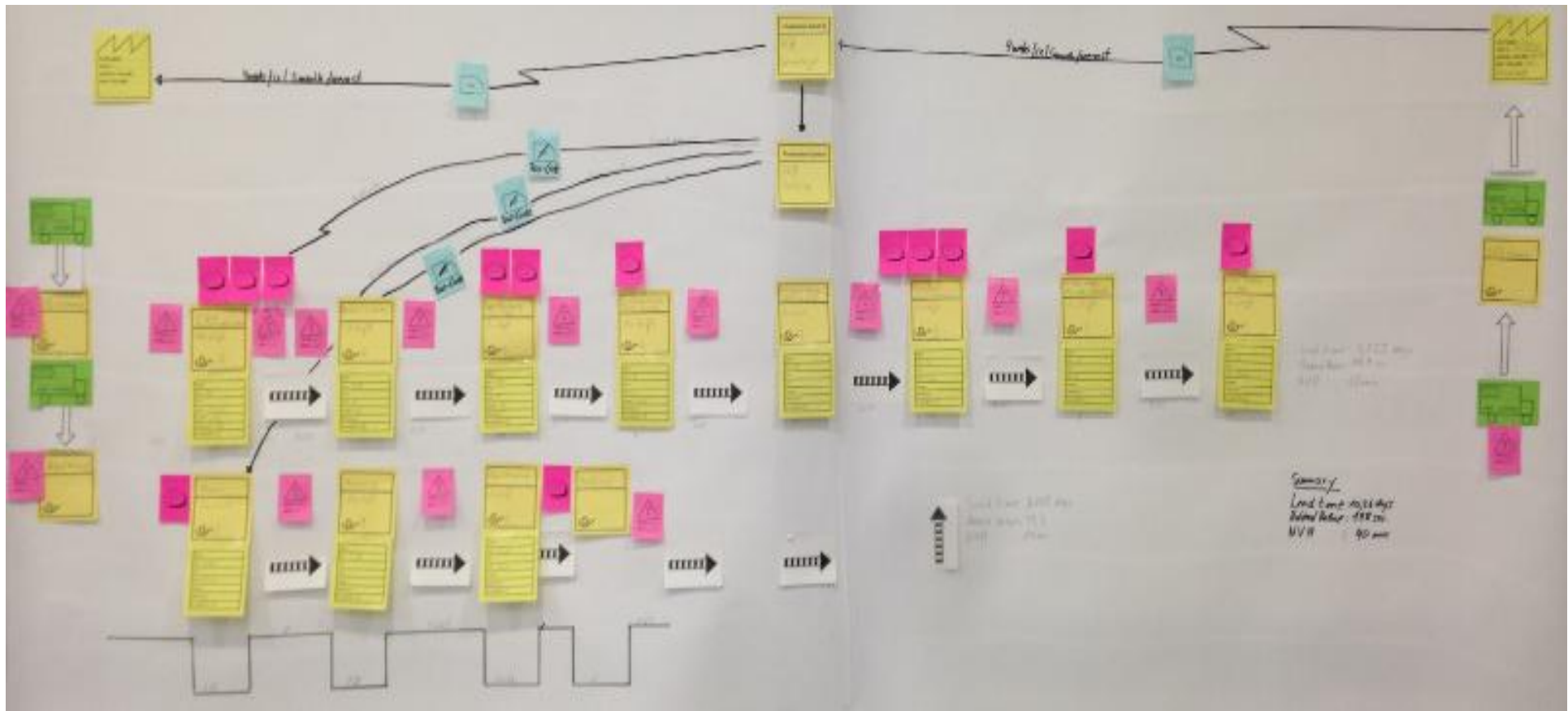
Rezultati Value Stream Mapping – stanja u prošlosti, procesa izrade proizvoda predstavnika u Industrijskom preduzeću A, slika 7.2:



Slika 7.2 Value Stream Mapping – stanje u prošlosti, procesa izrade proizvoda predstavnika - Industrijsko preduzeće A

Vreme realizacije (Lead Time): 11.46 dana  
Proces izrade (Process Time): 227 sekundi  
NVA : 80 minuta

Rezultati *Value Stream Mapping* – sadašnje stanje, procesa izrade proizvoda predstavnika u Industrijskom preduzeću A, slika 7.3:



Slika 7.3 Value Stream Mapping – sadašnje stanje, procesa izrade proizvoda predstavnika - Industrijsko preduzeće A

Vreme realizacije (*Lead Time*): 10.96 dana  
 Proces izrade (*Process Time*): 198 sekundi  
 NVA : 40 minuta



## 7.2. Verifikacija postavljenih hipoteza

U skladu sa postavljenim ciljevima istraživanja i u kontekstu formulisanog istraživačkog pitanja definisane su sledeće hipoteze predmetnog istraživanja:

*Hipoteza H1:* Može se strukturirati takav informacioni sistem za podršku upravljanju industrijskim preduzećima koji svojim funkcijama, efikasnošću, kao i u pogledu primenjenih tehnologija rada, u potpunosti zadovoljava zahteve savremene industrije;

*Hipoteza H2:* Postoji čitav niz savremenih informacionih tehnologija i pripadajućih sredstava, koji imaju značajan ali ne i dovoljno iskorišten potencijal primene, namenjenih radu u industrijskim preduzećima;

*Hipoteza H3:* Može se razviti i realizovati platformski nezavisni, i po osnovnoj arhitekturi, otvoreno softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima;

*Izvedena pretpostavka (istraživačka hipoteza):*

- Postoji potreba za uvođenjem informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima;

Rezultatima istraživanja i izvršenim vrednovanjem implementiranog informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima (MES sistem) su dokazane sve polazne hipoteze i izvedena hipoteza. Isto tako, dokazano je da se može strukturirati, razviti i realizovati platformski nezavisno, i po osnovnoj arhitekturi, otvoreno softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima, za koje postoji realna potreba za uvođenjem, jer u veoma dinamičnim uslovima proizvodnje i poslovanja industrijskih proizvodnih sistema, poslovni uspeh često zavisi i od minimalnih ušteda u vremenu trajanja proizvodnje ili nekih njenih faza, što je dobijeno implementacijom informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima (MES sistem).

## 8. Zaključne napomene i pravci daljeg istraživanja

### ERP sistemi i MES sistemi

Na osnovu istraživanja u ovoj disertaciji utvrđeno je da sama implementacija ERP sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima nije dovoljna, i da su potrebni MES sistemi koji pružaju informacije u realnom vremenu koje pomažu da se donese odluka u cilju unapređenja proizvodnih procesa industrijskih preduzeća i omogućuje kontrolu nad svim elementima proizvodnog procesa.

U daljem istraživanju je utvrđeno da postoje standardni ERP sistemi i MES sistemi sa svojim modulima, ali isto tako svakom industrijskom preduzeću postoji opcija kreiranja sopstvenog softverskog rešenja uz pomoć savremenih metoda i tehnika iz oblasti projektovanja baza podataka i aplikacija, da bi obezbedio praćenje svih procesa proizvodnje i obezbeđenje kvaliteta prema osnovnim načelima LEAN proizvodnje i TQM.

### Informacioni sistem za podršku upravljanju industrijskim preduzećima

Ostvareni rezultat u delu disertacije koji se odnosio na razvoj informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima je opšte i fleksibilno softversko rešenje. Izgrađeno je primenom kombinovanog metodološkog pristupa baziranog na metodologiji životnog ciklusa, prototipskom pristupu, objektno-orijentisanom pristupu i Larmanovoj metodi, gde je korišćeno Microsoft razvojno okruženje.

Projektovanjem, izgradnjom i upotrebom informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima (MES sistem) je potvrđeno da se može razviti i realizovati platformski nezavisni, i po osnovnoj arhitekturi, otvoreno softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima, koji svojim funkcijama u potpunosti zadovoljava zahteve savremene industrije.

U izabranom industrijskom preduzeću nakon implementacije razvijenog informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima (MES sistem) značajno je uvećana efektivnost i efikasnost svih procesa proizvodnje, prema osnovnim načelima LEAN proizvodnje i TQM, a neki od dobijenih rezultata su:

- Skraćeno je vreme realizacije proizvodnje;
- Ubrzan je sam proces izrade proizvoda;
- Značajno je smanjeno vreme koje ne dodaje vrednost samom proizvodu;
- Obuka zaposlenih koja je konstantna prema zahtevima IATF 16949 standarda i TQM;
- Upotreba PDCA ciklus kvaliteta;
- Implementirano je totalno produktivno održavanje;
- Postavljene su osnove za *Just-In-Time* i *Kanban*;
- Analiza performansi/KPI svih procesa u industrijskom preduzeću;
- Komunikacija u realnom vremenu sa postojećim ERP sistemom.

Složenost i veličina razvijenog informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima, uz zahtev za vršenje funkcije u realnom vremenu,

sugerišu da je potrebno nastaviti konstantno unapređivanje samog informacionog sistema, kao i njegove tehničke podrške.

Kod uvođenja novih informacionih sistema, kao i nadogradnju postojećih informacionih sistema u industrijskom preduzeću predstavlja kreiranje kontinuiranog procesa učenja i obuke zaposlenih na svim nivoima. Isto tako, ako je obuka zaposlenih industrijskog preduzeća neprimerena, ili nije kompletna zbog prirodnog otpora zaposlenih prema promenama, skoro sve prednosti implementiranog informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima će vremenom nestati.

Pravci daljih istraživanja u vezi sa razvijenim informacionim sistemom za podršku upravljanju industrijskim preduzećima:

- Poboljšanje razvijenog informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima u pogledu primene metoda i tehnika LEAN proizvodnje sa pogledom na *Just-In-Time* i *Kanban*;
- Poboljšanje razvijenog informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima u pogledu 100% primene *Barcode*<sup>56</sup> sistema;
- Poboljšanje razvijenog informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima u pogledu njegovih mogućnosti i/ili jednostavnosti za upotrebu od strane korisnika;
- Dodatni razvoj informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima do nivoa konačnog i kompletnog rešenja pogodnog za implementaciju za celu grupaciju u kojoj se nalazi i Industrijsko preduzeće A.

Autor se nada da je ovom disertacijom postavio temelje nekom budućem projektu koji bi okupio veći broj saradnika i imao za cilj dalji razvoj i proširenje postojećeg informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

---

<sup>56</sup> *Barcode* / Šipkasti kod - predstavlja način kodiranja brojeva i slova koristeći kombinaciju tankih linija različitih širina i razmaka između njih, i služi za olakšano skeniranje / unos podataka u informacioni sistem.

## 9. Literatura

- [1] Milan Radosevic, Milan Baosic, Marko Caric, Vladimir Jovanovic, Dalibor Beric, Zarko Bojic, Nenad Avramovic, Implementation of Business Process Reengineering in Human Resource Management, *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 2014, 25(2), 211–222.
- [2] Dalibor Beric, Darko Stefanovic, Bojan Lalic, Ilija Cosic, The Implementation of ERP and MES Systems as a Support to Industrial management Systems, *International Jurnal of Industrial Engineering and Management, IJIEM*, 2018, 77–87.
- [3] Davenport, T. (1998). Putting the enterprise into the enterprise system, *Harvard Business Review*, Vol. 76 No. 4, pp. 121-131.
- [4] Davenport T. (2000). *Mission Critical: Realizing the Promise of Enterprise Systems*, Boston, Harvard Business School Press.
- [5] Al-Mashari, M. (2003). Enterprise resource planning (ERP) systems: a research agenda, *Industrial Management and Data Systems*, Vol. 103 No. 1, pp. 22-27.
- [6] Shaul, L.; Tauber, D. (2012). "CSFs along ERP life-cycle in SMEs: a field study". *Industrial Management & Data Systems*. 112 (3): 360–384.
- [7] Hallikainen P., Laukkanen S., Sarpola S., Reasons for ERP Acquisition, *Proceedings of the 6th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*, Porto, Portugal, 2004.
- [8] Mabert, V. A., Soni, A. and Venkatraman, M. A. (2003). The impact of organizational size on Enterprise Resource Planning (ERP) implementation in the US manufacturing sector. *Omega: International Journal of Management Science*, 31(3), 235-246.
- [9] van Everdingen Y., Hillegersberg, J., Waarts E., (2000). ERP adoption by European Midsize Companies, *Communications of the ACM*, Vol. 43, No. 4, pp.27-31.
- [10] Sheilds, Murell G., *E-Business and ERP: Rapid Implementation and Project Planning*. (2001) John Wiley and Sons, Inc. p. 9-10.
- [11] Gartner. 2010. "Gartner Says It Spending to Rebound in 2010 with 3.3 Percent Growth after Worst Year Ever in 200." Dostupno na: <http://www.gartner.com/>
- [12] Jürgen Kletti - *Manufacturing Execution System*, Springe, 2007.
- [13] Koch, C. (2001). BPR and ERP: Realising a vision of process with IT. *Business Process Management Journal*, 7(3), 258-265.
- [14] Martin, I., Cheung, Y. (2000). SAP and Business Process Reengineering. *Business Process Management*, 6(2), 131-121.
- [15] Rao, S. S. (2000). Enterprise Resource Planning in Reengineering Business. *Business Process Management Journal*, 6(5), 376 – 391.
- [16] Schrnederjans, M. J., Kim, G. C. (2003). Implementing enterprise resource planning systems with total quality control and business process reengineering survey results. *International Journal of Operations and Production Management*, 23(3/4), 418-429.
- [17] Markus, M.L and Tanis, C. (2000). The Enterprise Systems Experience: From adoption to success. In RW. Zmud (Ed.), *Framing the Domains of IT Research: Glimpsing the Future through the Past*. Chapter 10. pp. 173-207. Cincinnati: Pinnaflex Educational Resources Inc.

- [18] Besson, P., Rowe, F. (2001). ERP project dynamics and enacted dialogue: perceived understanding, perceived leeway, and the nature of task-related conflicts. *The DataBase for Advances in Information Systems*, 32(4), 47-65.
- [19] Gattiker, T. F., Goodhue, D. L. (2004). Understanding the local-level costs and benefits of ERP through organizational information processing theory. *Information and management*, 41(4), 431-443.
- [20] Legare, T. L. (2002). The role of organizational factors in realizing ERP benefits. *Information Systems Management*, 19(4), 21-42.
- [21] Newell, S., Huang, J. C., Galliers, R. D., Pan, S. L. (2003). Implementing Enterprise Resource Planning and knowledge management systems in tandem: fostering efficiency and innovation complementarity. *Information and Organization*, 13(1), 25-52.
- [22] Shang, S. S. C., Seddon, P. B. (2000). A comprehensive framework for classifying the benefits of ERP systems. *Proceedings of the 6th Americas Conference on Information Systems*, Long Beach, California.
- [23] Monk, Ellen and Wagner, Brett. "Concepts in Enterprise Resource Planning" 3rd.ed. Course Technology Cengage Learning. Boston, Massachusetts. 2009
- [24] Martin Selchert (2004) "Enhanced Project Success Through SAP Best Practices – International Benchmarking Study". ISBN 1-59229-031-0.
- [25] Ingolfo, S.; Siena, A.; Mylopoulos, J. (2011). "Establishing Regulatory Compliance for Software Requirements". *Conceptual Modeling - ER 2011*: 47–61. ISBN 978-3-642-24605-0.
- [26] Pelphrey, M.W. (2015). *Directing the ERP Implementation: A Best Practice Guide to Avoiding Program Failure Traps While Tuning System Performance*. CRC Press. 92–111. ISBN 9781482248425.
- [27] Heiko Meyer, Franz Fuchs, Klaus Thiel, *Manufacturing Execution Systems (MES): Optimal Design, Planning, and Deployment*, McGraw-Hill Education, 2009.
- [28] Myers, M. D. and Avison, D. E. (2002). *Qualitative research in information systems: a reader*. London, the UK: Sage Publications.
- [29] Myers, B. L., Kappelman, L. A. and Prybutok, V. R. (1997). A comprehensive model for assessing the quality and productivity of the information systems function: Toward a theory for information systems assessment. *International Resources Management Journal*, 10(1), pp. 6-25.
- [30] Saunders, M, Lewis, P. and Thornhill, A. (2000). *Research methods for business students*. Essex, the UK: Pearson Education Limited.
- [31] Yin, R. K. (2003). *Case study research-design and methods* (3rd ed. Vol. 5). Thousand Oaks: SAGE.
- [32] Gable, G. (1994). Integrating case study and survey research methods: an example in information systems. *European Journal of Information Systems*, 3(2), pp. 112-126.
- [33] Sale J., Lohfeld L. and Brazil K. (2002). Revisiting the quantitative-qualitative debate: implications for mixed methods research. *Quality & Quantity*, 36(1), pp. 43-53
- [34] Petkov, D., Petkov, O., Nepal, T., and Andrew, T. (2006). Paradigm Issues in Critical Systems Thinking and Their Interpretation in Three Developmental Systematic Interventions. In: *Proceedings of the 50th Annual Meeting of the ISS*.
- [35] Mingers, J. (2001). Combining IS research methods: towards a pluralist methodology. *Information Systems Research*, 12, pp. 240-259.

- [36] Mogin P., Luković I., Govedarica M.: Principi projektovanja baza podataka, edicija Univerzitetski udžbenik, Novi Sad, 1999.
- [38] Neuman, W. (2000). Social research methods: qualitative and quantitative approaches. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- [37] Pinsonneault, A., and Kremer, K.L. (1993). Survey research methodology in management information systems: An assessment. *Journal of Management Information Systems*, 10, pp. 75-105.
- [39] Martinsons M., Davison R., Tse D., (1999). The balanced scorecard: a foundation for the strategic management of information systems, *Decision Support Systems* 25 (1999), pp. 71–88.
- [40] Mirani R., Lederer A.L., (1998). An instrument for assessing the organizational benefits of IS projects, *Decision Sciences* 29 (4) (1998), pp. 803–838.
- [41] Argyris, C. (1991). Management information systems: the challenge to rationality and emotionality, *Management Science*, 291.
- [42] O'Brien, J. A. (2002). *Management Information Systems: Managing Information Technology in the E- Business Enterprise*, McGraw-Hill Higher Education.
- [43] Davis, G. and Olson, M. (1985). *Management Information Systems*, New York: McGraw- Hill.
- [44] Kumar, K. and Van Hillsgersberg, J. (2000). ERP experiences and evolution. *Communications of the ACM*, 43(4), pp. 23-26.
- [45] Wight, O., (1984). *Manufacturing Resource Planning: MRP II*. Oliver Wight Ltd. Publications, Williston, VT.
- [46] Wilson, F., Desmond, J., Roberts, H., (1994). Success and failure of MRP II implementation. *British Journal of Management* 5, pp. 221–240.
- [47] Moller, C. (2005). ERP II: a conceptual framework for next-generation enterprise systems? *Journal of Enterprise Information Management*, Volume 18, Number 4, pp. 483-497.
- [48] O'Brien, J. (1999). *Management Information Systems*. McGraw-Hill Inc., London.
- [49] K. Slooten, L. Yap, Implementing ERP information systems using SAP, in: *Proceedings of the Americas Conference on Information Systems (ACIS)*, Milwaukee, WI, USA, August 13–15, 1999, pp. 226–228.
- [50] Mandal, P., Gunasekaran, A., (2002). Application of SAP R/3 in on-line inventory control. *International Journal of Production Economics* 72, pp. 47–55.
- [51] Rashid, M.A., Hossain, L. and Patrick, J. (2002). *The Evolution of ERP Systems: A Historical Perspective*. Enterprise Resource Planning: Global Opportunities, Challenges and Solution, Idea Group Publishing, USA, ISBN: 1-930708-36-X. pp. 1-16.
- [52] McGaughey, R.E. & Gunasekaran, A. (2007). Enterprise Resource Planning (ERP): Past, Present and Future. *International Journal of Enterprise Information Systems*, Vol. 3, Issue 3, pp. 23-35.
- [53] Bond, B., Genovese, Y., Miklovoc, D., Wood, N., Zrinsek, B. and Rayner, N. (2000), *ERP Is Dead—Long Live ERP II*. Gartnergroup, New York, NY.
- [54] Wallace, T.F., Kremzar, M.H. (2001). *ERP: Making it Happen (The Implementers' Guide to Success with Enterprise Resource Planning)*. New York, Wiley.

- [55] Gable, G., 1998. Large package software: A neglected technology. *Journal of Global Information Management* 6 (3), 3–4.
- [56] Tadjer, R. (1998). Enterprise resource planning, *Internet Week*, Manhasset, April 13. pp. 710, 40-41.
- [57] Shehab, E. M., Sharp, M. W., Supramaniam, L., and Spedding, T. A. (2004). Enterprise resource planning An integrative review. *Business Process Management Journal*, 10(4), pp. 359-389.
- [58] Blackstone Jr., J.H., Cox, J.F., (2005). *APICS Dictionary*, 11th ed. APICS: The Association for Operations Management.
- [59] Ross, J. W. (1999). Surprising facts about implementing ERP. Tech. rept. IT Pro.
- [60] Al-Mashari, M., and Al-Mudimigh, A. (2003). ERP implementation: Lessons from a case study. *Information Technology and People*, 16(1), pp. 21–29.
- [61] O’Leary, D.E (2000). *Enterprise Resource Planning Systems: Systems, Life cycle, Electronic Commerce and Risk*. Cambridge University Press, New York.
- [62] Somers, T., Nelson, K. (2001). The Impact of Critical Success Factors across the Stages of Enterprise Resource Planning Implementations. *Proceedings of the Hawaii International Conference on Systems Sciences*, Hawaii.
- [63] Esteves J., Pastor J. (1999). “An ERP lifecycle-based Research Agenda”. 1st International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems EMRPS, Venice, Italy, pp. 359-371.
- [64] Krumbholz, M., Galliers, J., Coulianos, N., and Maiden, N. A. M. (2000). Implementing enterprise resource planning packages in different corporate and national cultures. *Journal of Information Technology*, 15, pp. 267-279.
- [65] Grant, D., Hall, R., Wailes, N., and Wright, C. (2006). The false promise of technological determinism: the case of enterprise resource planning systems. *New Technology, Work and Employment*, 21(1), pp. 1-15.
- [66] Nicolaou, A. I. (2004). Quality of post implementation review for enterprise resource planning systems. *International Journal of Accounting Information Systems*, No. 5, pp. 25–49
- [67] Somers, T., Nelson, K., and Ragowsky, A. (2000). Enterprise Resource Planning ERP for the Next Millenium: Development of an Integrative Framework and Implications for Research. In: *Proceedings of Americas Conference on Information Systems AMCIS*.
- [68] Light, B. (2005). Going beyond ‘misfit’ as a reason for ERP package customisation. *Computers in Industry*, 56, pp. 606-619.
- [69] Nadhakumar, J., Rossi, M., and Talvienen, J. (2005). The dynamic of contextual forces of ERP implementation. *Journal of Strategic Information Systems*, 14, pp. 221-242.
- [70] Soh, C., and Sia, S. K. (2004). An institutional perspective on sources of ERP package organisation misalignments. *Journal of Strategic Information Systems*, 13(4), pp. 375-397.
- [71] Arif, M., Kulonda, D., Jones, J., and Proctor, M. (2005). Enterprise information systems: technology first or process first? *Business Process Management Journal*, 11(1), pp. 5-21.
- [72] Umble, E. J., Haft, R. R., and Umble, M. M. (2003). Enterprise resource planning: Implementation procedures and critical success factors. *European Journal of Operational Research*, 146, 241–257.

- [73] Ward, J., Hemingway, C., E., and Daniel. 2005. A framework for addressing the organisational issues of enterprise systems implementation. *Journal of Strategic Information System*, 14(3), pp. 97-119.
- [74] Kale V. 2000. "Implementing SAP R/3: The Guide for Business and Technology Managers", SAMS, Indiana (USA).
- [75] Berente, N., Vandenbosch, B., and Aubert, B. (2009). Information flows and business process integration. *Busines Process Management Journal*, 15(1), pp. 119-141.
- [76] Rishi, B.J., and Goyal, D.P. (2008). Designing a model for the development of strategic information systems in Indian public sector undertakings. *International Journal of Business Information Systems*, 3(5), pp. 529-548.
- [77] Laudon, K.C., & Laudon, J.P. (2006). *Management Information Systems: Managing the Digital Film*. Prentice Hall.
- [78] O'Brien, J. (1997). *Management Information Systems: a Managerial End User perspective*. Boston: McGraw Hill-Irwin inc.
- [79] Lowe, A., and Locke, J. (2008). Enterprise resource planning and the post bureaucratic organization "Formalization" as trust in the system versus "solidarity" as trust in individuals. *Information Technology and People*, 21(4), pp. 375-400.
- [80] Bingi, P., Sharma, M.K., and Golda, J.K. (2002). *Enterprise Systems. Best practice series*. Auerbach publications. Chap. 36, pp. 425-438.
- [81] Sawah, S.E., Tharwat, A.E., and Rasmy, M.H. (2008). A quantitative model to predict the Egyptian ERP implementation success index. *Busines Process Management Journal*, 14(3), pp. 288-306.
- [82] Monk, E.F., and Wagner, B.J. (2006). *Concepts in Enterprise Resource Planning*. Boston: Thomson Course Technology.
- [83] Skok, W. (2001). *Potential Impact of Cultural Differences on Enterprise Resource Planning (ERP) Projects*. vol. 7.
- [84] Heeks, R. (2002). I-development not e-development: Understanding and implementing ICTs and development. *Journal of International Development*, 14(1).
- [85] Sia, S.K., and Soh, C. (2007). An assessment of package-organisation misalignment: institutional and ontological structures. *European Journal of Information Systems*, 16(5), pp. 568-583.
- [86] Fenema, P.C. Van, Koppius, O.R., and Baalen, P.J. Van. (2007). Implementing packaged enterprise software in multi-site firms: intensification of organizing and learning. *European Journal of Information Systems*, 16(5), pp. 584-598.
- [87] Lederer, A. and Mendelow, A.L. (1993). Information systems planning and the challenge of shifting priorities. *Information and Management*, 24(6), pp. 319-328.
- [88] Meer, K.H. (2005). *Best Practices in ERP Software Applications*. p. 59. ISBN 0595345131. Retrieved 9 May 2018.
- [89] O'Brien, James (2011). *Management Information Systems(MIS)*. New York: McGraw-Hill, Irwin. p. 324.
- [90] She, W.; Thuraisingham, B. (2007). "Security for Enterprise Resource Planning Systems". *Information Systems Security*. 16: 152–163. doi:10.1080/10658980701401959.



- [91] Leon, A. (2008). ERP Demystified. Tata McGraw-Hill Education. pp. 170–171. ISBN 9780070656642.
- [92] Young, Joanna. "AUDIO | Best-of-Breed vs. ERP: What's Best for Higher Ed Today?". The EvoLLLution. Retrieved July 14, 2015.
- [93] "The Minefied of Harmonising ERP". Cfo-insight.com. July 23, 2012. Archived from the original on July 27, 2012.
- [94] Blanchard, Dave. "Five Benefits of an MES". Industry Week. Retrieved March 7, 2013.
- [95] Bianca Scholten, MES Guide for Executives: Why and How to Select, Implement, and Maintain a Manufacturing Execution System, International Society of Automation, 2009.
- [96] Heiko Meyer, Franz Fuchs, Klaus Thiel, Manufacturing Execution Systems (MES): Optimal Design, Planning, and Deployment, McGraw-Hill Education, 2009.
- [97] Zelenović, D. (2001). Tehnologija organizacije i efektivni menadžment. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [98] Gomez-Mejia, Luis R.; David B. Balkin and Robert L. Cardy (2008). Management: People, Performance, Change, 3rd edition. New York, New York USA: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-302743-2
- [99] Zelenović D. (2004). Upravljanje proizvodnim sistemima – drugo izdanje, edicija Tehničke nauke - udžbenici, FTN izdavaštvo, Novi Sad.
- [100] Krsmanović, C. (2013). Projektovanje informacionih sistema, Udžbenik u pripremi. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [101] Zelenović D. (1989). Osnove teorije industrijskih sistema, edicija Istraživanje i primene, sveska 9, FTN – Institut za industrijske sisteme, Novi Sad.
- [102] Wiener, N., (1950). The Human Use of Human Beings, Boston: Houghton Mifflin.
- [103] Krsmanović, C. (2008). Automatizacija upravljanja proizvodnim sistemima, Udžbenik u pripremi. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [104] Joseph Defeo, J.M. Juran, Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence, McGraw-Hill Education, 6 edition, 2010
- [105] Robert J.Vokurka, Rhonda R. Lummus, Dennis Krumwiede, Improving Manufacturing Flexibility: The Enduring Value of JIT and TQM, SAM Advanced Management Journal, Vol. 72, 2007.
- [106] Michael A. Milgate - Transforming Corporate Performance: Measuring and Managing the Drivers of Business Success, Praeger, 2004.
- [107] Roy L. Nersesian, Trends and Tools for Operations Management: An Updated Guide for Executives and Managers, Quorum Books, 2000.
- [108] James W. Fairfield-Sonn, Corporate Culture and the Quality Organization, Quorum Books, 2001
- [109] Joseph Defeo, J.M. Juran, Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence, McGraw-Hill Education, 6 edition, 2010.
- [110] Joyce Orsini, Diana Deming Cahill, The Essential Deming: Leadership Principles from the Father of Quality Hardcover, McGraw-Hill Education, 2012.

- [111] Deming, W. Edwards, *The New Economics for Industry, Government, and Education*, Boston, 1993.
- [112] Tague, Nancy R. (2005) [1995]. "Plan–Do–Study–Act cycle". *The quality toolbox* (2nd ed.). Milwaukee: ASQ Quality Press. pp. 390–392. ISBN 0873896394. OCLC 57251077. Retrieved 2017-10-21.
- [113] Joyce Orsini, Diana Deming Cahill, *The Essential Deming: Leadership Principles from the Father of Quality Hardcover*, McGraw-Hill Education, 2012.
- [114] Sze Thiam Chong, Keng Boon Ooi, Alain Yee Loong Chong, Boon In Tan, *TQM and Competitive Advantage: A Review and Research Agenda*, *International Journal of Business and Management Science*, Vol. 2, 2009.
- [115] Deming, W. E., *Kako izaći iz krize, Grmeč (1996)–Privredni pregled*, Beograd 10-50
- [116] Deming, W. E., *Nova ekonomska nauka (1996)*, Grmeč–Privredni pregled, Beograd 7-32
- [117] Edward E. Lawle, Susan Albers Mohrman, George Benson, *Organizing for High Performance: Employee Involvement, TQM, Reengineering, and Knowledge Management in the Fortune 1000: The CEO Report*, Jossey-Bass, 2001.
- [118] Oliver, Delbridg, *World Class Manufacturing acturing Further Evidence In The Lean Production Debate, Et Al (1994)*.
- [119] Dennis P. Hobbs, *LEAN Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer*, J. Ross Publishing 2004.
- [120] Holweg, Matthias. "The genealogy of lean production". *Journal of Operations Management*. 25 (2): 420–437, 2007.
- [121] James P. Womack, Daniel T. Jones, and Daniel Roos - *The Machine That Changed the World*, Massachusetts Institute of Technology's, 1990.
- [122] Jeffrey K. Liker, *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, McGraw-Hill 2004.
- [123] Terrence T. Burton and Steven M. Boeder, *The Lean Extended Enterprise: Moving Beyond the Four Walls to Value Stream Excellence*, J. Ross Publishing © 2003
- [124] Ross Robson, *Lean Manufacturing And The Enviroment*, Enviroment protection agency USA, 2004.
- [125] Hirano, Hiroyuki. and Makota Furuya. 2006. *JIT Is Flow: Practice and Principles of Lean Manufacturing*. Vancouver, Wash.: PCS Press.
- [126] John M Gross, Kenneth R McInnis, *Kanban Made Simple - Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process* AMACOM, 2003.
- [127] "Kanban". *Random House Dictionary*. Dictionary.com. 2011. Retrieved April 12, 2011.
- [128] Ohno, Taiichi (June 1988). *Toyota Production System - beyond large-scale production*. Productivity Press. p. 29. ISBN 0-915299-14-3.
- [129] Kirk D. Zylstra, *Applying LEAN manufacturing to logistics and supply chain*, John Wiley and sons., Hoboken, 2006.

- [130] Monden, Yasuhiro (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. New York: Productivity Press.
- [131] Rother, Mike; Shook, John (1999). *Learning to See: value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Brookline, Massachusetts: Lean Enterprise Institute. ISBN 0-9667843-0-8.
- [132] Gapp, R., Fisher, R., Kobayashi, K. 2008. *Implementing 5S within a Japanese Context: An Integrated Management System, Management Decision*.
- [133] *The Essence of Jidoka*, Mark Rosenthal, SME Lean Directions Newsletter, 2002.
- [134] "Origin of OEE", OEE Foundation, July 2015.
- [135] Misiurek, Bartosz (2016). *Standardized Work with TWI: Eliminating Human Errors in Production and Service Processes*. New York: Productivity Press. ISBN 9781498737548
- [136] Edward Elgar, *Institutions, Industrial Upgrading, and Economic Performance in Japan - The 'Flying-Geese' Paradigm of Catch-Up Growth*. 2005.
- [137] Jerry Kilpatrick, *LEAN principles, Manufacturing extension partnership*, Utah 2003.
- [138] Berić D. "Savremene informacione tehnologije u službi obrazovnih procesa – učenje na daljinu i obrazovanje u budućnosti", Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2009.
- [139] Parag C. Pendharkara; James A. Rodgerb; Girish H. Subramanian (November 2008). "An empirical study of the Cobb–Douglas production function properties of software development effort". *Information and Software Technology*. 50 (12): 1181–1188.
- [140] Everatt, G.D.; McLeod Jr., R. (2007). "Chapter 2: The Software Development Life Cycle". *Software Testing: Testing Across the Entire Software Development Life Cycle*. John Wiley & Sons. pp. 29–58. ISBN 9780470146347.
- [141] C. Melissa McClendon, Larry Regot, Gerri Akers: *The Analysis and Prototyping of Effective Graphical User Interfaces*. 1996.
- [142] Conallen, Jim (2000). *Building Web Applications with UML*. Addison Wesley. p. 147. ISBN 0201615770.
- [143] Craig Larman: *Applying UML and Patterns, Second edition*, Prentice Hall, ,New Jersey, 1998.
- [144] Schwaber, Ken (February 1, 2004). *Agile Project Management with Scrum*. Microsoft Press. ISBN 978-0-7356-1993-7.
- [145] *Daily Scrum Meeting*, Mountain Goat Software, 2017.
- [146] Berić D.(2005): *DISTANCE LEARNING, konceptualno projektovanje sheme baze podataka CASE alatom ORACLE Designer 6i*, 13.nučno – stručna konferencija IS`05, Herceg Novi, Crna Gora.

## 10. Prilozi

### 10.1. Prilog A

#### 10.1.1. Anketni upitnik A

#### ANKETNI UPITNIK

Ovaj anketni upitnik je anoniman, sa ciljem da unapredi procese projektovanja, proizvodnje i obezbeđenje kvaliteta proizvoda u malim i srednjim industrijskim preduzećima.

1. Da li koristite računar i vašoj organizaciji?	Da	Ne
2. Da li koristite ERP sistem?	Da	Ne
3. Navedite ERP sisteme koje poznajete:		
4. Zaokružite vreme za koje ERP sistem se može implementirati u organizaciji:	a) Manje od godinu dana b) Minimalno dve godine c) Više od dve godine d) Više od četiri godine	
5. Da li koristite MES sistem?	Da	Ne
6. Navedite MES sisteme koje poznajete:		
7. Zaokružite vreme za koje MES sistem se može implementirati u organizaciji:	a) Manje od godinu dana b) Minimalno dve godine c) Više od dve godine d) Više od četiri godine	
8. Navedite faze životnog cikusa ERP i MES sistema:		
9. Da li postoji systemska podrška od strane ovlašćenih proizvođača ERP i MES sistema i okolini:	a) Da b) Ne	
10. Da li systemska podrška od strane ovlašćenih proizvođača ERP i MES sistema zadovoljava sve potrebe kupaca:	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne	

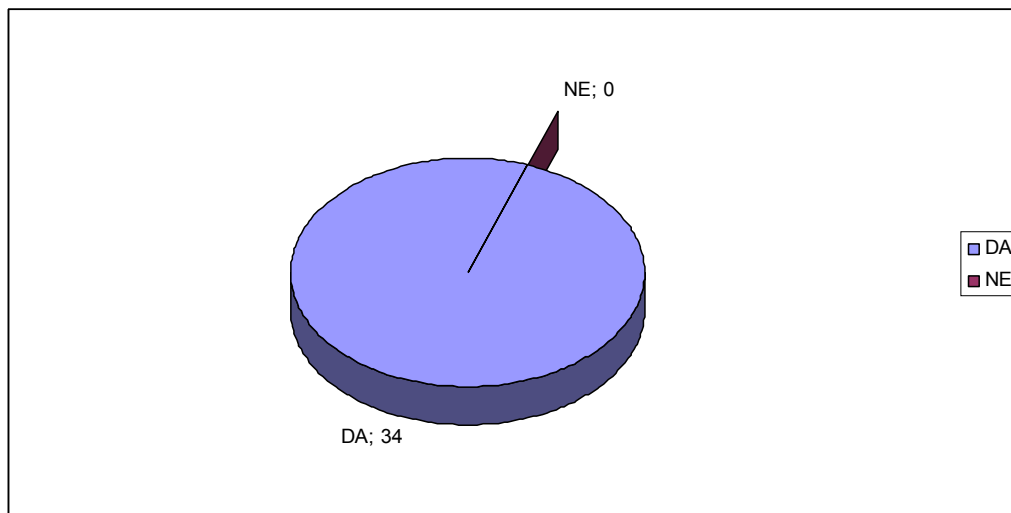
Hvala na razumevanju,  
Mr Dalibor Berić

### 10.1.2. Rezultati anketnog upitnika A

#### Pitanje 1

1. Da li koristite računar i vašoj organizaciji?	Da	Ne
--	----	----

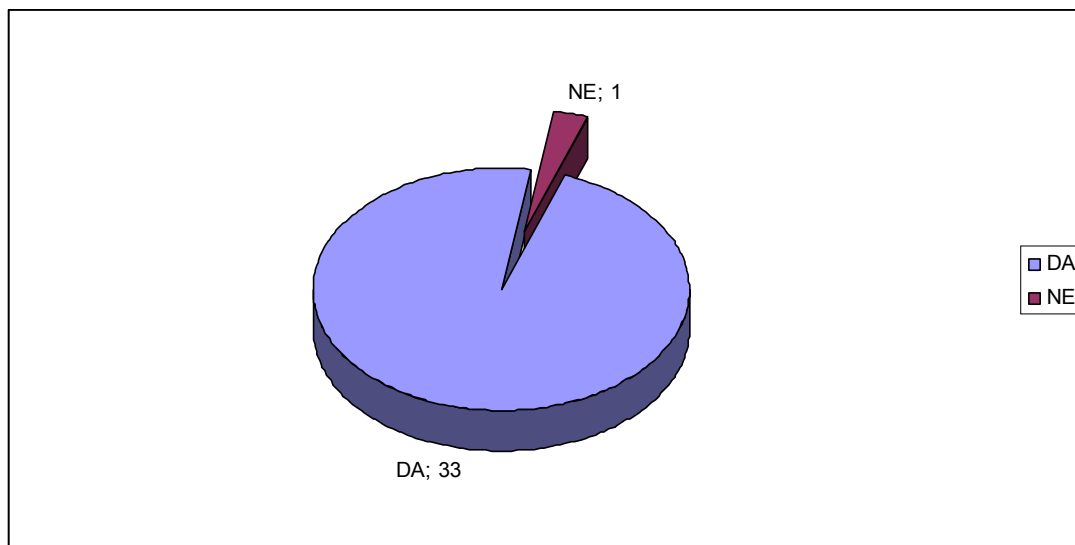
Da	100 %
Ne	0 %



#### Pitanje 2

2. Da li koristite ERP sistem?	Da	Ne
--------------------------------	----	----

Da	97 %
Ne	3 %



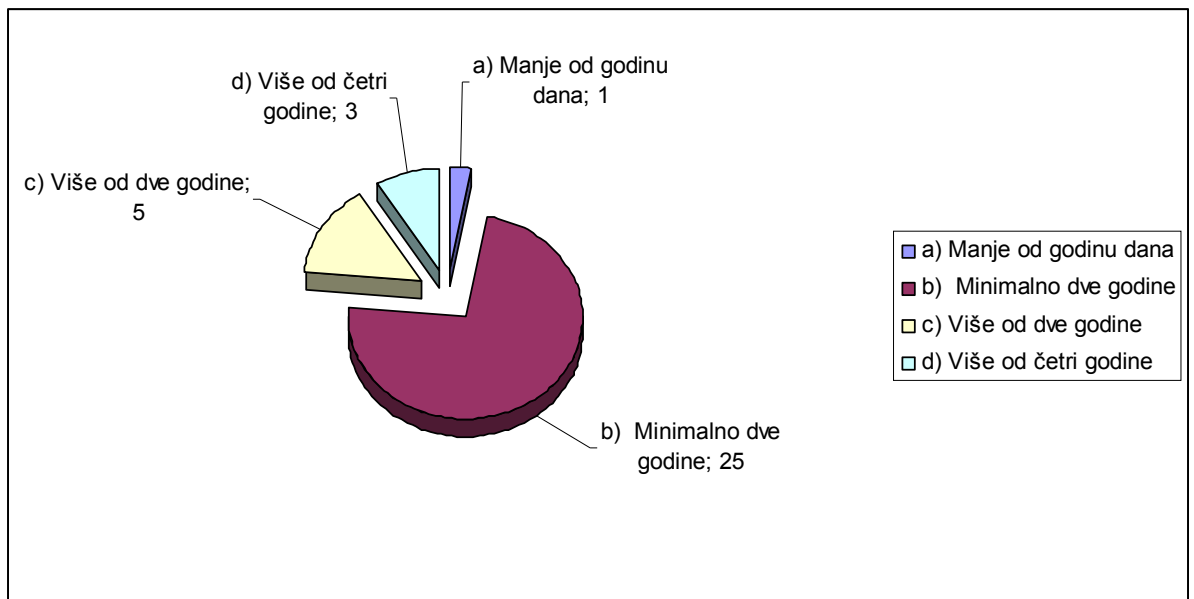
Pitanje 3

<p>3. Navedite ERP sisteme koje poznajete:</p>	<p>SAP (BusinessOne, AiO, R/3), ORACLE - People Soft; Infor (Xpert, XPPS), BAAN, Microsoft Dynamics sistemi: NAV (Navision), AX (Axapta), GP (Great Plains), SL (Solomon); PULLS™;</p>
--	--

Pitanje 4

<p>4. Zaokružite vreme za koje ERP sistem se može implementirati u organizaciji:</p>	<p>a) Manje od godinu dana                  b) Minimalno dve godine                  c) Više od dve godine                  d) Više od četiri godine</p>
--	--

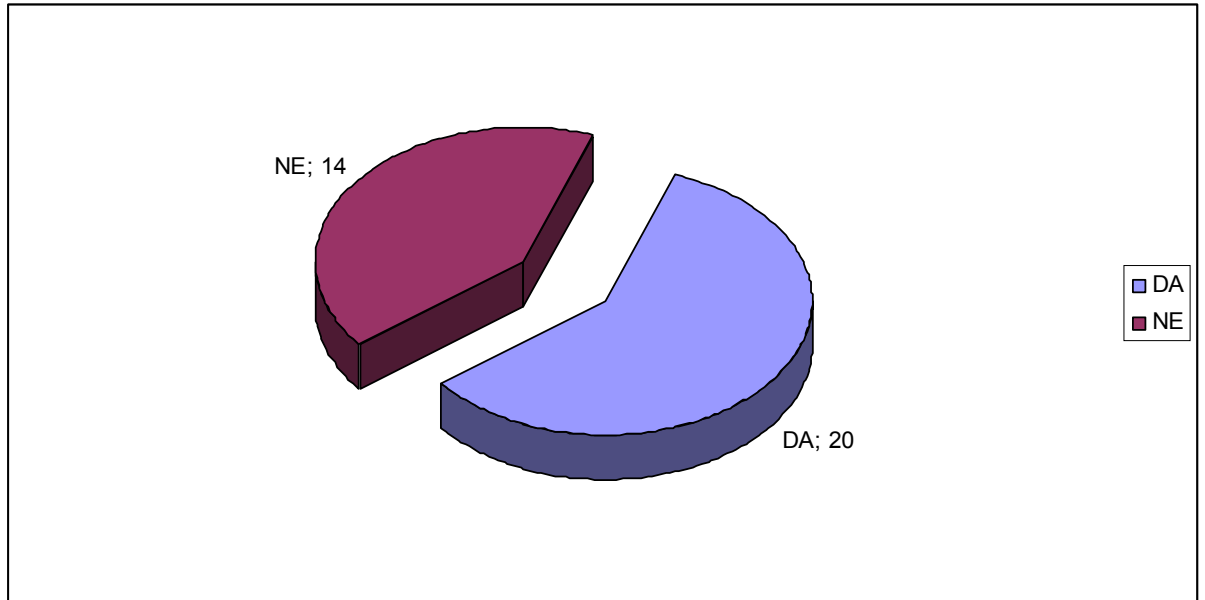
a)	3 %
b)	74 %
c)	14 %
d)	9 %



Pitanje 5

5. Da li koristite MES sistem?	DA	NE
--------------------------------	----	----

Da	59 %
Ne	41 %



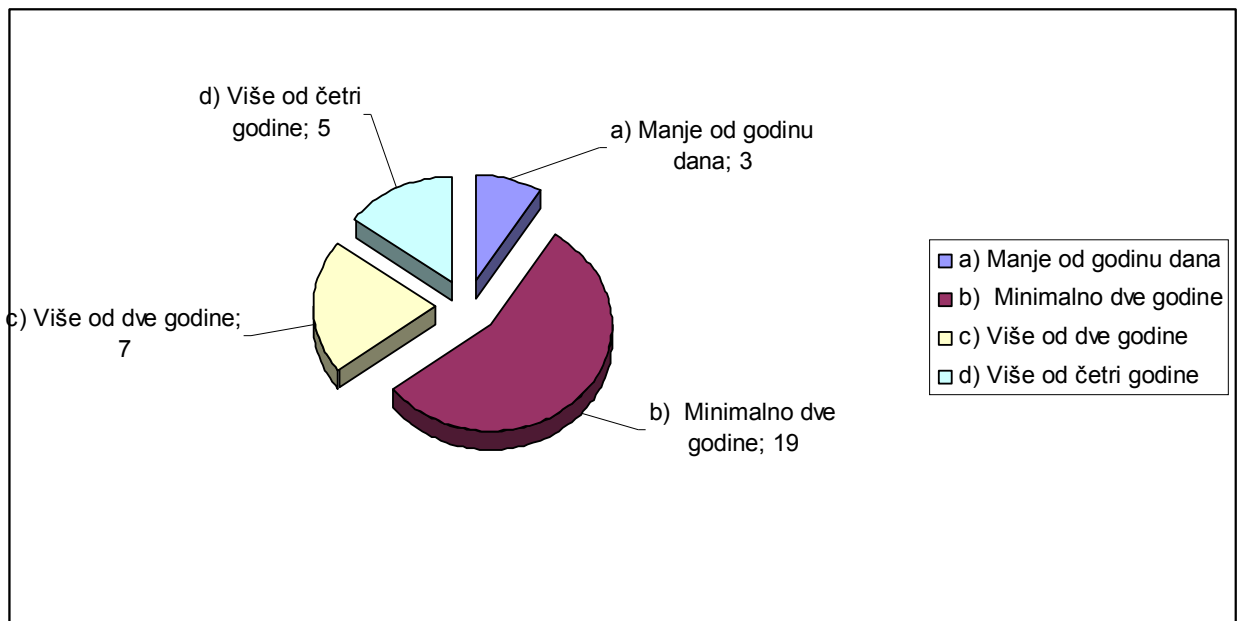
Pitanje 6

6. Navedite MES sisteme koje poznajete:	Gfos.MES – GFOS, prisma – IBS, HYDRA – mpdv, SYNCOS MES – SYNCOS, cronetwork – industrie informatik, GRP, GUARDUS MES, PROXIA MES – PROXIA;
---	---

## Pitanje 7

7. Zaokružite vreme za koje MES sistem se može implementirati u organizaciji:	a) Manje od godinu dana b) Minimalno dve godine c) Više od dve godine d) Više od četiri godine
---	---

a)	9 %
b)	56 %
c)	21 %
d)	14 %



## Pitanje 8

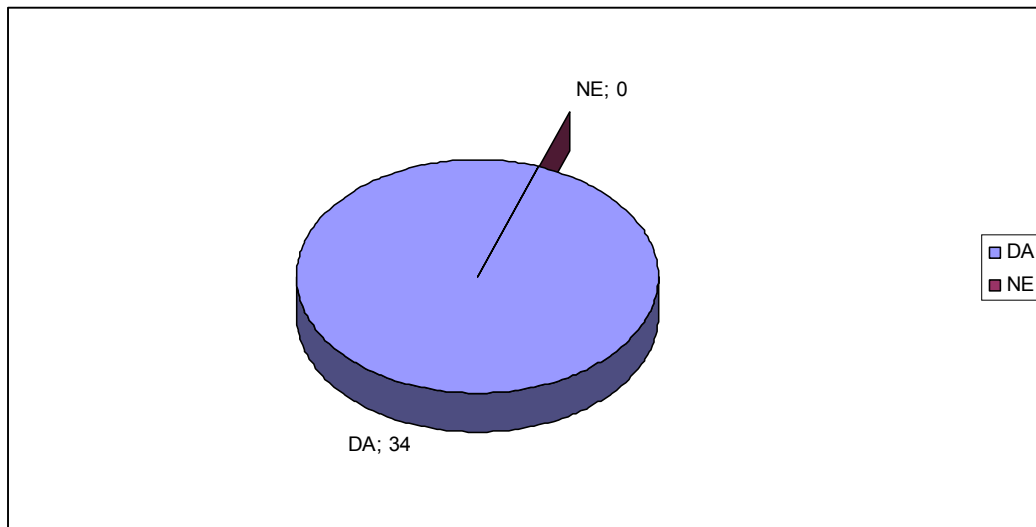
8. Navedite faze životnog ciklusa ERP i MES sistema:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faza donošenja odluke o implementaciji (usvajanju);</li> <li>- Faza nabavke;</li> <li>- Faza implementacije;</li> <li>- Faza korišćenja i održavanja;</li> </ul>
--	---



Pitanje 9

9. Da li postoji sistemska podrška od strane ovlašćenih proizvođača ERP i MES sistema u Srbiji i okolini:	a) Da b) Ne
---	----------------

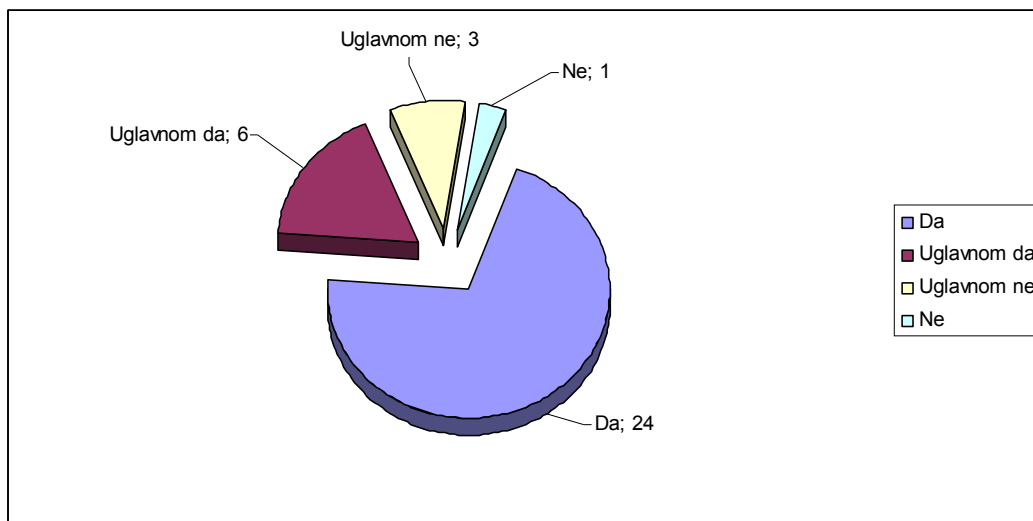
Da	100 %
Ne	0 %



Pitanje 10

10. Da li sistemska podrška od strane ovlašćenih proizvođača ERP i MES sistema zadovoljava sve potrebe kupaca:	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne
--	--

a)	71 %
b)	18 %
c)	8 %
d)	3 %



## 10.2. Prilog B

### 10.2.1. Upitnik B

#### PITANJA ZA INTERVJUE - korišćena tokom posete izabranim organizacijama -

*Predstavljanje i svrha istraživanja:*

Cilj je da se unapredi procesi za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

*Napomena:*

Prikupljeni rezultati će biti korišćeni isključivo u naučnoistraživačke svrhe.

1. Koliko zaposlenih Vaša organizacija trenutno zapošljava? (veličina organizacije)
2. Koje je Vaše radno mesto / pozicija / odeljenje u organizaciji?
3. Koji sistem je bio u upotrebi u organizaciji pre implementacije ERP sistema?
4. Ko je inicirao proces usvajanja / implementacije ERP sistema?
5. Zašto je ERP sistem usvojen / implementiran u organizaciji?
6. Koji ERP sistem i moduli su imlementirani u Vašoj organizaciji?
7. Koji je vremenski intreval bio za implementaciju ERP sistema?
8. Ko je zadužen za održavanje i unapređenje ERP sistema? (*Outsourcing* i/ili IT odeljenje organizacije)
9. Koje kvalitete / vrednosti / koristi, ali i nedostatke Vaša organizacija povezuje sa implementiranim ERP sistemom?
10. Da li znate šta je MES sistem?
11. Da li Vaša organizacija ima implementiran MES sistem?
13. Da li ERP sistem pruža sve potrebne informacije u realnom vremenu ili i pored ERP sistema su prisutni manuelni procesi koji mogu biti automatizovani?
14. Da li ste kreirali neke dodatna softverska rešenja da bi unapredili procese projektovanja, proizvodnje i obezbeđenje kvaliteta proizvoda?

Da li želite da dodate još nešto u vezi sa implementiranim ERP sistemom u Vašoj organizaciji:

Hvala na razumevanju,  
Mr Dalibor Berić

## 10.3. Prilog C

## 10.3.1. Anketni upitnik C

**ANKETNI UPITNIK**

Ovaj anketni upitnik je anoniman, sa ciljem da unapredi procese za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

Putem ovog anketnog upitnika analizira se korist implementiranog informacionog sistema za podršku upravljanju industrijskim preduzećima.

1. Da li koristite računar i vašoj organizaciji?	Da	Ne
2. Da li koristite ERP sistem?	Da	Ne
3. Da li koristite implementirano softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima?	Da	Ne
4. Da li je softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima lako za upotrebu?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne	
5. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima pruža u realnom vremenu jasne i tačne informacije?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne	
6. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima omogućava integraciju sa implementiranim ERP sistemom?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne	
7. Da li je softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima pouzdan sistem i može da odgovori na potrebe rada na daljinu ( <i>Distance Working</i> )?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne	
8. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima povećava konkurentnost, kreira stratešku prednost na tržištu, i koristi metode i tehnike LEAN koncepta?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne	
9. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima omogućava brzo reagovanje na promene?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne	

10. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima podržava sve proizvodne procese (planiranje i praćenje proizvodnje, obezbeđenje kvaliteta) ?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne
11. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima povećava kreativnost i zadovoljstvo pojedinca?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne
12. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima štedi vreme za individualne i timske poslove, i zadatke?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne
13. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima povećava produktivnost pojedinca, tima i cele organizacije?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne
14. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima poboljšava koordinaciju između odeljenja (sektora)?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne
15. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima poboljšava učešće zaposlenih u organizaciji?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne

Komentari vezani za softversko rešenje za projektovanje, proizvodnju i obezbeđenje kvaliteta u Vašoj organizaciji:

---



---



---

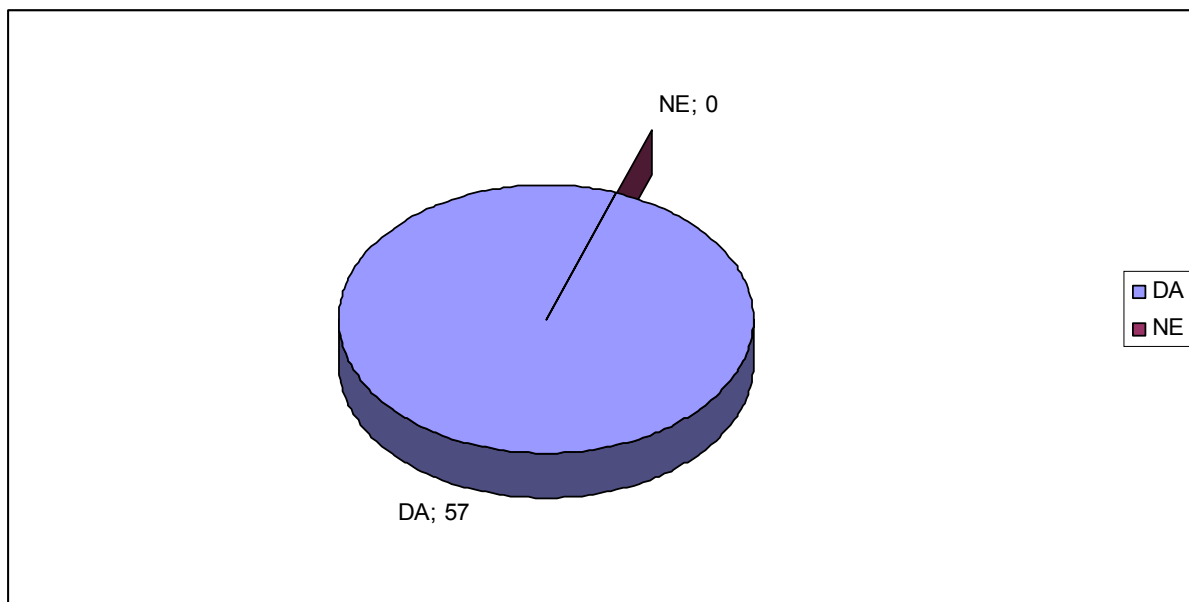
Hvala na razumevanju,  
Mr Dalibor Berić

### 10.3.2. Rezultati anketnog upitnika C

#### Pitanje 1

1. Da li koristite računar i vašoj organizaciji?	Da	Ne
--	----	----

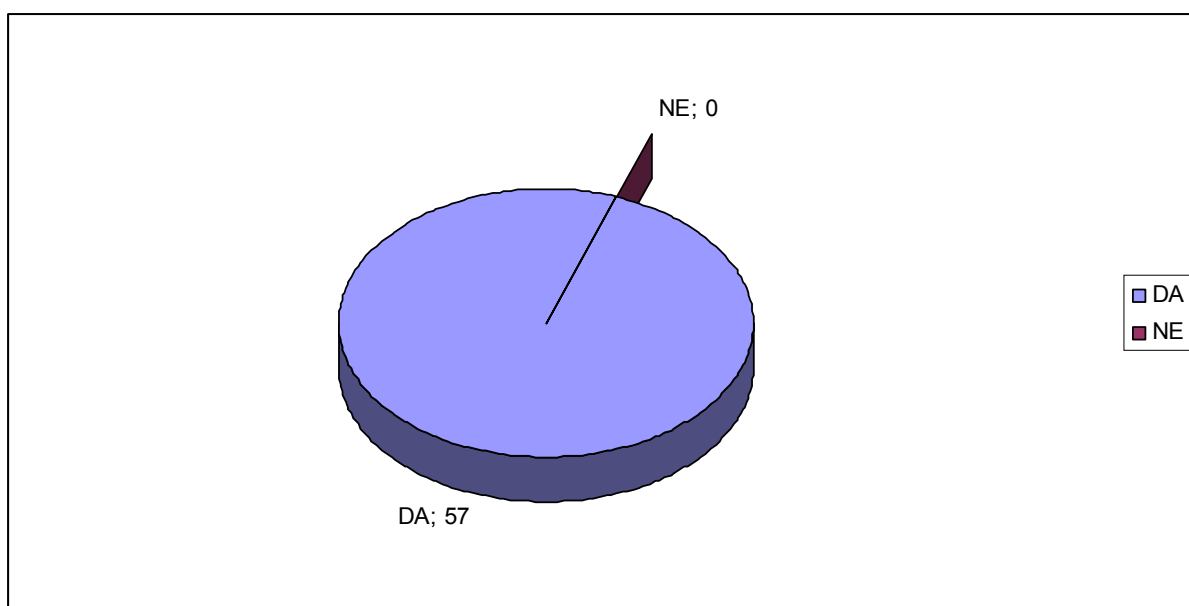
Da	100 %
Ne	0 %



#### Pitanje 2

2. Da li koristite ERP sistem?	Da	Ne
--------------------------------	----	----

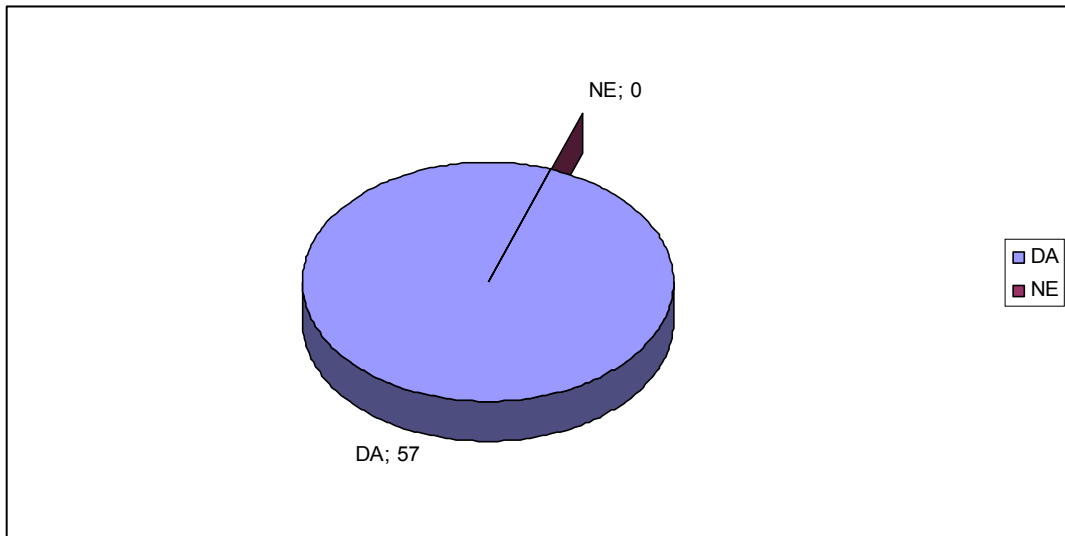
Da	100 %
Ne	0 %



Pitanje 3

3. Da li koristite implementirano softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima?	Da	Ne
--	----	----

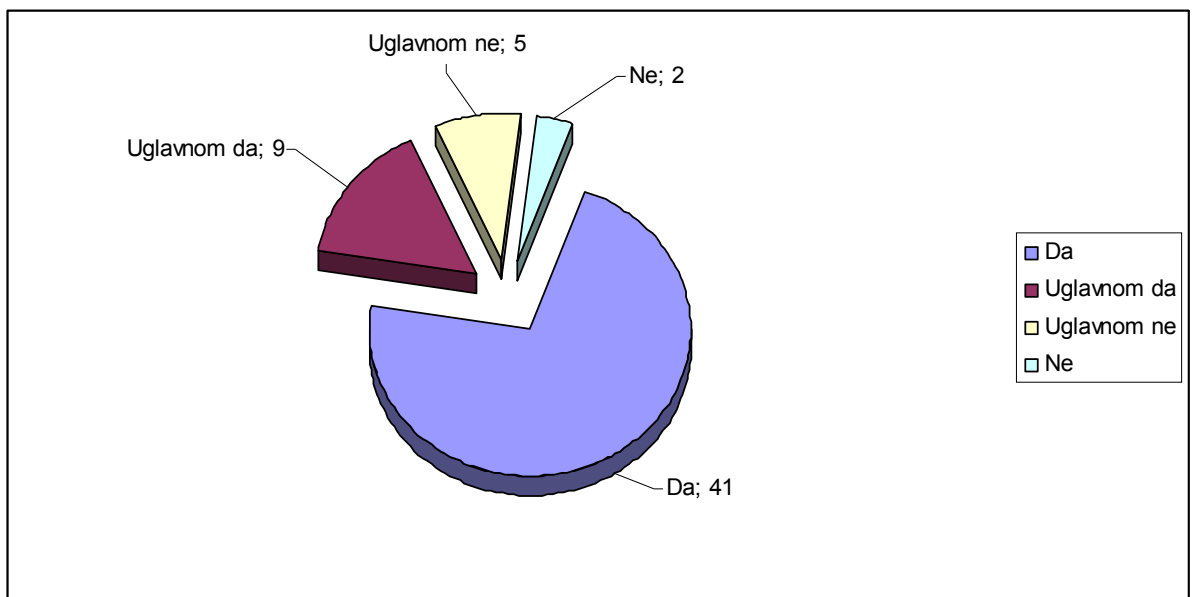
Da	100 %
Ne	0 %



Pitanje 4

4. Da li je softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima lako za upotrebu?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne
---	--

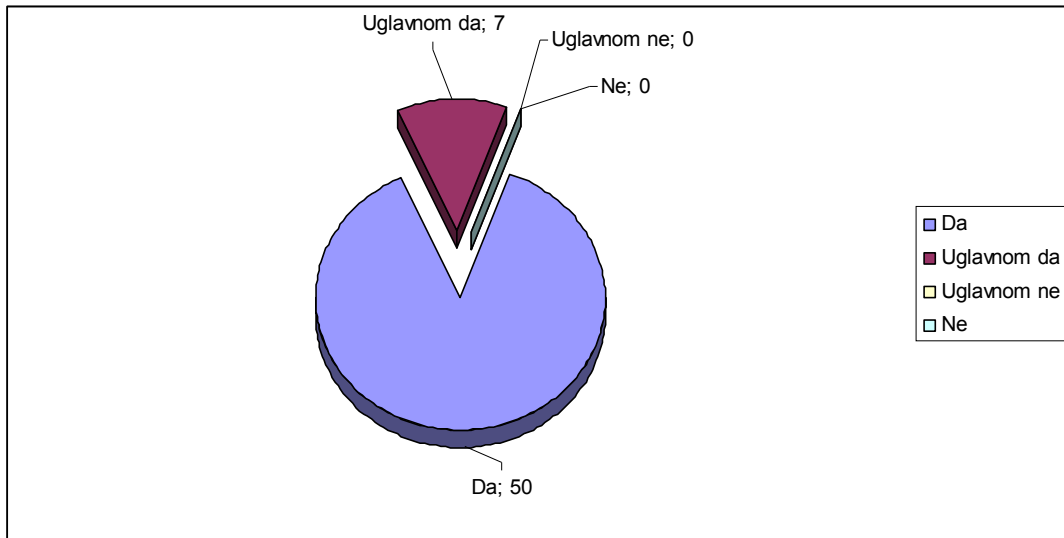
a)	71 %
b)	16 %
c)	9 %
d)	4 %



5. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima pruža u realnom vremenu jasne i tačne informacije?

- a) Da
- b) Uglavnom da
- c) Uglavnom ne
- d) Ne

a)	88 %
b)	12 %
c)	0 %
d)	0 %

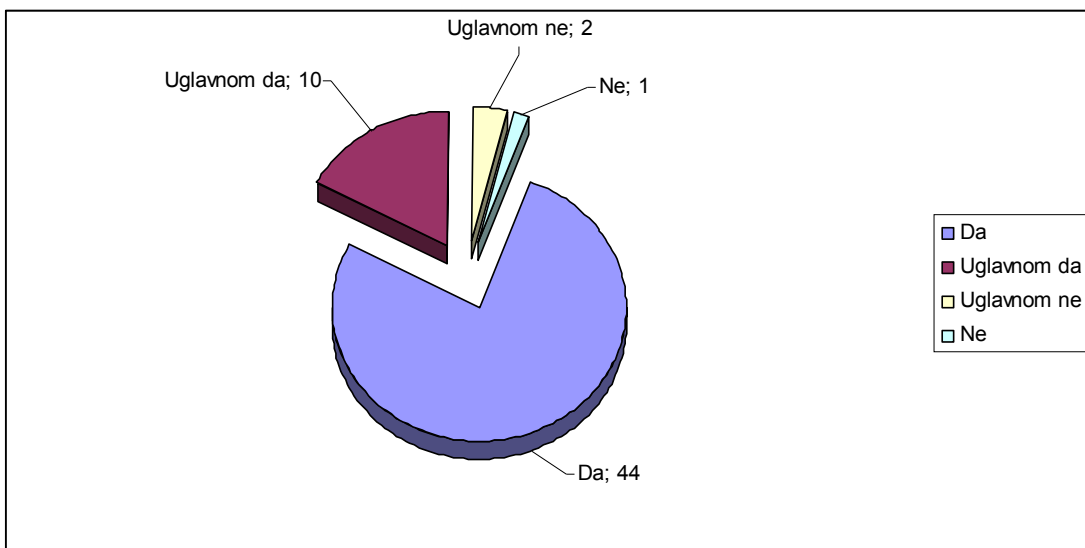


Pitanje 6

6. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima omogućava integraciju sa implementiranim ERP sistemom?

- a) Da
- b) Uglavnom da
- c) Uglavnom ne
- d) Ne

a)	77 %
b)	17 %
c)	4 %
d)	2 %

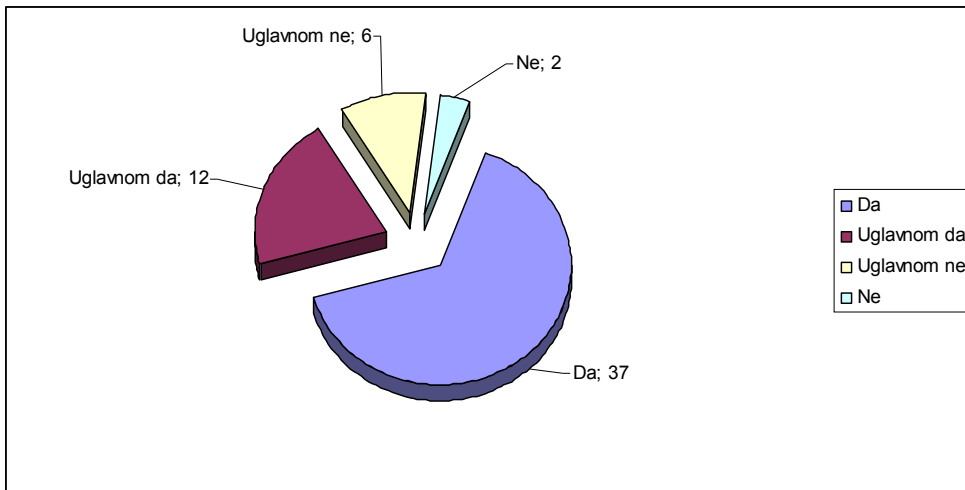


## Pitanje 7

7. Da li je softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima pouzdan sistem i može da odgovori na potrebe rada na daljinu (*Distance Working*)?

- a) Da
- b) Uglavnom da
- c) Uglavnom ne
- d) Ne

a)	65 %
b)	20 %
c)	11 %
d)	4 %

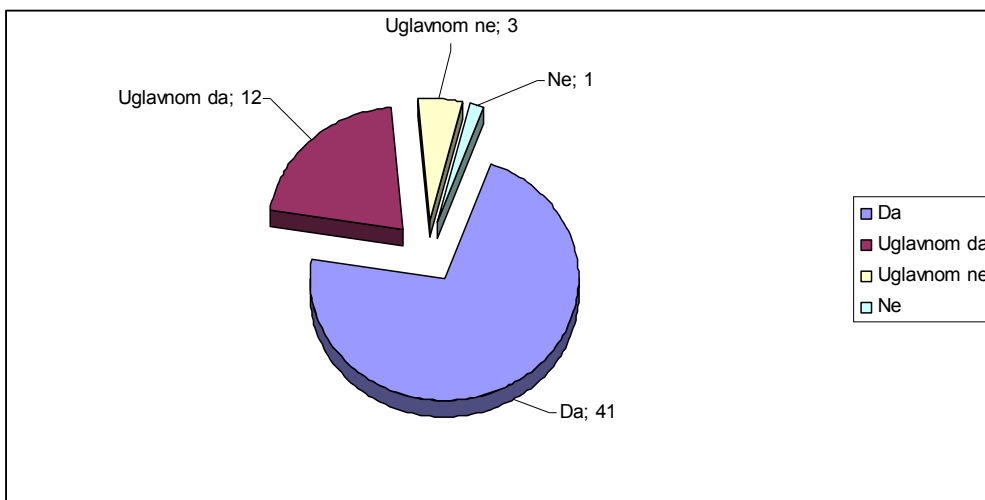


## Pitanje 8

8. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima povećava konkurentnost, kreira stratešku prednost na tržištu i koristi metode i tehnike LEAN koncepta?

- a) Da
- b) Uglavnom da
- c) Uglavnom ne
- d) Ne

a)	73 %
b)	20 %
c)	5 %
d)	2 %



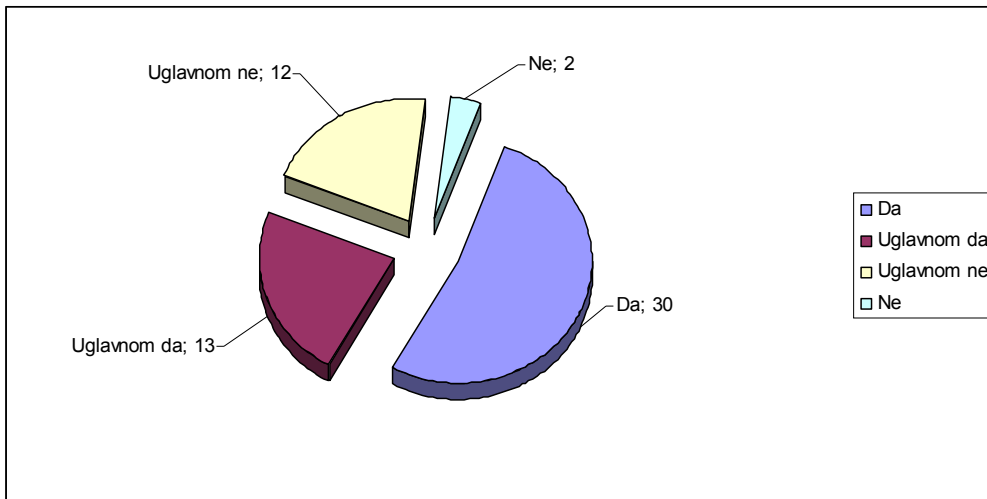


## Pitanje 9

9. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima omogućava brzo reagovanje na promene?

- a) Da
- b) Uglavnom da
- c) Uglavnom ne
- d) Ne

a)	53 %
b)	23 %
c)	20 %
d)	4 %

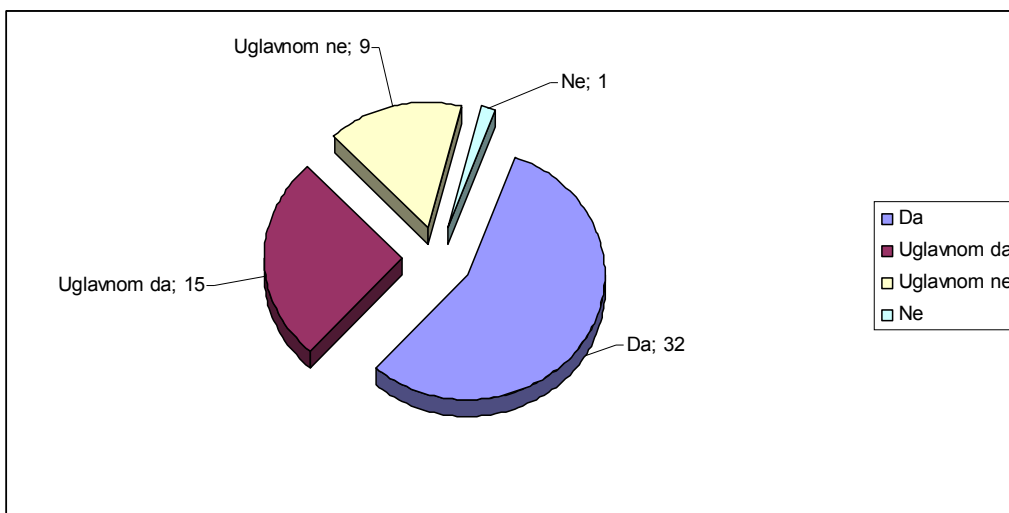


## Pitanje 10

10. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima podržava sve proizvodne procese (projektovanje, planiranje i praćenje proizvodnje, obezbeđenje kvaliteta)?

- a) Da
- b) Uglavnom da
- c) Uglavnom ne
- d) Ne

a)	56 %
b)	26 %
c)	16 %
d)	2 %

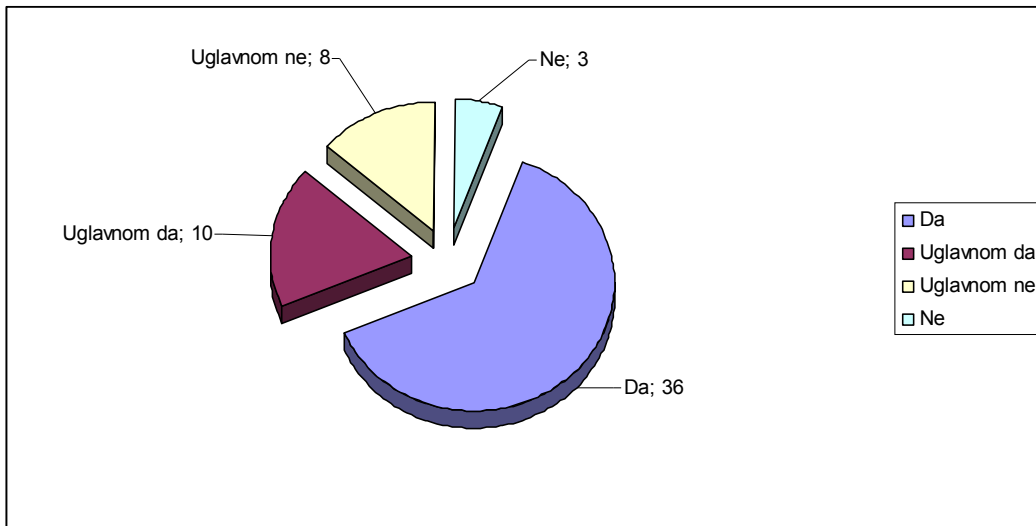


## Pitanje 11

11. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima povećava kreativnost i zadovoljstvo pojedinca?

- a) Da  
b) Uglavnom da  
c) Uglavnom ne  
d) Ne

a)	63 %
b)	18 %
c)	14 %
d)	5 %

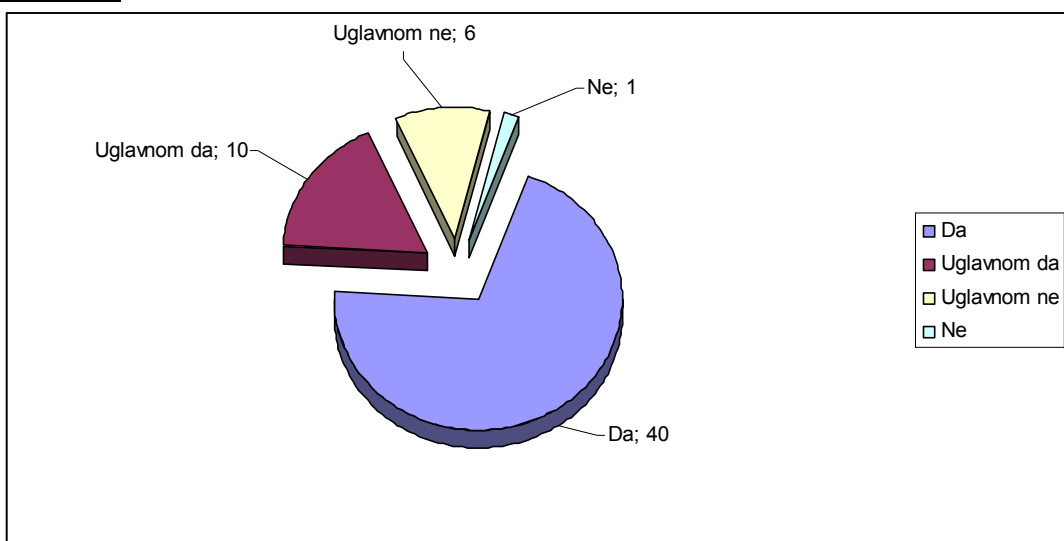


## Pitanje 12

12. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima štedi vreme za individualne i timske poslove, i zadatke?

- a) Da  
b) Uglavnom da  
c) Uglavnom ne  
d) Ne

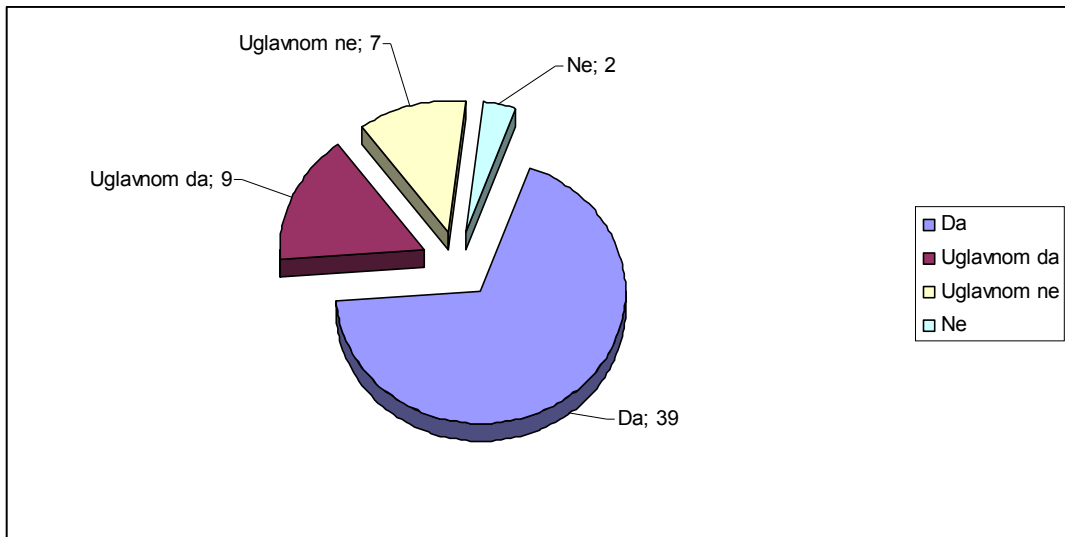
a)	70 %
b)	17 %
c)	11 %
d)	2 %



## Pitanje 13

13. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima povećava produktivnost pojedinca, tima i cele organizacije?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne
---	--

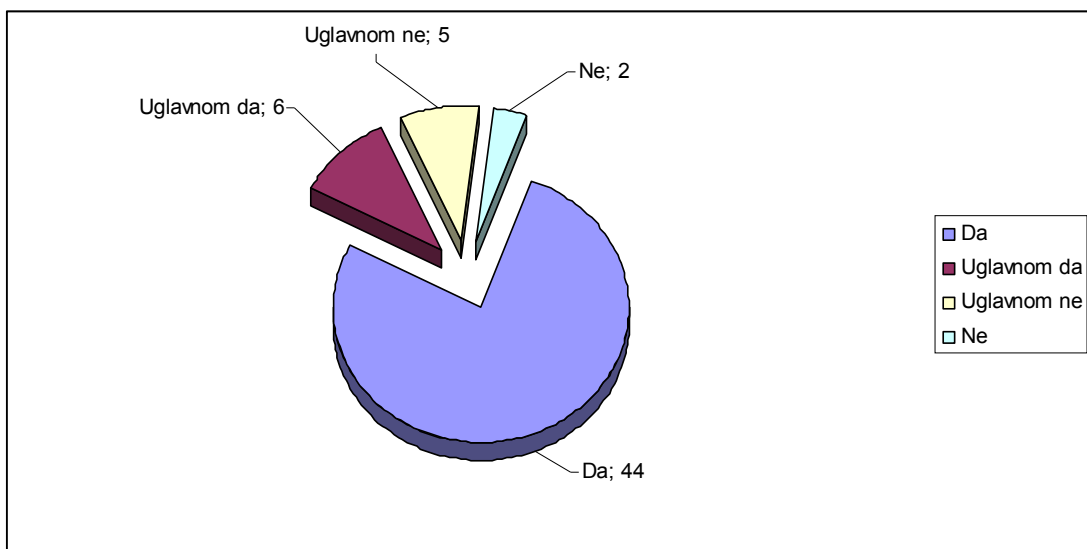
a)	68 %
b)	16 %
c)	12 %
d)	4 %



## Pitanje 14

14. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima poboljšava koordinaciju između odeljenja (sektora)?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne
---	--

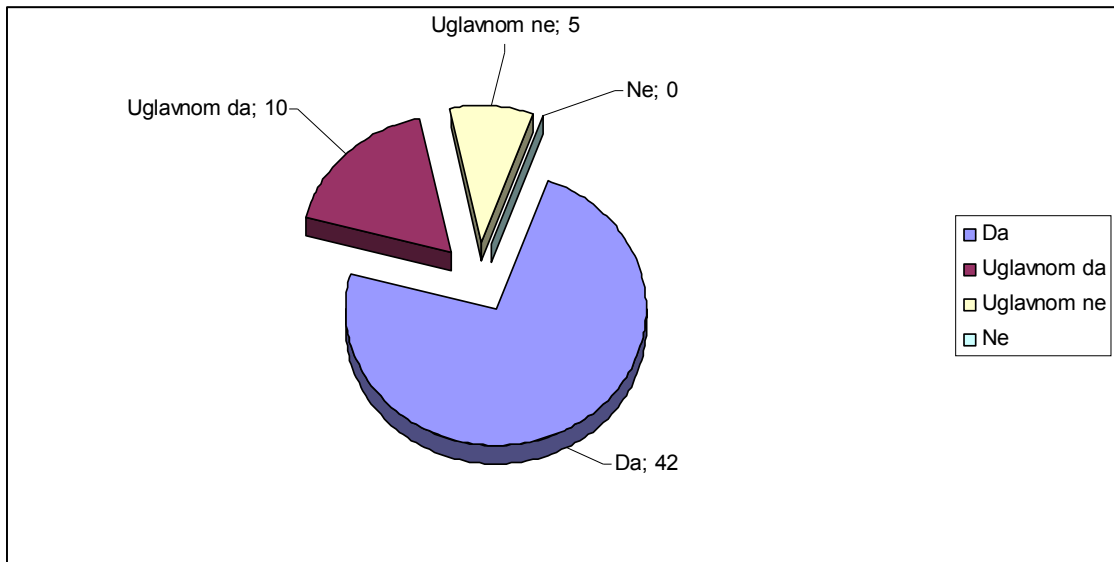
a)	76 %
b)	11 %
c)	9 %
d)	4 %



## Pitanje 15

15. Da li softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima poboljšava učešće zaposlenih u organizaciji?	a) Da b) Uglavnom da c) Uglavnom ne d) Ne
--	--

a)	74 %
b)	17 %
c)	9 %
d)	0 %

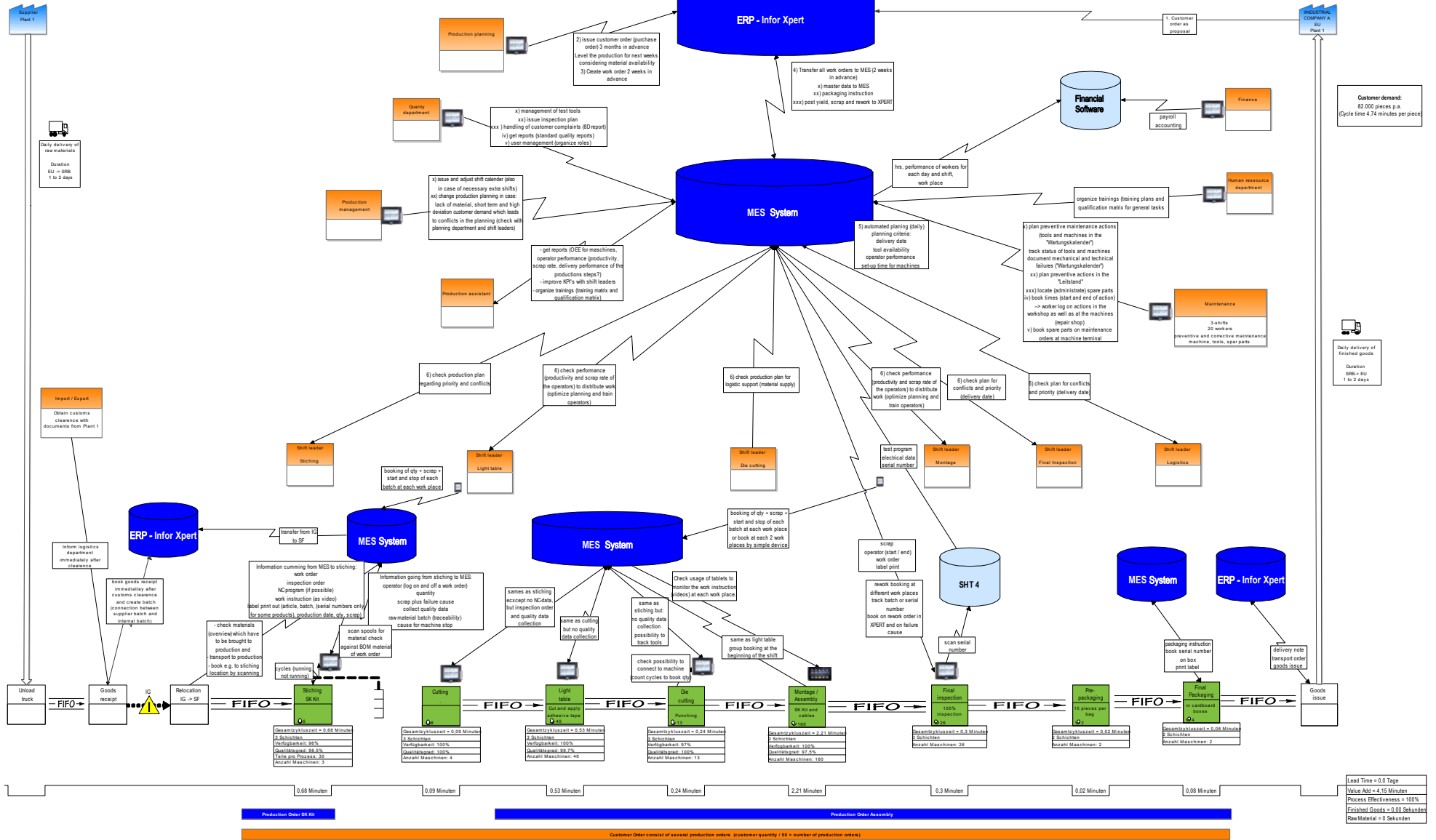


- Komentari vezani za softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima u ispitivanoj organizaciji su bili pozitivni i ukazivali su da svaka organizacija koja se bavi proizvodnjom, a ima i primenjuje u svom poslovanju MES sistem, ili neko svoje softversko rešenje za podršku upravljanju industrijskim preduzećima, ima veliku prednost u odnosu na organizacije koje to nemaju.

#### 10.4. Prilog D

*Value Stream Mapping – projekat budućeg stanja, Industrijsko preduzeće A, uvećana slika 6.2*

Target state Production process Product 1



## 10.5. Pregled slika

*Slika 1.1 ERP Sistem*

*Slika 1.2 MES Sistem – 5600 VDI*

*Slika 2.1 Faze istraživanja*

*Slika 3.1 Elementi informacionog sistema*

*Slika 3.2 MRP II sistemi*

*Slika 3.3 Životni ciklus ERP sistema*

*Slika 3.4 Funkcionisanje ERP sistema bez MES sistema*

*Slika 3.5 Vertikalna integracija primenom MES sistema*

*Slika 3.6 Horizontalna integracija primenom MES sistema*

*Slika 3.7 MES proizvodna baza podataka*

*Slika 3.8 Distribucija podataka - MES proizvodna baza podataka*

*Slika 3.9 MES mreža*

*Slika 3.10 MES sistemi*

*Slika 4.1 Opšti model upravljanja - N. Wiener*

*Slika 4.2 Struktura funkcije upravljanja proizvodnjom*

*Slika 4.3 TQM - Total Quality Management*

*Slika 4.4 PDCA ciklus*

*Slika 4.5 TQM u sklopu WCM*

*Slika 4.6 Proizvodnja po taktu*

*Slika 4.7 Radna jedinica*

*Slika 4.8 Redosled aktivnosti u Kaizen događaju*

*Slika 5.1 Metodologija životnog ciklusa*

*Slika 5.2 Postupak projektovanja informacionog sistema metodologijom životnog ciklusa*

*Slika 5.3 Prototipski pristup pri razvoju i izgradnji informacionog sistema*

*Slika 5.4 Larmanova metoda razvoja softvera*

*Slika 5.5 Agilni pristup, Scrum*

*Slika 5.6 Operacionalni / transformacioni pristup u razvoju i izgradnji informacionog sistema*

*Slika 6.1 Value Stream Mapping / stanje u prošlosti - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.2 Value Stream Mapping / projekat budućeg stanja - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.3 ERP sistem / Xpert - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.4 Nedostatak ERP sistema – Xpert*

*Slika 6.5 Hijerarhijska struktura procesa - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.6 Hijerarhijska struktura procesa sektora proizvodnja - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.7 Hijerarhijska struktura procesa planiranja proizvodnje - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.8 Implementaciona šema baze podataka 1 - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.9 Implementaciona šema baze podataka 2 - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.10 Implementaciona šema baze podataka 3 - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.11 ODBC konekcija - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.12 Komunikacija (razmena informacija) - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.13 SOA računarska arhitektura - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.14 Inkrementalni pristup testiranju - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.15 Početna ekranska forma - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.16 Plan proizvodnje - Industrijsko preduzeće A*

*Slika 6.17 Plan proizvodnje jednog sektora - Industrijsko preduzeće A*

- Slika 6.18 Realizacija plana proizvodnje jednog sektora - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.19 Ukupna proizvodnja - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.20 Stanje magacina - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.21 Proizvodni kapacitet sektora proizvodnje - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.22 Potrebna oprema i sredstva rada za uvećanje proizvodnog kapaciteta - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.23 Ukupna nedeljna proizvodnja - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.24 Nedeljna proizvodnja jednog proizvoda - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.25 Unos grešaka proizvodnje - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.26 Dijagram grešaka proizvodnje jednog proizvoda - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.27 Dijagram grešaka proizvodnje svih proizvoda sa istom greškom u procesu proizvodnje - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.28 Analiza broja škarta u odnosu na proizvedene proizvode - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.29 Analiza broja škarta u odnosu na proizvedene proizvode jednog projekta - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.30 Analiza broja škarta u odnosu na proizvedene proizvode jedne tehnologije - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.31 Unos obuka zaposlenih - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.32 Pregled izvršenih obuka zaposlenih - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.33 Pregled izvršenih obuka zaposlenih po jednom proizvodu ili projektu - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.34. Matrica kvalifikacija zaposlenih - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.35 Radni učinak zaposlenih - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.36 Radni učinak zaposlenih jedne grupe na obuci - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.37 Efektivnost jednog sektora - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.38 Efektivnost u jednom mesecu - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.39 Godišnji odmor zaposlenih po sektorima - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.40 Istorijat godišnjih odmora zaposlenih - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.41 Opšti podaci zaposlenih - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.42 Plan preventivnog održavanja - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.43 Unos intervencija održavanja - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.44 Intervencije održavanja - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.45 Intervencije održavanja po tipu intervencije - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.46 Raspoloživost mašina jednog proizvodnog sektora - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.47 Rezervni delovi i minimalne količine - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.48 Istorijat održavanja sredstva rada - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.49 Istorijat upotrebe alata i pribora - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.50 Izveštaj održavanja - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.51 Stanje materijala u magacinu repromaterijala - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.52 Otrpennica proizvoda iz izlaznog magacina - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.53 Evidencija i realizacija projekta - Industrijsko preduzeće A  
Slika 6.54 Pregled projekata - Industrijsko preduzeće A  
Slika 7.1 Primena ERP sistema i MES sistema u procesima proizvodnje – VDI  
Slika 7.2 Value Stream Mapping – stanje u prošlosti, procesa izrade proizvoda predstavnika - Industrijsko preduzeće A  
Slika 7.3 Value Stream Mapping – sadašnje stanje, procesa izrade proizvoda predstavnika - Industrijsko preduzeće A



## 10.6. Pregled tabela

*Tabela 3.1 Razvoj poslovnih sistema i ERP sistema*

*Tabela 4.1 Poređenje tradicionalnog pristupa i TQM pristupa*