



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У
НОВОМ САДУ



Сања Станисављевић

**РАЗВОЈ СТОХАСТИЧКОГ МОДЕЛА
ОПТИМИЗАЦИЈЕ ВРЕМЕНА
ТРАЈАЊА ЦИКЛУСА ПРОИЗВОДЊЕ
У МАЛИМ И СРЕДЊИМ
ПРЕДУЗЕЋИМА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Нови Сад, 2017.



UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES
21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KEY WORDS DOCUMENTATION

Редни број, РБР:	
Идентификациони број, ИБР:	
Тип документације, ТД:	Монографска публикација
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал
Врста рада, ВР:	Докторска дисертација
Аутор, АУ:	М.Сц Сања Станисављевић
Ментор, МН:	Др Здравко Тешић
Наслов рада, НР:	Развој стохастичког модела оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима
Језик публикације, ЈП:	Српски/ Ћирилица
Језик извода, ЈИ:	Српски / Енглески
Земља публиковања, ЗП:	Србија
Уже географско подручје, УГП:	Војводина
Година, ГО:	2017
Издавач, ИЗ:	Факултет техничких наука
Место и адреса, МА:	Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	8/163/124/30/13/29/1
Научна област, НО:	Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент
Научна дисциплина, НД:	Инжењерски менаџмент
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	предузеће, производња, оптимизација циклуса производње, стохастички модел, мала и средња предузећа, продуктивност
УДК	
Чува се, ЧУ:	У библиотеци Факултета техничких наука у Новом Саду
Важна напомена, ВН:	Нема
Извод, ИЗ:	<p>У докторској дисертацији приказан је развој стохастичког модела оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима. Модел ће омогућити ефикасно праћење и анализу елемената времена циклуса производње у малим и средњим предузећима, у циљу оптимизације серијске производње и побољшања конкурентности у савременом пословању. Циљ је боље управљање производњом у малим и средњим предузећима као носиоцима привредног раста и развоја. Модел је примењен и експериментално доказан у три предузећа где је истраживање спроведено у периоду 2011-2014 године.</p>
Датум прихватања теме, ДП:	23.06.2016.
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, КО:	Председник: др Драгиша Вилотић, редовни професор
	Члан: др Љубиша Папић, редовни професор
	Члан: др Илија Ћосић, редовни професор
	Члан: др Бранислав Стеванов, доцент
	Члан, ментор: др Здравко Тешић, ванредни професор
	Потпис ментора



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ● ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monograph
Type of record, TR :	Textual printed material
Contents code, CC :	Doctoral dissertation
Author, AU :	M.Sc Sanja Stanisavljev
Mentor, MN :	dr Zdravko Tešić
Title, TI :	Development of Stochastic Optimization Model of Production Cycle Time in Small and Medium Enterprises
Language of text, LT :	Serbian /Cyrillic
Language of abstract, LA :	Serbian / English
Country of publication, CP :	Serbia
Locality of publication, LP :	Vojvodina
Publication year, PY :	2017
Publisher, PB :	Faculty of technical sciences
Publication place, PP :	Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 6
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	8/163/124/30/13/29/1
Scientific field, SF :	Industrial engineering and engineering management
Scientific discipline, SD :	Engineering management
Subject/Key words, S/KW :	enterprises, production, production cycle, stochastic model, small and medium size enterprises, productivity
UC	
Holding data, HD :	Library of Faculty of technical sciences, Novi Sad
Note, N :	None
Abstract, AB :	The Doctoral Dissertation presents the development of stochastic optimization model of production cycle time in small and medium size enterprises. The model will enable efficient tracking and analysis of production cycle time elements in small and medium size enterprises in order to optimize assembly line production and to improve competitiveness in modern business. The aim is better production control in small and medium size enterprises as industrial growth and development holders. The model was applied and proved experimentally in three enterprises where the research was carried out from 2011 to 2014.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	23.06.2016.
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	President: dr Dragiša Vilotić, full professor
	Member: dr Ljubiša Papić, full professor
	Member: dr Ilija Čosić, full professor
	Member: dr Branislav Stevanov, assistant professor
	Member, Mentor: dr Zdravko Tešić, associate professor
	Mentor's sign

САДРЖАЈ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈА.....	2
САДРЖАЈ	4
ЛИСТА СКРАЋЕНИЦА	6
ЛИСТА СЛИКА.....	7
ЛИСТА ТАБЕЛА	8
ЛИСТА ДИЈАГРАМА	10
ПОСВЕТА.....	14
ЗАХВАЛНИЦА.....	15
АПСТРАКТ	16
1. УВОД.....	15
1.1. ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА.....	16
1.2. ПОТРЕБА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕМ	17
1.3. ЦИЉ, ХИПОТЕЗЕ И ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	19
1.4. СТРУКТУРА ИСТРАЖИВАЊА.....	20
2. ТЕОРИЈСКА ИСТРАЖИВАЊА.....	22
2.1. ПРОИЗВОДЊА И ЦИКЛУС ПРОИЗВОДЊЕ	22
2.1.1. ТОК ПРОЦЕСА.....	32
2.1.2.LEAN ПРОИЗВОДЊА.....	40
2.2. МЕТОДА ТРЕНУТНИХ ЗАПАЖАЊА МТЗ	47
2.2.1. Одређивање оптималне серије производње и коефицијент протока.....	50
2.3. МАЛА И СРЕДЊА ПРЕДУЗЕЋА МСП.....	57
3. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА	66
3.1. МЕТОДЕ И ТЕХНИКЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	66
3.2. Начин избора, величина и конструкција узорка	66
4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ИСТРАЖИВАЊА.....	70
4.1. РАЗВОЈ И ПРИМЕНА СТОХАСТИЧКОГ МОДЕЛА	70

4.2.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ ЗА 2011. ГОДИНУ, ПРЕДУЗЕЋЕ 1	73
4.3.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ ЗА 2011. ГОДИНУ, ПРЕДУЗЕЋЕ 2	88
4.4.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ ЗА 2012. ГОДИНУ, ПРЕДУЗЕЋЕ 1	95
4.5.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ ЗА 2012. ГОДИНУ, ПРЕДУЗЕЋЕ 3	108
4.6.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ У 2013. ГОДИНИ, ПРЕДУЗЕЋЕ 1	111
4.7.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ У 2013. ГОДИНИ, ПРЕДУЗЕЋЕ 3	123
4.8.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ, АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА У 2014. ГОДИНИ И ДИСКУСИЈА, ПРЕДУЗЕЋЕ 1	126
4.8.1.	Оптимална серија за предузеће 1.....	132
5.	ДИСКУСИЈА	142
6.	ЗАКЉУЧАК	145
	ВЕЗА ЗА ШИРЕ ПРОЈЕКТЕ	146
	МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ОЧЕКИВАНИХ РЕЗУЛТАТА	146
7.	ЛИТЕРАТУРА	147
8.	ПРИЛОГ - ПРОЦЕС РАДА ПОГОНА КОНФЕКЦИЈЕ ПРЕДУЗЕЋЕ 2	156

ЛИСТА СКРАЋЕНИЦА

АС, ВС,СС	контролне границе	control limites
n	број комада у серији	number of items for production in a series
SD	стандардна девијација	standard deviation
tpc	време циклуса производње	production cycle time
t _{pcu}	време циклуса производње по комаду	production cycle time per unit
tp	производно време	production time
tnp	непроизводно време	nonproduction time
tpt	припремно време	set-up time
tm	време израде	manufacturing time
tc	време за контролу	control time
ttr	време за транспорт	transport time
tpk	време за паковање	pacing time
tmr	време застоја због репроматеријала	stoppage due to materials
ttl	застој због недостатка алата	stoppage due to tools
to	застој због лоше организације	stoppage due to organization
tb	застој због квара машине	stoppage due to breakdown
tto	застој због осталих фактора	stoppage due to other factors
toi	време трајања појединачних операција	time of individual operations duration
t _t	технолошко време	tehnological time
t _{nt}	нетехнолошко	nontehnological time
ПЦ	производни циклус	PC production cycle
МСП	мала и средња предузећа	small and medium-sized enterprises
МТЗ	метода тренутних запажања	work sampling
ЈИТ	Just In Time	Just In Time

ЛИСТА СЛИКА

СЛИКА	СТРАНА
Слика 1:Редни начин преласка предмета рада са операције на операцију	26
Слика 2:Паралелни начин преласка предмета рада са операције на операцију	27
Слика 3:Комбиновани начин преласка предмета рада са операције на операцију	28
Слика 4:Линијски ток процеса	31
Слика 5:Прекидни ток процеса	36
Слика 6: Процес Just In Time	38
Слика 7:Традиционални lean систем производње	41
Слика 8:Снимачка листа	48
Слика 9:Графикон оптималне серије	54
Слика 10:Однос трошкова за појединачну,серијску и масовну производњу	55
Слика 11: Привредни субјекти у Републици Србији 2013/2014	63
Слика 12: Елементи времена рада циклуса производње	71
Слика 13. Фазе стохастичког модела утврђивања времена рада и оптимизације ЦП у МСП	72

ЛИСТА ТАБЕЛА

ТАБЕЛА	СТРАНА
Табела 1: Критеријуми дефинисања микро, малих и средњих предузећа	61
Табела 2а: Елементи времена рада циклуса производње по фреквенцији опажања за предузеће 1, за 2011.годину	73
Табела 2в: Елементи времена рада циклуса производње по процентуалном учешћу %за предузеће 1, за 2011.годину	74
Табела 2с: Елементи времена рада циклуса производње по времену трајања – мин. за предузеће 1, за 2011.годину	74
Табела 3: Време производног циклуса по комаду у серији и производно време у % за предузеће 1	75
Табела 4а: Учешће елемената времена рада у циклусима производње за предузеће 2, за 2011.годину	88
Табела 4в: Процентуално учешће елемената времена рада у циклусима производње % за предузеће 2, за 2011.годину	89
Табела 4с: Елементи циклуса производње по времену трајања (мин.) за предузеће 2, за 2011.годину	89
Табела 5: Број циклуса и број комада у серији за предузеће 2, за 2011.Годину	91
Табела 6: Елементи времена рада производног циклуса у процентима за предузеће 1, за 2012. годину	97
Табела 7: Фреквенције опажаја времена производног циклуса у предузећу 1, за 2012.Годину	98
Табела 8: Елементи времена рада производног циклуса за предузеће 1, у минутима, за 2012.Годину	99
Табела 9: Средње време производног циклуса по комаду и серији за предузеће 1, за 2012. Годину	105
Табела 10: Елементи времена рада по фреквенцији опажаја и процентима у предузећу 3, за 2012.Годину	109
Табела 11: Елементи времена рада у минутима у предузећу 3, за 2012.Годину	109

Табела 12а: Елементи времена рада по фреквенцији опажаја и процентима у предузећу 1, за 2013. годину	113-114
Табела 12б: Елементи циклуса производње по времену трајања (мин.) за предузеће 1, у 2013. Години	114-115
Табела 13: Подаци о елементима времена рада производног циклуса за 2011., 2012. и 2013. годину, за предузеће 1	116
Табела 14: Средње време производног циклуса по комаду и серији за предузеће 1 у 2013. Години	119-120
Табела 15: Производни циклус за предузеће 3, за 2013. годину	124
Табела 16: Упоредни подаци производног циклуса за предузеће 3, за 2012. и 2013. Годину	125
Табела 17а: Елементи времена рада у циклусима производње за предузеће 1, за 2014. Годину	127
Табела 17б: Елементи времена рада у процентима (%) за предузеће 1, за 2014. годину	127
Табела 17с: Елементи времена рада производног циклуса за предузеће 1, за 2014. годину (мин.)	127
Табела 18: Подаци о елементима времена рада производног циклуса за 2011., 2012., 2013. и 2014. годину, за предузеће 1	128
Табела 19: Упоредни приказ средњих вредности ЦПи контролних граница за предузеће 1, у периоду 2011-2014 године	128
Табела 20: Време производног циклуса по комаду и серији за предузеће 1, за 2014. годину.	130
Табела 21: Елементи времена ЦП у % и минутима за предузеће 1, за 2014. Годину	137
Табела 22: Оптимална серија за предузеће 1 по годинама	139
Табела 23: Елементи времена ЦП за текстилна предузећа 2011-2014	141

ЛИСТА ДИЈАГРАМА

ДИЈАГРАМ	СТРАНА
Дијаграм 1: Кретање средњих вредности производног времена \bar{t}_p и средњих вредности производног циклуса по комаду у серији t_{pcu} , за предузеће 1, у 2011. Години	77
Дијаграм 2: Кретање степена елемената времена циклуса производње за предузеће 1, за 2011. годину	79
Дијаграм 3: Елемената времена производног циклуса у процентима за предузеће 1, за 2011. Годину	81
Дијаграм 4: Кумулативни степен производног времена за предузеће 1	82
Дијаграм 5: Степен времена машине за 2011. годину	83
Дијаграм 6: Производно време за предузеће 1 у 2011. години	84
Дијаграм 7: Непроизводно време за предузеће 1 у 2011. години	85
Дијаграм 8: Машинско време за предузеће 1 у 2011. години	86
Дијаграм 9: Производно време за серије од 5 комада приказано у минутама за предузеће 1 у 2011. години	87
Дијаграм 10: Степен елемената времена производног циклуса за предузеће 2	90
Дијаграм 11. Кретање средњих вредности производног времена t_p и средњих вредности производног циклуса по комаду у серији t_{pcu} за предузеће 2 за 2011. годину	93
Дијаграм 12: Степен времена машине за предузеће 2, за 2011. годину	94
Дијаграм 13: Елементи времена рада производног циклуса у предузећу 1, за 2012. Годину	100
Дијаграм 14: Кретање производног времена за предузеће 1, за 2012. годину	102
Дијаграм 15: Кретање производног времена редуковано у минуте за предузеће 1, у 2012. години	103
Дијаграм 16: Кретање машинског времена изражено у минутама за предузеће 1, у 2012. години	104

Дијаграм 17: Кретање средње вредности производног времена \bar{t}_p , средњих вредности производног циклуса по броју комада у серији $\bar{t}_{pcu/ser}$, и средњих вредности производног циклуса по комаду у серији \bar{t}_{pcu} за предузеће 1	107
Дијаграм 18: Елементи времена рада производног циклуса у предузећу 3	110
Дијаграм 19: Елементи времена рада производног циклуса у предузећу 1, за 2013.Годину	118
Дијаграм 20: Кретање вредности производног циклуса \bar{t}_p по броју комада у серији \bar{t}_{pcu}	122
Дијаграм 21: Елементи времена рада производног циклуса у предузећу 3, за 2013.Годину	125
Дијаграм 22: Проценти елемената времена производног циклуса за предузеће 1, у 2014.Години	129
Дијаграм 23: Оптимална серија за предузеће 1, за 2011. годину	132
Дијаграм 24: Оптимална серија за предузеће 1, за 2012. годину	133
Дијаграм 25: Кретање продуктивног времена по комаду и серији за предузеће 1, за 2013. Годину	134
Дијаграм 26: Тренд кретања средњег продуктивног времена према нормалној расподели	136
Дијаграм 27: Кретање средњег времена серија по броју комада 2014.Годину	137
Дијаграм 28: Просечне вредности за све четири године са оптималном серијом за предузеће 1	138
Дијаграм 29: Кретање свих елемената производног циклуса, средњег продуктивног времена t_p и контролних граница предузећа 3, за 2014. Годину	140

Мом највећем благу, мојим синовима Георгију, Димитрију, Николају и Максиму.

Мом вољеном супругу Горану за подршку и разумевање.

Мојим драгим родитељима Нади и Мирославу за несебичну љубав и срећно одрастање.

Мом драгом брату Саши за заједничке тренутке и подстреке.

Са љубављу

Сања Станисављев

ЗАХВАЛНИЦА

Докторска дисертација “Развој стохастичког модела оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима” резултат је истраживања у оквиру пројекта ТР 35017 који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја.

Посебно се захваљујем ментору проф. др Здравку Тешићу на указаном поверењу, сугестијама, помоћи и несебичним саветима приликом писања дисертације као и члановима комисије на професионалности и сугестијама.

Захваљујем се

- професорима Факултета Техничких Наука у Новом Саду са којима сам имала прилику и част да сарађујем и учим.*
- колегама са Техничког Факултета “Михајло Пупин” у Зрењанину који су ме несебично подржавали и дали снагу да истрајем, посебно проф.др Миливоју Кларину.*

Хвала породици на стрпљењу и подршци!

Сања Станисављевић

Апстракт:

У докторској дисертацији приказан је развој стохастичког модела оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима. Модел ће омогућити ефикасно праћење и анализу елемената времена циклуса производње у малим и средњим предузећима, у циљу оптимизације серијске производње и побољшања конкурентности у савременом пословању. Циљ је боље управљање производњом у малим и средњим предузећима, као носиоцима привредног раста и развоја. Модел је примењен и експериментално доказан у три предузећа, где је истраживање спроведено у периоду између 2011. и 2014. године.

Кључне речи : предузеће, производња, циклус производње, оптимизација циклуса производње, стохастички модел, мала и средња предузећа, продуктивност.

Abstract : The Doctoral Dissertation presents the development of stochastic optimization model of production cycle time in small and medium size enterprises. The model will enable efficient tracking and analysis of production cycle time elements in small and medium size enterprises in order to optimize assembly line production and to improve competitiveness in modern business. The aim is better production control in small and medium size enterprises as industrial growth and development holders. The model was applied and proved experimentally in three enterprises where the research was carried out from 2011. to 2014.

Key words : enterprises, production, production cycle, stochastic model, small and medium size enterprises , productivity.

1. УВОД

Савремено предузеће у новим условима, условима глобализације, турбуленција, глобалног тржишта, бројних брзих и све учесталијих промена, принуђено је да се прилагођава и мења, како би остварило конкурентност и опстало у савременом пословању. Предузећа која желе да буду успешна и да напредују у тржишном погледу, морају бити иновативна, флексибилна, спремна за усвајање и примену нових знања, стратегија и технологија. Стратегија сталних иновација и динамичност промена је одговор на захтеве које поставља тржишна борба.

Већина предузећа прати преко документације и аналитички производни циклус, али су ретка она која у оквиру њега прате елементе времена рада и која њиховом анализом утичу на њихова скраћења, а уз помоћ тог начина утичу и на скраћење производног циклуса.

Велики број истраживања и радова, са приказом резултата добијених применом метода за праћење времена рада, може се пронаћи у литератури, књигама и часописима. Већина ових истраживања обухвата велика предузећа. Међутим, данас значајнији проблем праћења и утицања на производни циклус (време од уласка предмета производње, па до добијања готовог производа и његовог паковања) је далеко мање присутан у литератури, поготово стање трајања производних циклуса ПЦ и учешће елемената времена рада у производним циклусима малих и средњих предузећа.

Акцент је на малим и средњим предузећима управо због њихове флексибилности, иновативности и могућности да се прилагоде турбулентним дешавањима на тржишту. Сматра се да су мала и средња предузећа развојна шанса Србије. Мала и средња предузећа су у свакој европској земљи практично најбројнија и на њима се темељи велики део економије. Лако се прилагођавају променама и усвајају технолошке новине, омогућују развој предузетничке климе, која је предуслов напретка у савременој светској привреди.

За развој и конкурентност производње веома је битно пратити циклусе производње, константно анализирати и скраћивати времена производње. Циклус производње најзначајнији је техничко-економски показатељ у производњи.

За разлику од континуираног снимања циклуса производње које је захтевно и изискује константно посматрање и трошкове, у дисертацији је приказан развој стохастичког модела оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима. Модел треба да омогућити ефикасно праћење и анализу елемената времена циклуса производње у малим и средњим предузећима, у циљу оптимизације серијске производње и побољшања

конкурентности у савременом пословању. Циљ је боље управљање производњом у малим и средњим предузећима, као носиоцима привредног раста и развоја. Модел је примењен и експериментално доказан у периоду између 2011. и 2014. године.

1.1. ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА

Време трајања производног циклуса (ПЦ) у домаћим предузећима, поготово у малим и средњим предузећима (МСП), која су несумњиво носиоци привредног раста и развоја, веома је дуго, што у великој мери утиче на продуктивност и конкурентност у савременим условима привређивања. У водећим часописима, у области управљања производњом, последњих година се појављују нове методологије управљања ПЦ са подручја Италије, Хрватске, Словеније, Тајвана и Танзаније, указујући на значај проблема истраживања. Циљ ове дисертације је развој стохастичког модела утврђивања времена рада ПЦ и њихова оптимизација у серијској производњи МСП. Овај модел треба да омогући квалитетно праћење и анализу времена ПЦ, што за резултат има мање замрзавање обртних средстава, смањење нивоа залиха, и већи обрт средстава у производним процесима, са крајњим резултатом побољшања конкурентности.

Један од проблема, на које произвођачи наилазе, јесте одређивање оптималних величина серија на које, у великој мери, утиче унутрашњи транспорт и начин складиштења материјала. Ако величина серије у којој ће се производити предмет није тачно одређена, поставља се питање који би број комада требало установити, да би се предмет могао произвести уз мање трошкове по комаду. Треба истаћи да је проблем оптимизације залиха шири проблем од оптималне серије, јер укључује и појединачну и серијску и масовну производњу. Овај проблем везан је за серијску производњу, при чему се серија не поклапа у начелу са оптималном набавком материјала.

1.2. ПОТРЕБА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕМ

Србија која је на раскршћу структурних промена, уколико жели економски раст и стабилност јаке производне земље, мора примењивати нов концепт индустријске политике заснован на расту производње, константним иновацијама, применом нових знања, метода, технологија и материјала. У пракси је ово веома тешко и споро, технологија је застарела, мали је број предузећа домаће индустрије која могу да прате промене и иновације, примењују нове технологије, материјале и скупе методе. Зато је неопходно развијати и примењивати нове методе које су једноставне, лако применљиве и неизискују много трошкова, а ефикасне су.

У серијској производњи, с обзиром на могућност варирања количине истоврсних комада који ће се лансирати као једна серија, јавља се проблем у вези са различитим понашањем две карактеристичне групе трошкова.

1. Тежња ка што већој серији, због карактера сталних трошкова.
2. Тежња ка што мањој серији, због карактера променљивих трошкова.

С обзиром на супротно оријентисан карактер промене ове две групе трошкова, треба одредити онај број комада, величине серије за коју би ова супротност била оптимално усклађена, односно, за који би збир ове две категорије трошкова био минималан. Такву серију називамо оптималном серијом.

Величина оптималне серије може се одредити мноштвом метода од којих су неке веома произвољне и рутинске, док се друге ослањају на исцрпне анализе.

При решавању производних проблема користе се квантитативне и квалитативне методе, методе линеарног и нелинеарног програмирања, методе асигнације, методе симулације, теорија залиха, динамичког програмирања, теорија редова чекања, и слично (Perić, 1991.). Лако разумљиву формулу за одређивање оптималне серије објавио је Ф. W. Харис (Haris, 1915.) која је убрзо нашла место у другим делима аутора (Salvendi 1982.). Заснива се на претпоставци да се све позиције дате серије обрађују у релативно кратком времену, да истовремено улазе у складиште и да се троше равномерно. Експериментално одређивање оптималне серије је метод који даје задовољавајуће резултате. Суштина метода је у томе да се, за дату серију или период времена у којем имамо исту серију и начин пословања и производње, утврде трошкови, па се у следећем циклусу, нпр. у оквиру пословне године, смањи или повећа серија и за тај период се утврде трошкови и тако редом. На тај начин добијамо графички приказ серије (Klarin, 1995.).

Праћење елемената времена рада је могуће применом методе тренутних запажања, коју је први почео примењивати Tippet. Међутим, она изворно има

ограничени домен примене, а праћена су само три елемента времена рада, машина ради (+), у примени је (X) и стоји (-).

Степен коришћења машина, односно, време рада у односу на укупно расположиво време машине, је врло значајан техничко-технолошки показатељ у производњи и пословању, али много значајније је добити те степене за елементе времена рада производног циклуса. Степен коришћења машина је значајан и као економски показатељ замрзавања обртних средстава, посебно за репроматеријал.

У истраживачком раду експериментално се доказује стохастичка метода утврђивања времена рада циклуса производње - стохастички модел оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима. Биће дати резултати снимљени у три предузећа (МСП) са малосеријском производњом. На просторима бивше Југославије, када је индустријска производња између 1970. и 1975. године достигла највећи степен развоја, посебно се истраживао коефицијент протока и његова функционална веза са величином серије. Коефицијент протока је дефинисан као однос између стварног времена производног циклуса T_s и прорачунатог времена од стране инжењера технолога - T_{teh} . Коефицијент протока - K_f је у функцији од величине серије дат формулом $K_f = a + b/T_{teh}$, где су a и b константе.

Као што је већ напоменуто, методу тренутних запажања (МТЗ) први пут је применио Л. Н. Ц. Типпет у текстилној индустрији око 1934. године. Од тада је МТЗ доживела већи број модификација чиме је њена примена постајала шира и свестранија. Овај тренд се наставља тако да МТЗ и даље представља изазов за истраживаче. Обзиром да су мала и средња предузећа данас најзаступљенији облик предузећа, и да су предузећа будућности и у великој мери утичу на конкурентност региона (државе), посебно се јавља потреба истраживања могућности модификације и примене МТЗ у њиховој производњи.

Може се закључити да обезбеђивање рационалне производње, и поштовање рокова у производњи, захтева квалитетно планирање производње и одговарајући техничко-технолошки прорачун, који дају режиме рада машине и времена трајања операција, као и активности у процесу производње. На тај начин су они нормирани, нормализовани и стандардизовани, па се елементи времена рада производног циклуса могу унапред одредити за машине, за средства механизације, као и за ручни рад.

У пракси они нису детерминистички него стохастички, посебно у условима малих и средњих предузећа, па их је потребно као такве пратити.

У дисертацији ће бити представљен модел који је стохастички и заснива се на методи тренутног запажања (*work sampling*).

1.3. ЦИЉ, ХИПОТЕЗЕ И ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања докторске дисертације је развој стохастичког модела оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима. Новопостављени модел треба да омогући квалитетно праћење и анализу времена ПЦ, што за резултат има мање замрзавање средстава, смањење нивоа залиха, и већи обрт средстава у производним процесима, са крајњим резултатом повећања конкурентности.

Дакле, истраживање је усмерено на пројектовање нове оригиналне методе праћења ПЦ, и његових елемената времена, стохастичком методом случајног запажања чију основу је дао Типпет, тако да ће она бити иновирани и прилагођени истраживању ПЦ у МСП.

ГЛАВНА ХИПОТЕЗА 1: СТОХАСТИЧКИ МОДЕЛ ТРЕНУТНИХ ЗАПАЖАЊА ВРЕМЕНА РАДА И ЦИКЛУСА ПРИЗВОДЊЕ МОЖЕ БИТИ ПОСТАВЉЕН И ПРИМЕЊЕН У ПРАКСИ МАЛИХ И СРЕДЊИХ ПРЕДУЗЕЋА.

ХИПОТЕЗА 2: Новопроекттовани стохастички модел је ефикасан и квалитетан за оптимизацију производног циклуса у малим и средњим предузећима.

ХИПОТЕЗА 3: Боље управљање производњом, у малим и средњим предузећима, постиже се одређивањем оптималне серије која се на основу коефицијената протока, применом новог стохастичког модела, може одредити експериментално.

ХИПОТЕЗА 4: Средње продуктивно времесматрано у циклусима производње у МСП може се утврдити и креће се у уским контролним границама.

Доказ хипотезе о ефикасности и квалитету пројектовања стохастичког модела и утицај на скраћивање ПЦ укључује:

а) Поставку модификованог модела тренутног запажања у истраживању ПЦ, који отклања недостатке Типпетовог модела и уводи детаљнију анализу елемената времена ПЦ.

б) Поставка модела ПЦ у коме се стохастичке функције не крећу по биномном, као што је код изворне МТЗ, већ по нормалном закону расподеле.

ц) Развој методе праћења ПЦ засноване на методама контроле квалитета у времену са грешком $\pm 2 SD$.

д) Одређивање утицаја величине серије, организационог нивоа и карактеристике производа на трајање ПЦ, поставке и развој модела утицајних фактора на време трајања производног циклуса уМСП.

Циљеви и хипотезе се базирају на односу између кључних области детерминисаног оквира истраживања.

Резултати истраживања који се очекују базирају се на креирању и примени стохастичког модела оптимизације времена трајања производних циклуса у малим и средњим предузећима. Модел ће омогућити ефикасно праћење и утврђивање елемената времена производног циклуса у малим и средњим предузећима, у циљу оптимизације серијске производње и побољшања конкурентности. У истраживању ће се настојати да се оптимизирају непроизводна времена.

1.4. СТРУКТУРА ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање у оквиру дисертације организовано је у шест поглавља и састоји се из теоријског и емпиријског дела.

У првом поглављу је описан проблем истраживања, циљ истраживања и очекивани резултати. Дефинисано је истраживачко питање и хипотезе, објашњена је и методологија истраживања.

У другом поглављу је дат преглед литературе из области истраживања, са нагласком на производњу, производни циклус, типове производње, елементе времена рада производног циклуса, ток процеса, коефицијент протока, дати су и најзначајнији организационо-технички показатељи успешности производње. Затим су приказане методе тренутних запажања, са нагласком на предности и недостатке МТЗ, и развој модификоване МТЗ, која се може применити у производњи малих и средњих предузећа, са нагласком на предности, флексибилност и конкурентност малих и средњих предузећа.

У трећем поглављу представљена је методологија истраживања, објашњена је модификована метода тренутних запажања, стохастички модел утврђивања елемената времена рада, који отклања недостатке првобитне основне методе тренутних запажања, која се своди на тренутно опажање елемената времена.

У четвртом поглављу је представљена примена и спровођење снимања производних циклуса у пракси, у производњи малих и средњих предузећа, добијени резултати за сваку годину појединачно, као и упоредни приказ, уз дискусију о резултатима.

У петом поглављу дата је дискусија и упоредни приказ добијених резултата.

У шестом поглављу изведени су закључци докторске дисертације, са посебним нагласком на доприносе дисертације и правце даљих истраживања, преглед литературе и прилога.

У седмом поглављу дат је попис коришћених литературних извора.

У осмом поглављу дати су прилози.

2. ТЕОРИЈСКА ИСТРАЖИВАЊА

С обзиром да се предмет истраживања, предложене докторске дисертације, односи на развој стохастичког модела оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима, преглед литературе обухвата три различите, међусобно повезане, области:

1. Производња и производни циклус, са нагласком на типове производње, производни циклус, елементе времена рада производног циклуса, коефицијент протока, најзначајније организационо-техничке показатеље успешности производње, проблем одређивања технолошког времена.

2. Метода тренутних запажања, са нагласком на предности и недостатке методе тренутних запажања (МТЗ), и развој стохастичког модела оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима.

3. Мала и средња предузећа, са нагласком на предности, флексибилност и конкурентност.

2.1. ПРОИЗВОДЊА И ЦИКЛУС ПРОИЗВОДЊЕ

Радни систем подразумева људе, средства рада и одговарајућу организацију. По дефиницији (Zelenović, 1995.) радни систем представља скуп саставних елемената – учесника (људи) и средстава рада организованих на начин да успешно остварују функцију циља у датом времену и датим условима околине. Ово је довољно широка дефиниција и може се применити на сваки систем који нешто ради, а може се сматрати заокруженом целином. Тако, радни систем, зависно од тога шта се посматра, може да буде целокупан привредни систем, предузеће, део предузећа, па и појединачно радно место (Radaković & Ćosić, 2012.).

Процес производње је основни процес у предузећу којим се обезбеђује обављање основне делатности предузећа - добијање производа или услуга (Radaković & Ćosić, 2012.).

Познато је да производ опстаје на тржишту ако има одговарајући квалитет, цену, обим производње и рокове испоруке. Ови фактори се могу даље делити на своје варијабле, а како су сви у функционалној вези, могу довести до губљења позиције на тржишту, на крају и до нестанка производа и предузећа. Фактор са највише међусобних веза и зависности је рок испоруке, који највише зависи од времена трајања производње, односно укупног набавно-продајног циклуса. У условима све лакшег праћења и регулисања пословних активности, и данас није оптимизиран централни део набавно-продајног циклуса – ПЦ у индустрији, посебно у серијској производњи.

Основне функције предузећа, из којих синтезом или разједињавањем, и њиховим комбиновањем према исказаним потребама, могу бити формиране и друге функције (Ćosić et all.,1998.) :

- ✓ **УПРАВЉАЊЕ ПРЕДУЗЕЋЕМ**
- ✓ **МАРКЕТИНГ,**
- ✓ **РАЗВОЈ,**
- ✓ **КОМЕРЦИЈАЛНИ ПОСЛОВИ,**
- ✓ **ПРОИЗВОДЊА,**
- ✓ **ЕКОНОМСКО-ФИНАНСИЈСКИ ПОСЛОВИ**
- ✓ **ОПШТИ ПОСЛОВИ и**
- ✓ **ИНТЕГРАЛНА СИСТЕМСКА ПОДРШКА.**

Функције управљања предузећем и производња су основне функције предузећа, па као и остале наведене основне функције изискују константа праћења, усавршавања и иновирања. Истраживања у овим областима захтевају примену научних метода које су прилагодљиве, оне се морају заснивати на методологијама које ће максимално уважавати специфичности појединих делова. У циљу рационализације производње и пословања, изласку из тешкоћа и уласку у стабилније пословне воде, предузећа се све више оријентишу на примену најновијих научних метода и технологије. Утврђивање времена трајања процеса израде неког производа је важан корак у пројектовању технолошког поступка израде производа, јер је то услов да се процес може планирати и да се могу израчунати трошкови производње. С обзиром да се процес састоји из више операција (које се обављају на одређеним радним местима, од стране одређених извршилаца), укупно време трајања процеса се, по правилу, одређује преко збира времена рада за поједине операције из процеса (Radaković & Ćosić, 2012.).

Процес производње можемо објаснити као процес претварања улазних елемената у излазне. У улазне елементе спада све оно што је потребно за обављање процеса производње: материјал (улазне сировине, готове компоненте), енергија (електрична, гас, компримовани ваздух, пара), рад (машина и људи),

капитал (финансијска средства) и информације (документација за производњу). Излазни елементи су одређене врсте производа (хардверски, процесни, софтверски производи, или услуге), као резултат процеса производње (Radaković & Ćosić, 2012.).

Комбиновање елемената производње подразумева одговарајући квалитативни, квантитативни и временски склад, који се обезбеђује уз помоћ функције управљања предузећем.

Производни циклус је временска карактеристика производног процеса. То значи да он детерминише временски период унутар кога се остварују активности везане за процес производње. Третман почетка и завршетка као реперних тачака у оквиру којих тече време, зависи од усвојених критеријума који могу послужити за идентификацију карактеристичних момената у процесу. Најдоминантнији критеријуми за избор ширине захвата могу бити (Bulat, 2001., Đukić & Đukić, 2007.):

- ✓ задовољење рока испоруке,
- ✓ проток материјала у производном процесу (материјал, недовршена производња, полупроизводи, готова роба),
- ✓ ангажовање („замрзавање“) обртних средстава у процесу,
- ✓ утицај заступљеног типа производње и
- ✓ сложеност производа.

Не постоји јединствена дефиниција циклуса која би у потпуности задовољила све наведене критеријуме. Међутим, олакшавајућа је чињеница да се наведени критеријуми не искључују, углавном се допуњују.

Производни циклус детерминише временску димензију трајања пословних и производних активности, које су потребне да би се обавио целокупни процес, уз минимални проток времена, максимално коришћење производних капацитета и оптимално ангажовање финансијских ресурса.

Производни систем обухвата технолошке системе и друге техничке, информационе и енергетске структуре који ће, на неки начин, обезбедити извршење постављених циљева производног процеса. Како би се без прекида одвијао производни процес, што је веома важно због распореда и трошкова, мора се темељно планиранирати. Ово подразумева детаљан обрачун рада машине и трајање циклуса производње. Међутим, времена операција елемената рада понашају се другачије у пракси, посебно у малим и средњим предузећима. Зато је посматрање и праћење ових елемената од великог значаја за производни процес. Смањењем времена производног циклуса, компаније могу имати користи на много начина, укључујући и смањење производних трошкова, бољи квалитет, брже одговоре на захтеве тржишта и захтеве купаца, итд. Ова побољшања у производњи могу бити од пресудног значаја за опстанак и профитабилност компаније (Klarin et al., 2016.).

Најзначајнији организационо-технички показатељи успешности производње су: степен коришћења капацитета и циклуспроизводње (Klarin, 1995.). Анализа процеса циклуса производње, структуре и трајања, је кључни део економске и техничке анализе пословања предузећа. Производни циклус који је тесно повезан са другим показатељима као што су обим производње, продуктивност, производни капацитети и обртна средства (Јовановић et al., 1996.). Трајање производног циклуса је један од главних економских и техничких показатеља перформанси процеса производње (Јовановић et al., 2013.). На њих утиче низ организационо-техничких фактора који се међусобно преплићу и утичу на елементе времена рада машина и производни циклус.

Циљ дисертације је развој стохастичког модела који ће омогућити смањење времена која се односе на разне врсте застоја, припремно завршно време, време контроле, транспорта и паковања. Тако се добија ефикасна и ефективнија производња.

Производни циклус индиректно зависи од фактора укупног набавно-продајног циклуса, јер је ПЦ његов део, али и поједини елементи времена утичу један на другог. Тако, на пример, повећање времена набавке делова из кооперације доводи до застоја у ПЦ.

Највећи утицај на производно време, као најзначајније време производног циклуса, има у малосеријској и серијској производњи организација редоследа операција, с тим у вези и дефинисање машинског времена – t_{tm} .

Да би се извршило снимање ПЦ потребно је прецизно дефинисати технолошки и математички проблем ПЦ, практични процес снимања и утврђивање елемената времена рада. Потребно је дефинисати елементе времена рада производног циклуса, и посебно дефинисати разлику у односу на елементе времена рада који се односе на машину, односно, у сврху утврђивања само капацитета машине, или у оквиру ПЦ, јер они нису исти. Елементи времена рада ПЦ су дефинисани према бројним ауторима (Barnes, 1957.), (Maynard, 1971.), (Moder, 1980.), (Richardson et al., 1982.), (Klarin et al., 2010.), (Nibel, 1982.), (Čala et al., 2011.). Многи елементи рада се међусобно преклапају и преплићу, а неки су идентични, али најзначајнији су t_{pz} - припремно завршно време и t_{tm} - технолошко машинско, који се разликују.

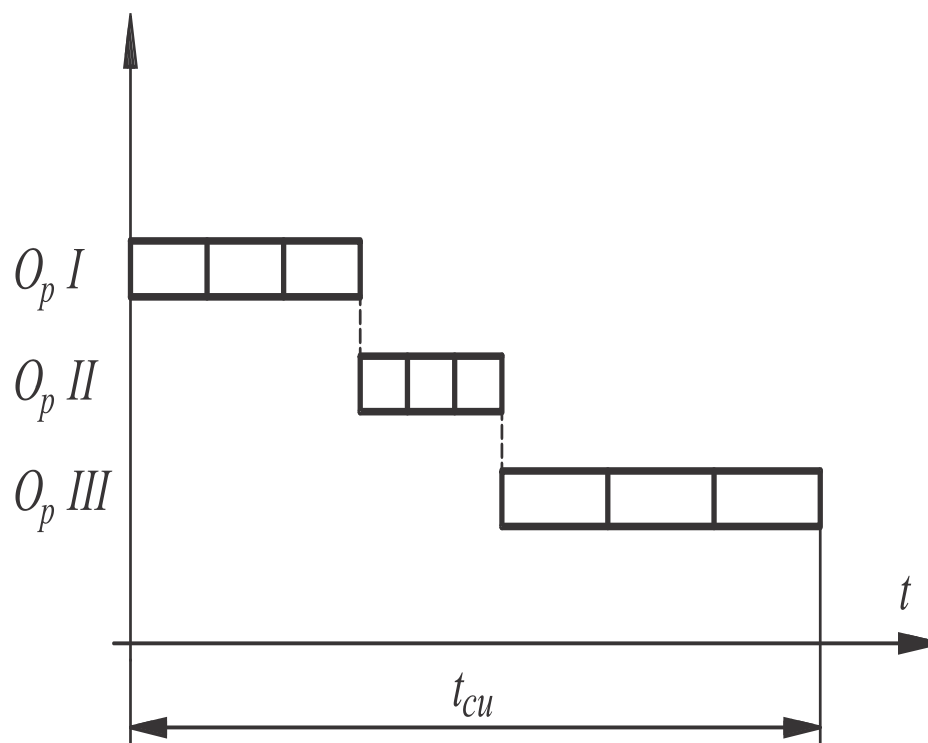
Један број радова из ове области се односи на утицај кварова машина (Tzu-Hsien), (Giri et al., 2005.), рад у *Journal of Cleaner Production* (Barbiroli et al., 2003.) и разматра техничке и економске перформансе, у вези са иновацијама у окружењу производног циклуса. Модел залиха се доводи у везу са оптимизацијом производног циклуса према (Kun-Jen et al., 2009.). У часопису *International Journal Product Research* (Kodek et al., 2004.) приказан је оптимални алгоритам за минимизацију производног циклуса за монтажну линију, при чему се користи линеарно програмирање, односно, линеарно математичко, као што је у највећем

броју радова. Модел за побољшање квалитета производње смањењем серије, ЈЕЛС модел, приказан је у часопису *European Journal of Operational Research* (Affisco et al., 2002.). Неки од радова такође се баве проблемима у производњи, складиштењем капацитета, планирањем производње (Agrawal et al., 2000.), смањењем трошкова, праћењем циклуса (Bohm et al., 2010.), рада машина (Ata et al., 2011.) посебним методама (Almomani et al., 2010.).

Фредерик Тејлор бави се питањем ефикаснијег коришћења радне снаге у погонима, са циљем дефинисања њихових законитости. Изучавањем овог проблема бавио се и Анри Фајол (Fajol, 2006.), (Matić, 2006.).

Основно ограничење и проблем је код редоследа операција, где се вишеструко може повећати време операције.

Редослед операција теоретски може бити редан, паралелан и комбинован, па, у зависности од типа редоследа операција, унапред знамо да овај део времена циклуса траје много дуже код редног серијског типа, где се цела серија чека да заврши на једној операцији, машини, па тек онда креће на другу, за разлику од паралелног, где, после завршетка само једног комада на једној машини, он прелази одмах на другу. Узастопни тип је такав да се производња одвија тако да цела серија делова чека да на једној машини буду завршени сви, па тек онда, заједно буду премештени на другу машину (операцију), слика 1.



Слика 1: Редни начин преласка предмета рада са операције на операцију

Код узастопног типа организације редоследа операција укупно време потребно за израду једне серије, односно дужина производног циклуса је:

$$T_{cu} = n \sum t_{oi}$$

где је n - број комада за израду у једној серији

k - број операција за израду једног производа

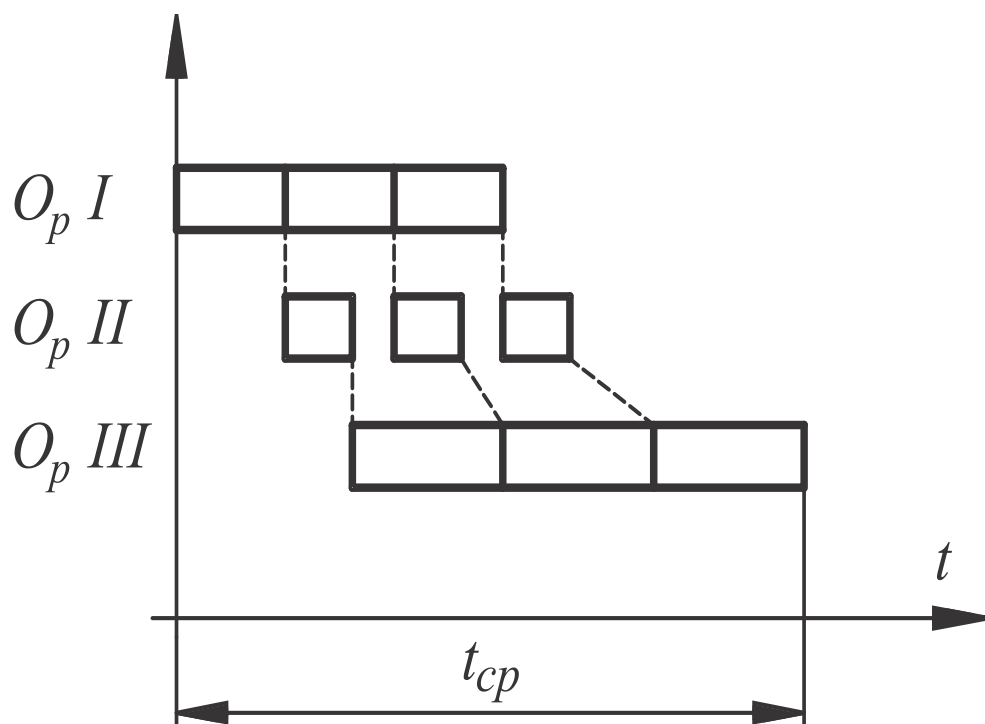
t_{oi} - време трајања појединачних операција

У паралелном типу организације редослед операција, после завршетка једне операције, је такав да сваки комад одмах прелази на наредну операцију (Слика 2)

Време трајања израде серије добија се на основу израза:

$$T_{op} = (n-1) t_{omax} + \sum_{i=1}^k t_{oi}$$

Где је t_{omax} - време трајања најдуже операције

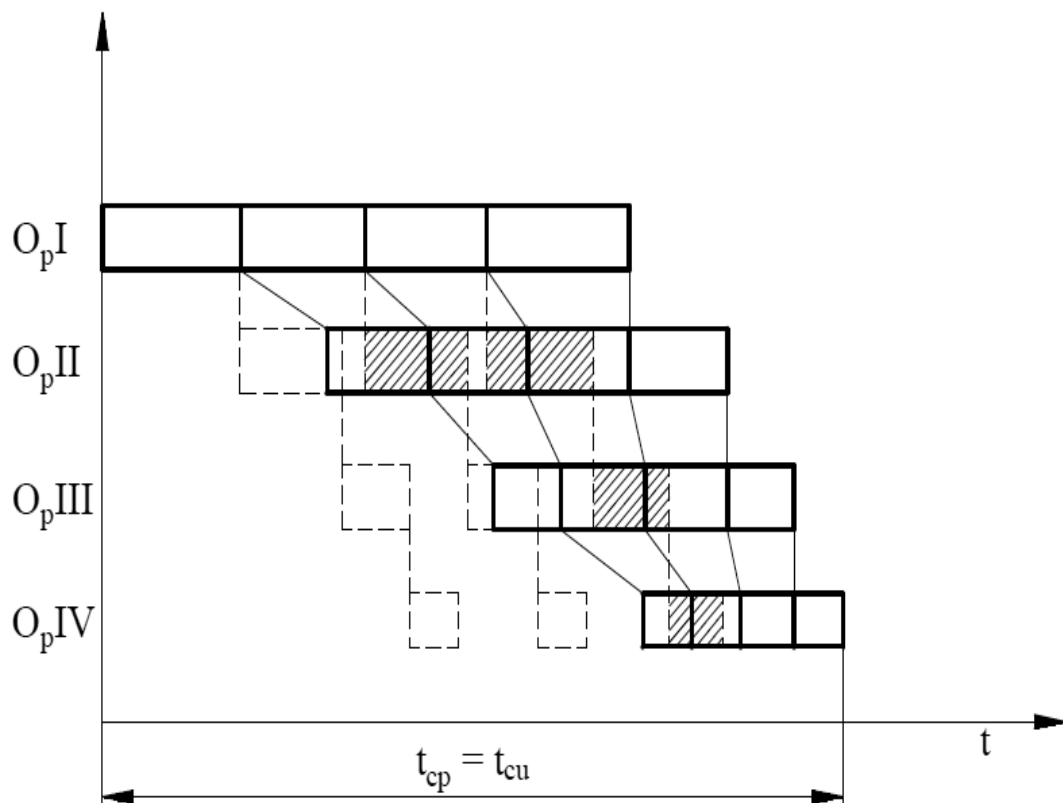


Слика 2:Паралелни начин преласка предмета рада са операције на операцију

Са слика 1 и 2 се види да је за исто трајање технолошког машинског времена посматраног за режим рада машине, за три операције, за серију од три дела, много дужи производни циклус код узастопног типа организације редоследа операција.

У ствари, производни циклуси на слици 1 и слици 2 представљају само машинско време, које унапред укључује време чекања на операцију, и ручно време радника везано за један део. Зато треба правити разлику између технолошко машинског времена при анализи капацитета машина, и при анализи и праћењу производног циклуса, посебно код серијске производње. Основно ограничење и проблем је код редоследа операција, где се вишеструко може повећати време операције.

На слици 3 дат је приказ комбинованог типа.



Слика 3:Комбиновани начин преласка предмета рада са операције на операцију

За услове наших предузећа, која су мале и средње организације, најчешћи је комбинован редослед. Често је, у оквиру производног циклуса, на делу паралелан тип, на делу редни, а на делу комбиновани.

Узимајући као подлогу структуру временског трајања производног циклуса, на дужину производног циклуса могу утицати следећи фактори (Спасојевић-Бркић):

- ✓ усклађеност производних процеса,
- ✓ организација опслуживања радних места,
- ✓ ефикасност унутрашњег транспорта,
- ✓ ефикасност контроле,
- ✓ залагање радника,
- ✓ ефикасност службе за регулисање производње (диспечерска служба),
- ✓ реалност времена израде,
- ✓ стање радне способности машина.

Технолошко машинско време t_{tm} је, посматрајући производњу преко машине, везано искључиво за перформансе машине и квалитет технолошког прорачуна, и углавном је детерминистичка категорија. Међуим, ако се посматра производни циклус са узастопним редоследом операција, разликују се елементи времена рада у зависности од степена аутоматизације. Ако се ради о аутоматизованој производњи једноставно ће t_{tm} за серију бити збир појединачних и једнаких операција. У случају да се сваки комад мора посебно, ручно или механички (дизалицом нпр.) допремити на обраду, из заједничког сандука или другог простора у ком се налази одређена серија делова, ручно постављање на машину је помоћно ручно време – t_{pr} (оно се у теорији односи на појединачни комад).

Такво време, у подели елемената времена рада код производног циклуса, у литератури се најчешће не среће.

У истраживању ће оно бити третирано као технолошко машинско - t_{tm} .

Такође је логично и да помоћно-машинско време (нпр. померање супорта код струга) буде прикључено t_{tm} .

Припремно завршно време обухвата:

- пријем налога за рад са документацијом и проучавањем задатака,
- пријем алата,
- припрема осталих елемената потребних за рад,

- предају готових комада контроли,
- распремање радног места после завршетка рада на одређеном броју комада n , n – број комада који се израђују, један за другим, без прекида (број комада у серији).

Готово да нема предузећа које не прати, преко документације, и аналитички производни циклус, али су ретка она која, у оквиру њега, прате елементе времена рада, и која њиховом анализом утичу на њихова скраћења, а на тај начин и на скраћење производног циклуса (Stanisavljev et al., 2015.). У теорији се производни циклус – t_{pc} дели на производно време – t_p и непроизводно- t_{np} , а даље се производно време дели на технолошко - t_t , са машинским- t_{tm} и припремно завршним- t_{pf} , нетехнолошко- t_{nt} са временом контроле- t_c , транспорта- t_{tr} и паковања- t_{pk} . Непроизводно време се дели на разне узрочнике застоја у производњи, а у оквиру дисертације, снимљена су најопштија, најчешће због репроматеријала t_{mr} , алата t_{tl} , организације t_o , квара машине t_b и осталих фактора t_{ot} .

Производни циклус индиректно зависи од фактора укупног набавно-продајног циклуса, јер је ПЦ његов део, али и поједини елементи времена утичу један на другог. Тако, на пример повећање времена набавке делова из кооперације доводи до застоја у ПЦ.

Производни циклус је време од уласка дела или серије производа до њиховог пријема у складиште готових производа (делова).

У анализи се, у основи, ПЦ дели на производно време и непроизводно време t_{np} (Klarin et al. 2012.).

Непроизводно време представљају разни фактори застоја, који су везани директно и индиректно за добар или лош однос човека према производњи. У МСП мање је заступљена аутоматизација, па велики утицај на укупно време трајања ЦП има људски фактор. У МСП мала и средња предузећа, непроизводна времена, нису много дужа од нужних производних времена које је теже скраћивати.

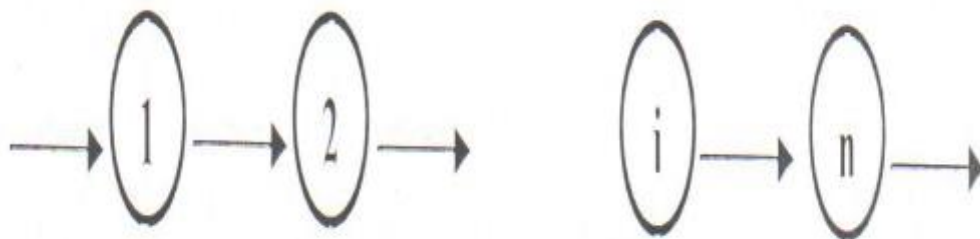
Оптимални циклус производње је онај производни циклус који је најкраћи за исти квалитет и цену производа.

2.1.1. ТОК ПРОЦЕСА

На дужину трајања циклуса производње, као што је већ наведено, утиче и ток процеса.

Процес се класификује према врсти тока производа на: линијски, прекидани или пројектни. Према врсти наруџбе (купца) дели се на: производњу за складиште или производњу према наруџби (купца). Таква класификација у великој мери утиче на трошкове, количину, флексибилност и практично на све факторе производње (Schroeder,1999.).

Линијски ток процеса-масовну и великосеријску континуирану производњу, као што назив каже, карактерише линијски ток материјала и редно извођење операција (распоред опреме по редоследу извођења операција) на једном или више предмета (једнопредметне или вишепредметне линије). Пример је монтажна трака, ресторан са самопослуживањем. Приказ је дат на слици 4.



Слика 4: Линијски ток процеса

→ Стрелица означава ток материјала, а кругови ○ операције (i-n)

Производња која је организована тако да има непрекидан ток, омогућава да на излазу, после првог готовог производа, сви остали производи долазе након истог времена.

Предуслов за линијску производњу је да производ мора бити високостандардизован и да може остварити предметни распоред. Опрему прате операције које имају приближно време трајања, како се не би створило уско грло производње, и планиране су велике количине производа.

Могу постојати и бочни токови, али морају да буду уклопљени у главни ток вишепредметне линије.

Карактеристике линијског тока су:

- ✓ велика подела рада (специјализација),
- ✓ мала флексибилност,
- ✓ велика ефикасност због максималног степена искоришћености и опреме и радника,
- ✓ линијски (предметни) распоред опреме,
- ✓ велики трошкови за специјализовану опрему (наменска),
- ✓ ниска стручност радне снаге,
- ✓ предвиђено за групе сличних производа,
- ✓ олакшано управљање.

Ток материјала дефинише се на различите начине. Ток материјала је ланац свих збивања при добијању, обради и преради, као и при расподели материјала унутар одређеног подручја. Ток материјала обухвата сва збивања с материјалом кроз производни систем у циклусу производње, као и нпр. обраду, руковање материјалом, транспорт, контролу, чекање и складиштење. Ову дефиницију, у истом или нешто измјењеном облику, прихватају и неки други аутори (Fray, 1975., Dolezalek & Warnecke, 1981., Warnecke, 1982., Warnecke, 1983.). Rockstroh (Rockstroh, 1978.) је дефинисао ток материјала као организацијско, временско и просторно повезивање операције, контроле, складиштења и транспорта, а обухвата кретање свих материјала: сировина, полупроизвода, готове робе, производа, алата, справа, резервних делова и отпадног материјала унутар једног одељења, целог производног система, или индустријског комплекса.

Значајна обележја тока материјала су (Oluić, 1991.):

- ✓ врста и количина материјала,
- ✓ смер кретања,
- ✓ брзина кретања,
- ✓ дужина транспортних путева и
- ✓ учесталост кретања.

Под системом тока материјала подразумева се кретање материјала унутар граница планираног производног система, те његово просторно, временско и организацијско повезивање. Систем тока материјала састоји се од два подсистема: складиштења и транспорта. Задатак складиштења је динамичко уравнотежење тока материјала, количински и просторно, у свим фазама производног процеса, док је задатак транспорта реализација тока материјала.

Ток материјала има следећа својства:

- ✓ Представља квалитативну и квантитативну величину за пројектовање производног процеса, егзактне трошкове тока материјала, углавном је тешко одредити, јер су укључени у укупне трошкове производње.
- ✓ Трошкови тока материјала у производњи и складишту крећу се од 10 до 40% укупних трошкова производње (Моргхен,1981.).
- ✓ Трошкови тока материјала имају значајан удео у укупним трошковима производње.
- ✓ Представља тежиште мера рационализације у производним системима.
- ✓ Представља основу за механизацију и аутоматизацију транспорта и складиштења, односно система за руковање материјалом.

У циљу опстанка предузећа, у све већој конкуренцији на светском тржишту, расту захтеви за рационализацијом производње. Рационализација производње постиже се: скраћивањем циклуса производње (повећањем производности), смањивањем трошкова производње, те повећањем искориштења капацитета и простора. Једна од могућности за смањење трошкова производње је оптимизација тока материјала. Оптимизација тока материјала, од посебног је значаја у остваривању потребног нивоа ефикасности производног процеса. У подручју система тока материјала постоји значајна могућност рационализације производње. Нпр. време протока материјала у металопрерађивачкој индустрији највише зависи о времену потребном за транспорт и руковање материјалом, времену чекања условљеним системом опслуживања производње (међуфазна и међуоперацијска складишта), и времену застоја условљеним нивоом организације производног процеса.

Термин „ток вредности“ (Мајски, 2011) користи се да покаже како постоји прави редослед (најоптималнији) за све пословне активности, како су оне међусобно повезане и како све оне заједно доприносе успешном пословању. Ток вредности се увек посматра са стране купца посматрање се почиње са оне стране где ток престаје (код купца) и прати се до извора, тј. до самог почетка (до снабдевача). То се може посматрати као река са много притока, од којих свака притока додаје нови проток главном току (вредности за купца).

Креирање тока вредности представља графичку репрезентацију тока вредности, која визуелно представља како су сви кораци у неком процесу поређани да остваре жељену трансформацију производа или услуге, као и да обезбеде ток информација који покреће делове појединих процеса у акцији. Мапа тока вредности црта се од сировог материјала, све до испоруке готовог производа или услуга купцу. То не мора бити финални купац већ може бити нека друга компанија или интерни купац у оквиру компаније (неко друго одељење). Касније

се ове мапе могу спојити у једну комплетну мапу тока вредности. Мапа тока вредности је корисна, јер:

- увек има купца као фокус
- у једном погледу пружа комплетну временску репрезентацију тока активности
- пружа поглед на анализу тока вредности
- показује ток информација и како оне покрећу друге активности
- показује где поједине активности додају вредност за купца, а где не

Добро урађена мапа тока вредности даје најбољи приказ тренутно стања пословања компаније и то са аспекта купца, најмеродавнији критеријум дугорочне профитабилности. Такође, упоредо са креирањем реалне мапе вредности која приказује тренутно стање, креира се такозвана „идеална“ мапа вредности. Она представља идеализоване активности онако како би се одвијале у „савршеном“ свету. То значи да су укључене само оне активности које доносе вредност купцу и целокупан ток вредности оптимизиран је за максималну ефективност и ефикасност у постизању задовољства купца (Majski, 2011).

Елементи мапе тока вредности за купца су:

- Кораци процеса-откривају детаље као што су: време циклуса, време процеса који додају и оних које не додају вредност, број оператера, инвентар, итд.
- Инвентар-приказује кретање инвентара кроз процесе.
- Ток информација-све потребне информације. То су наредбе, спецификације, распореди, информације, шпедиције и слично.

Потреба оптимизације токова материјала јавља се, како код пројектовања нових, тако иу поступку рационализације постојећих производних система и процеса (промена укупног капацитета производње, промена у распореду средстава за производњу, увођење нових средстава за производњу, итд.). Због потребе осигурања производном процесу потребних ресурса у свим фазама производње, савремени приступ решавања токова материјала директно је повезан с индустријском логистиком. Такав логистички приступ својствен је, како аутоматизованој, тако и класичној производњи. Због наведених разлога спроводе се анализе транспорта и складишта с циљем њиховог рационалнијег коришћења. Увођењем нових технологија, и улагањем у нова средства за руковање материјалом, постављају се основе за пројектовање сврсисходног тока материјала и коришћења расположивог потенцијала за рационализацију. Чињеница је да се у производним системима највише инвестира у машине и опрему, док се занемарује рационализација транспорта и складишта.

На ток материјала утичу следећи фактори:

- ✓ микролокација: земљиште (облик и својства),
- ✓ транспортни путеви (путеви, мора, реке, железнице),

- ✓ тржиште (удаљеност од сировина и потрошача), радна снага, вода, енергија.

Могу се разликовати следећи системи тока материјала (слика 3):

- ✓ директни систем,
- ✓ канални систем,
- ✓ средишњи систем,
- ✓ зграде: облик (геометрија, број спратова), величина јединичног поља, носивост пода,
- ✓ складиште: централизовано или децентрализовано складиште, начин и систем складиштења,
- ✓ тип производње: појединачни, серијски, масовни,
- ✓ технолошки поступци: типови средстава за производњу,
- ✓ тип производне структуре,
- ✓ карактеристике транспорта: начин транспорта, запремина, број комада, интензитет транспорта,
- ✓ транспортни пут: по поду или шинама, водоравни или окомити,
- ✓ транспортна средства: прекидни или непрекидни транспорт,
- ✓ организација транспорта: централизовани или децентрализовани,
- ✓ особље: помоћни радници, приучени радници, ВКВ радници,
- ✓ мере заштите: ХТЗ, бука и сигурност.

Карактеристика директног система је транспорт предмета рада на кратком путу, од полазног до одредишног места транспорта. Директни систем је економичан, у случају великог интензитета транспорта, на релативно малој удаљености.

Код каналног система предмети рада се транспортују по унапред одређеном путу (нпр. транспортна трака) у једном смеру, од полазне до одредишне тачке. Овај систем је економичан, у случају малог интензитета транспорта, на малим или средњим удаљеностима.

Обликовање токова материјала у производним системима, у највећој мери, условљено је односом врсте и количине производа у производном програму, што представља основу за дефинисање врсте тока материјала у систему, степеном технолошке сложености производа, тј. врстом и редоследом технолошких операција, врстом и распоредом средстава за производњу у производном систему, односно, капацитетом производног система.

У основи постоје два основна модела тока материјала:

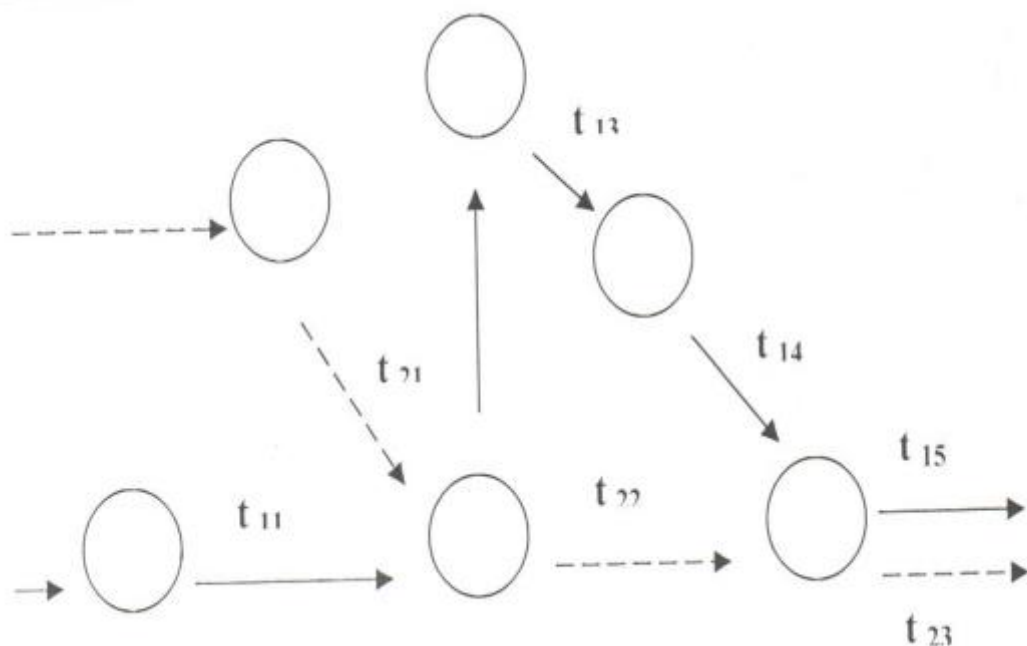
- ✓ прекидни ток материјала,
- ✓ непрекидни.

Прекидни ток материјала односи се на појединачну и малосеријску производњу. Обликовање прекидних токова засновано је на процесном начелу. Процесно начело описано је врстом обраде, високим износима припремно-завршних времена, слободним ритмом, већим међуоперацијским временима, високим степеном стручности радника, средствима за производњу (технолошким системима) опште и универзалне намене, те повећаним степеном прилагодљивости.

Непрекидни ток материјала односи се на великосеријску и масовну производњу (тј. на уски асортиман и веће количине производа). Непрекидни ток материјала заснован је на предметном начелу. Предметно начело условљава посебну изведбу просторних производних структура, и у одређеним границама присилан ритам тока, дефинисана међуоперацијска времена, повећан степен поделе рада, производни и наменски карактер средстава за производњу (технолошких система) и релативно занемариву величину припремно-завршних времена, због чега је у одређеној мери смањена прилагодљивост таквих система.

Процеси са прекидним токовима карактеришу серијску производњу. Карактеристика ове производње, за ограничене количине великог броја разновраних производа, јесте да су опрема и извршиоци посла распоређивани на радним местима по сличностима (просторни распоред опреме).

Материјал, при изради, пролази само она радна места (нису распоређена редоследно) која прате поступак, односно, редослед извођења операција. Приказ је да на слици 5.



Слика 5:Прекидни ток процеса

- → Ток материјала за производ 2
T_{ij} је време трајања операције
i – ознака врсте производа
j – ознака операције

Прекидни ток има оправдану примену, ако су у питању нестандардизовани делови, мање количине. Карактеристике прекидног тока су:

- ✓ користи се опрема опште намене,
- ✓ високо квалификована радна снагапредвиђена за мање количине (мада и ту постоји распон: малосеријска, средњесеријска, великосеријска производња),
- ✓ због измешаности токова различитих производа настају проблеми са управљањем залиха и испуњењем терминских планова (рокова) и планираног квалитета,
- ✓ мали степен искоришћености опреме,
- ✓ тешко управљање.

Проблеми нарочито настају уколико се опрема користи са граничним капацитетима, па због преклапања послова који траже исту опрему и раднике, у исто време долази до уских грла производње, и кашњења у испуњењу планираних рокова.

Предузећа се обично одлучују за један од напоменутих типова организација. Међутим, фабрике и предузећа која нису могла овако да се организују одговор су тражили у другим видовима организације машина и радних места.

Одговор се појавио у комбинованом распореду машина и места, где је један део машина распоређен у групама, док је други део машина организован линијски. Крајни циљ овакве организације јесте смањење време чекања.

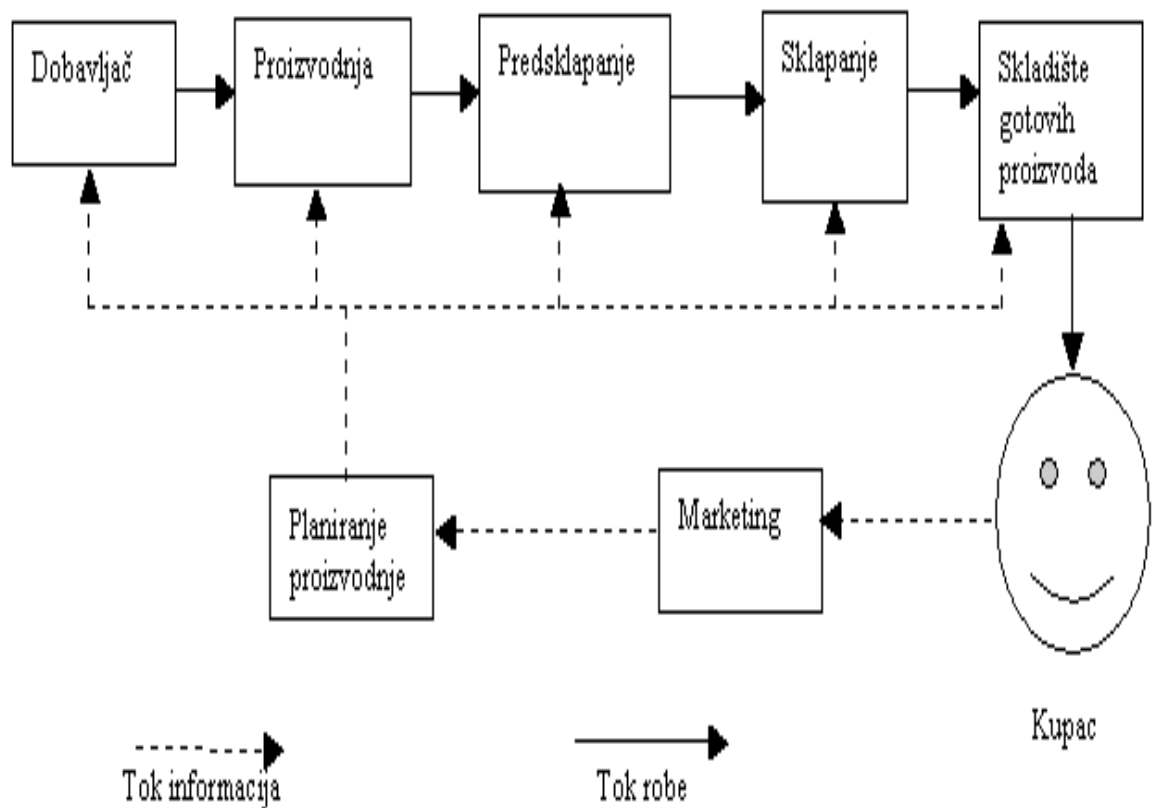
Флексибилна производња повезује непрекидне и прекидне токове производње, односно, користи предност ових токова, компензујући њихове недостатке, са циљем да токови материјала унутар производње буду непрекидни. То значи да систем може у најкраћем периоду да одговори захтевима сваког појединачног купца, а да не дође до застоја у производњи, нагомилавања незавршених производа и слично (Зеленовић, 2008.).

Једнопредметни ток је супротан серијској производњи. Уместо да се обрађује више истих производа, који након обраде чекају следећу операцију у процесу, сваки се производ појединачно производи, без прекидања тока. Појединачна континуирана производња повећава квалитет и смањује трошкове.

Pull производња је супротна од Push. То значи да се производи израђују само онда када то захтева купац или га повуче ("pull"), а не раније. У складу с тим

нема производње без захтева купаца. Након увођења тактне производње, једнопредметног тока материјала и поузданих стројева, предузеће може увести pull производњу, осигуравајући производе у тренутку када их купац треба.

Применом ЈИТ губи се потреба за великим трошковима складиштења репроматеријала, те се сировине искориштавају у најкраћем могућем року, у производном процесу. То је процес чији је главни задатак елиминисање свега непотребног (залихе, чекање...). Процес је приказан на слици 6 (www.leanbih.com).



Слика 6: Процес Just In Time

ЈИТ концепт, једноставно речено, тражи да делове имамо само када их требамо а да их уопште нема ако нису потребни. Што се боље контролише ланац набавке и производња, мање је залиха потребно. Да би се ЈИТ остварио потребно је створити јаку везу и дугорочну сарадњу између коопераната и главног производјача. Lean произвођачи практикују мањи број коопераната, али зато инсистирају на јечем узајамном односу и бољој комуникацији. Кооперанти се стимулишу да што тесније сарађују са предузећем како би ЈИТ могао функционисати глатко.

Зато се кооперантима дају тачне процедуре за производњу делова који они могу да испуне, како би квалитет делова био висок, а шкарт сведен на нулу.

2.1.2. LEAN ПРОИЗВОДЊА

Данас, у корпоративном пословном свету, термин lean користи се да означи савремену, успешну пословну филозофију, тј. производњу светске класе карактеристичну за модерну еру пословања. Циљ ове филозофије јесте омогућити предузећу да у условима растуће конкуренције, опадања лојалности купаца, константних технолошких иновација, драстичног скраћивања животног века производа, оствари задовољавајућу, ако не и водећу, тржишну позицију. Тајна или кључ успеха lean концепта управљања производним операцијама лежи у „... тежњи за елиминисањем свих форми губитка и расипања производних ресурса, уз истовремено побољшање квалитета, флексибилности и брзине реаговања на импулсе који долазе из турбулентног окружења.“ (Sekez, 2009.) Да би се знало које су активности у предузећу продуктивне, а које не, потребно је поћи од купца и његових жеља и потреба. Активности које је купац спреман да плати, односно, активности које ће сена неки начин трансформисати у крајњи учинак, означавају се као активности које додају вредност производу. Све остале активности сматрају се непотребним губитком времена и ресурса (Tanasić, 2012.).

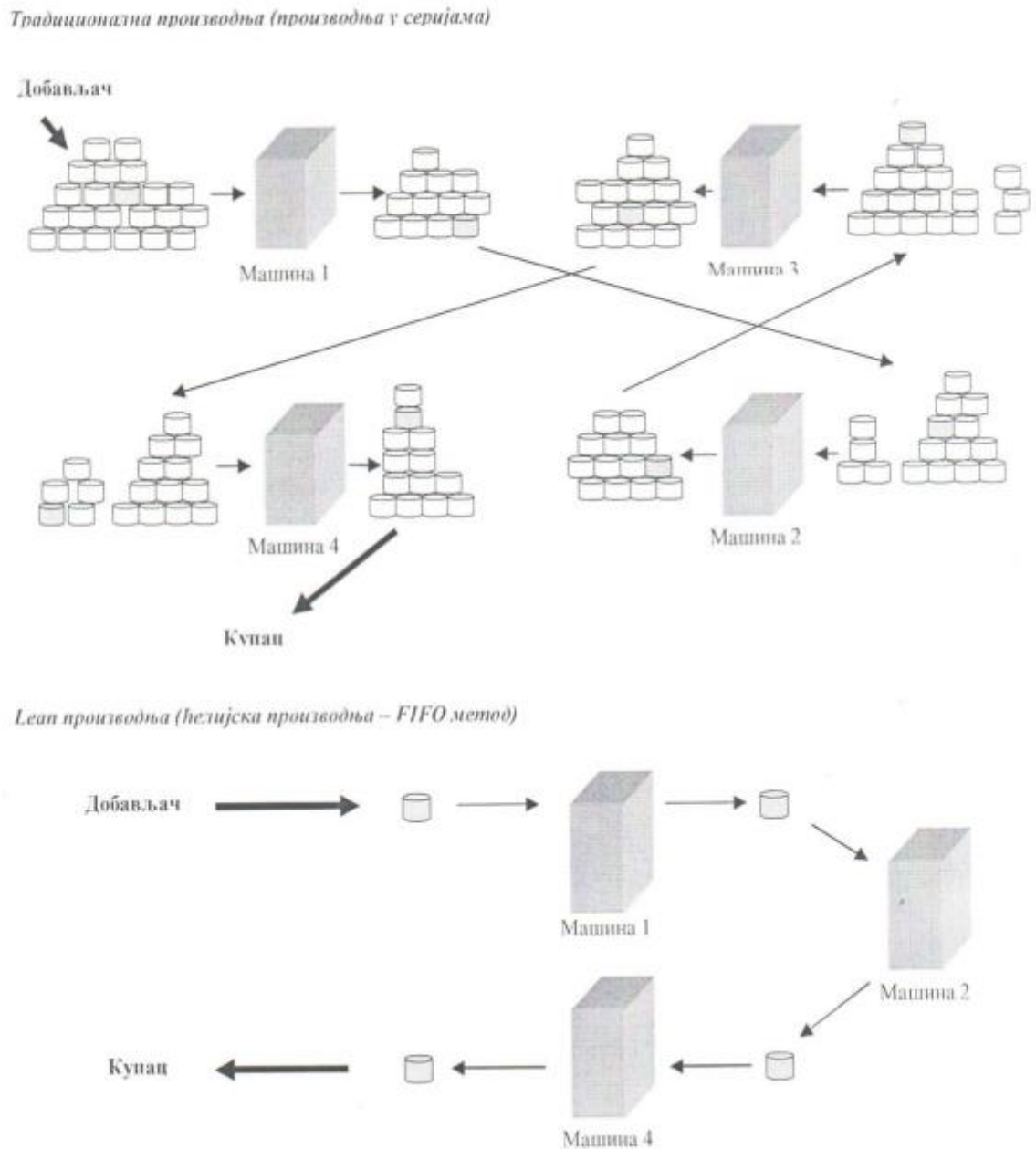
Тојота производни систем је изворни назив који је прихваћен и користи се у Јапану, док је lean производња западњачка адаптација овог термина. Lean производња своје корене има у аутомобилској индустрији (Womack et al., 2007.), тачније у Тојоти, а почела да се интензивно шири и примењује у многим индустријама последњих тридесетак година (Womack & Jones, 2010., Ward & Graves, 2004., Lanza et al., 2011., Lanza et al., 2012.). Тојота производни систем се појавио 50-их година прошлог века, као одговор на кризу која је настала након Другог светског рата, када су материјални, људски и финансијски ресурси били изузетно ограничени. Међутим, овај систем није привлачио довољно пажње све до званичне кризе која је наступила 1973. године, када су се предузећа суочила са чињницом да им је раст нула, и морали су да се боре са огромним губицима у производњи (Ohno, 1988.). Управо тада су и примећени успеси које је Тојота направила елиминацијом губитака.

Оптимизација производних и пословних процеса је постала циљна тачка којој сва предузећа теже. Традиционални аналитички алати коришћени да повећају ефикасност процеса и смање трошкове су се углавном фокусирали на физичке процесе, који учествују у свакој фази производње, док алтернативне методе повећања ефикасности посматрају процес као целину и оптимизују интеграцију сваке фазе производње (Kendall et al., 1998.). А интеграција свих процеса у предузећу, сама по себи има примарни циљ да обезбеди такав систем

који ће обезбедити праве информације, у право време, и на правом месту (Tešić et al., 2010.). Многа предузећа у Америци су почела да примењују леан филозофију како би повећали ефикасности, смањили време трајања циклуса производње, повећали задовољство купаца, и уредили токове у систему, што је истовремено ставило велики притисак на промене менаџмент система који је до тада био усмерен да подржи традиционалне методе производње (производња у великим серијама и постизање економије обима) (Baggaley & Maskel, 2003.).

Данас lean заправо представља сваки напор да се остваре већи ефекти са мање улагања, истражује се вредност из перспективе купца, а на основу добијених сазнања се редизајнирају процеси како би се повећала вредност. Социо-технички ефекти глобалне конкуренције приморавају предузећа да развијају и примењују нове стратегије развоја производа, како би се за купца обезбедио што квалитетнији производ у кратком року, са мање трошкова и бржим одзивом на захтев купца (Wasim et al., 2013.).

Посматрајући разлике, традиционална, односно масовна производња, сматра се застарелом парадигмом, управо из разлога што не постоји директна веза између производње и потражње. С друге стране, lean представља нову парадигму, јер производња различитих модела у малим серијама директно се сусреће са потребама купаца, и омогућава да се предузеће лакше и брже прилагођава променама тржишта. Што је серија мања, то је целокупан процес пословања лакши и боље тече. Lean производња одвија се континуирано, из једнопроцесног тока, наглашавајући оптимизацију и интеграцију машина, материјала, људи и објеката (El-Homsi & Slutsky, 2010.). На слици бдат је графички приказ традиционалног и lean система производње.



Слика 7: Традиционални lean систем производње (Tanasić, 2012.)

Карактеристике традиционалне производње су :

- ✓ Низак степен диференцијације производа и слаба реакција на захтеве купаца. Наиме, у питању је масовна серијска производња, уз стварање велике количине залиха, односно, фокус је на економији великих размера и на производњи непроменљивих производа.

- ✓ Аутоматизација је на ниском нивоу (и у погледу производње и у погледу административних активности), контрола квалитета се спроводи на крају производног процеса, од стране специјализованог радника за контролу квалитета, а планирање се врши у складу са расположивим ресурсима.
- ✓ Груписање машина се врши према функцијама.
- ✓ Хијерархија има форму инструкција, постоји само неколико организационих нивоа и неколико нивоа менаџмента, а надлежности и одговорности сконцентрисане су на нивоу менаџера сениора. У таквом окружењу охрабрује се строго поштовање наређења, стриктна расподела задужења, без икаквог подстицања на проширивање знања и вештина запослених, те се на тај начин гушибило какав облик самоиницијативе у погледу решавања уочених производних проблема, или давања предлога за побољшање и унапређивање целокупног пословања, јер се сматра да је то задатак и одговорност руководства. Наведена обележја традиционалне производње, у савременим условима пословања, условљавају појаву високих трошкова и празног хода у свим сферама рада.

С друге стране, lean производњу карактерише:

- ✓ Висок степен диференцијације производа и изражена флексибилност на захтеве купаца. Наиме, у питању је ћелијска, једнопроцесна, континуирана производња, у малим серијама, уз одржавање минималног нивоа залиха, или њихово потпуно елиминисање – lean систем производње представља прелазак са економије обима на економију ширине.
- ✓ Аутоматизација је у потпуности развијена, контрола квалитета се спроводи кроз читав ланац вредности од стране непосредних извршилаца, а планирање се врши на бази ЈИТ концепта и канбан система, што доводи до смањења трошкова, унапређивања квалитета и скраћивања времена доставе.
- ✓ Машине се групишу по производима, тј. према истим или сличним захтевима потрошача, управо из разлога да се брже и потпуније, без значајнијих губитака за предузеће, одговори на те специфичне и брзо променљиве захтеве.
- ✓ У питању је равна, флексибилна структура по линијама креирања вредности за купца, тј. хијерархија се испољава кроз координацију и саветовање. Постоји више организационих нивоа и више нивоа менаџмента, а надлежности и одговорности су распоређене на најниже нивое организационе структуре, до непосредних извршилаца. Такође,

охрабрује се индивидуална иницијатива у побољшању ефикасности и ефективности пословања, као и све могуће врсте иновација. Акцент је на континуираном развоју знања, способности и вештина запослених кроз разне облике и врсте тренинга, с обзиром да савремени услови пословања траже мултиквалификоване раднике и инситуирају на њиховом укључивању у сваку пору целокупног пословног система, чиме се повећава сигурност и морал запослених у целом предузећу (Tanasić, 2012.).

Lean концепт класификује време у процесима рада на: време трајања операција које мењају стање предмета рада, време трајања операција које не мењају стање предмета рада. Време трајања операција које мењају стање предмета рада углавном зависи од технолошког нивоа опреме, и на њих се не може много утицати. Lean концепт полази од становишта да се оно може посматрати као константа у математичком моделу. Међутим, време утрошено на припремно-завршне активности, као и активности за враћање производног система, и техничких средстава у радно стање, варијабиле су на које се, методама lean концепта, може значајно утицати. За разлику од традиционалних, индустријски системи окренути lean производњи, непрекидно трагају за начинима унапређивања ефикасности и ефективности, смањивању трошкова и унапређивању квалитета производа (Regodić et al., 2009.).

Као савремени концепт управљања пословањем, lean се базира на неколико фундаменталних аксиома (Костић, 2009.) :

- купац представља есенцијални разлог постојања предузећа и зато треба да се налази у основи свих пословних функција,
- да би се предузеће у потпуности могло посветити купцима и њиховим потребама и жељама мора континуирано елиминисати отпад у свему што ради,
- предузеће постаје организација која учи, стављајући акценат на интелектуални, а не на материјални капитал,
- транспарентност представља оруђе правовременог реаговања и на интерне и на екстерне промене,
- иновације и постепено, континуирано побољшање, постају интегрални део пословне културе и пословне филозофије савременог предузећа,
- предузеће треба тежити брзим, једноставним и ефективним решењима сваког проблема,
- неопходно је обезбедити да пословни процеси теку глатко и континуирано, јер свака пауза, сваки застој у набавци, производњи или продаји, представља губитак и времена и профита,

– предузеће мора инсистирати на креирању квалитета производа већ на самом извору, односно, на сваком кораку тока вредности, у свакој фази пословног процеса, а не на крају процеса производње или продаје,

– примена одговарајућег система мерења (Tanasić, 2012.).

Следећи суштину lean пословне филозофије, предузећа која усвоје, и на прави начин имплементирају овај концепт пословања, у могућности су да брже и боље одговоре на захтеве и потребе тржишта, као и да отклоне све изворе расипања у производном процесу. Циљ увођења lean система производње јесте да се са мање људског напора, мање залихе и мање времена одговори на захтеве купаца, затим, да се са мање времена и мање простора развије тражени производ, као и да се произведе производ врхунског квалитета, на што ефикаснији и што економичнији начин (Smit & Hawkins, 2004.).

Једна од најчешћих грешака јесте да се lean сагледава кроз његове алате и концепте, јер су то једини видљиви елементи, али прави извор снаге leana лежи у могућности да се учи из грешака (Bicheno & Holweg, 2009.). У lean организацији, грешке се посматрају као шанса за унапређење, а не као нешто што треба бити праћено и забрањено. Није циљ бити само бољи од конкуренције, него бити најбољи и бити перфектан у свом подручју пословања.

Многа предузећа имају јако лош систем превентивног одржавања, или се због смањења трошкова одлучују на куповину јефтинијих, а мање поузданих машина (Ćosić et al., 2012.). Пракса показује да су много већи трошкови који су изазвани застојима у производњи, јер се на тај начин првенствено долази у проблем са кашњењем у испоруци, што у данашњим условима интензивне конкуренције може бити изузетно озбиљан проблем, јер ће купац разочаран кашњењем изабрати другог. Поред овог најопаснијег губитка, ту су и трошкови који настају отклањањем застоја, поправкама машина и слично. Ако постоји поуздан систем, онда се избегава још један важан губитак, а то је поновна обрада производа. Треба тежити ка томе да се добар производ, који је задовољавајућег квалитета, добије из првог покушаја. Видљивост и транспарентност свих операција је значајна са аспекта лакшег уочавања застоја и проблема који могу наступити у токовима. Треба тежити избегавању преоптерећења система у сваком смислу те речи, и ускладити потребе предузећа са динамиком испоруке добављача са једне стране, и са друге стране, планирати производњу у складу са потребама купца.

Крајњи циљ елиминације активности, које не додају вредности, јесте заправо скраћење времена трајања процеса. Једна од важнијих мера успешности имплементације leana је смањење времена које протекне од момента када предузеће добије поруџбину, до момента испоруке производа и наплате (eng. lead time) (Li, 2012.). Основна је претпоставка да што мање производ проведе времена у систему, мање ће му се трошкова придружити.

Lean предузеће тежи да се што мањи број различитих делова употреби при производњи неког производа. На тај начин се поједностављује производни процес, док кооперанти имају више интереса да сарађују само са једним купцем, јер у том случају могу да произведу целу групу сличних делова, који ће попунити њихове производне капацитете. Само на тај начин ЈИТ може да функционише у правом облику. Мањи број коопераната, супериоран квалитет делова, тачне испоруке, прецизна комуникација и заједнички циљ. Битна карактеристика ЈИТ-а је максимално искоришћење потенцијала радника.

Радници су стимулирани да производе делове без грешака који ће одговарати наредној фази производње (Šingo, 1995). Константно унапређење ЈИТ производње и свих процеса набавке је кључно како би се делови производње смањили, а транспорт мањих количина био конкурентан масовној производњи и економији обима.

2.1.2.1. Такт производње

У lean систему (Beker et al, 2014; Beker, 2014) свака секунда је битна, као и прецизност не само у одређивању такта већ уопште.

Термин такта често се брка са термином циклусно време. Ова два термина се суштински разликују по извору – месту које га одређује. Време такта је дефинисано од стране тржишта и у суштини оно уствари значи: “ на тржишту се купи један посматрани производ сваких хсекунди да не би стварало непотребне залихе производа (у случају да производи посматрани производ за више од х секунди). Са друге стране, циклусно време је дефинисано од стране предузеће, односно, диктирано је опремом коју предузеће поседује и продуктивношћу те опреме. Циклусно време уствари представља време за које је опрема способна да одради један свој производни циклус.

За стварање комплетне слике о односима времена у lean концепту, треба имати у виду специфичност овог концепта: радник се посматра независно од машине, а исто тако независно се посматра и производ. Ово значи да сваки од чинилаца процеса производње (радник, машина и производ) има своје специфично време учешћа у процесу производње и стога се та времена посебно анализирају. Она могу међусобно бити иста / могу се поклапати, али не морају. Оно што морабити испуњено то је да та времена морају бити на неки начин синхронизована (Beker et al., 2014; Beker, 2014).

Први проблем приликом израчунавања такта (Такт = $\frac{\text{Укупно расположиво време}}{\text{Потребна количина производа}}$) представља одређивање потребне количине производа, пошто то није планска величина, већ је то количина који тржиште захтева –

купује. Дакле ово није величина на коју предузеће има утицај (осим утицајем на квалитет производа и продајну цену, који посредно имају утицај на тражњу). При одређивању ове величине, најчешће се користе вредности из претходног периода, кориговане одређеним предвиђањима (растом продаје ако се ради о релативно новом производу на тржишту, падом продаје, ако се ради о производу на крају животног века, утицајем који имају конкурентски производи...). Очигледно је да дилетантски приступ одређивању ове вредности неће дати реалне, а самим тим ни употребљиве вредности, тако да се овом проблему треба приступити крајње стручно и професионално и тек тада се могу очекивати позитивни ефекти оваквог приступа планирању производње.

Проблем одређивања потребних количина се компликује уколико се на једној производној линији производи фамилија сличних производа, различите комплексности, што имплицира и различита времена производње. Тада је потребно одредити најједноставнији производ, а за остале производе је потребно одредити коефицијент комплексности, који указује колико је посматрани производ комплекснији (колико више времена је потребно за производњу посматраног производа, у односу на најједноставнији производ). Након тога се потребне количине свих производа свде на нормализоване количине најједноставнијег производа и одређује се такт производње тог најједноставнијег производа. Такт осталих производа се одређује множењем одговарајућег коефицијента комплексности са израчунатим тактом за најједноставнији производ.

Под укупно расположивим временом се подразумева време током којег је могуће производити дати производ. Ово значи да је потребно од укупног времена на располагању, одузети време за које се зна да није могуће производити. У ово време спадају планиране паузе у производњи (оброк, тоалет ...), време за планске интервенције одржавања, време за замену алата при преласку на нови производ и слично. Из наведеног је очигледно да овакав приступ захтева висок ниво дисциплине свих запослених, као и висок ниво планирања времена.

Основна намена одређивања такта је да се обезбеди производња потребних количина одређених производа. Међутим, такт се користи и са циљем елиминасања неких губитака, као што су прекомерна производња, прекомерне залике или чекање. Поступак којим се то постиже назива се хеијунка или нивелисање (Beker et al., 2014; Beker, 2014).

2.2. МЕТОДА ТРЕНУТНИХ ЗАПАЖАЊА МТЗ

Снимање искоришћења времена рада се врши првенствено са циљем да се утврди степен искоришћења времена рада на појединим радним местима. Међутим, с обзиром да се снимањем добијају подаци о свим догађајима који се дешавају на радном месту, резултати снимања се користе и за анализу свих добијених података, и евентуално унапређење процеса рада.

За снимање искоришћења времена рада користе се најчешће две методе (Radaković&Ćosić, 2012.):

- ✓ снимак радног дана и
- ✓ метода тренутних запажања.

Снимак радног дана, као метода, подразумева да снимач све време током радног дана (или смене) стоји уз радно место и записује времена трајања свих догађаја, који се дешавају на радном месту уз одговарајући образац. Подразумева се да су сви могући догађаји претходно систематизовани, тако да снимач треба да препозна који се догађај тренутно дешава, и да забележи време трајања тог догађаја. Овакво снимање се понавља онолико дана (смена) колико се оцени да је довољно, да би се добио сигуран утисак о процесу.

У теорији и пракси раније се више обраћала пажња на коришћење машина за производњу, јер су биле скупље, а самим тим значајније утицале на ефективност у производњи. Томе је допринео L.H.C. Tippett (1902-1985), који је 1934. године применио своју методу тренутних запажања, најпре у текстилној индустрији. Метода се и данас примењује и налази у свим уџбеницима индустријског инжењерства и менаџмента (Niebel). Године 2000. објављена је једна од модификација методе у *Int. J. of Prod. Research* (Klarin et al., 2000.), а рад су цитирали, у истом часопису, јануара 2006. (Elnekave&Gilad, 2006.). Примена модификоване методе у процесној индустрији објављена је у *Jor. of Poces Mech. Eng.*, 2010. (Klarin et al., 2010.). Нибел у једном од првих приручника индустријског инжењерства (Niebel, 1982.), кроз приказ експерименталног примера утврђивања елемената времена производног циклуса, производни циклус C дели на само три елемента времена, $C = T_1 + T_2 + T_3$

T_1 = проточно време за производњу једног дела,

T_2 = нормално време за одржавање машина,

T_3 = изгубљено време због сметњи на машинама

МТЗ је статистичка метода (Спасојевић-Бркић,) која процентуално одређује да ли машина ради или не ради, а уједно укључује узроке и објашњења, уз начин снимања, у детерминисаним временским тренуцима. МТЗ се састоји од фазе припреме за снимање, снимања и анализа снимљених резултата.

Припрема за снимање обухвата одређивање машина које ће бити снимане. Уједно те машине требају бити репрезентативне. Неопходно је уочити које од тих машина представљају уско грло. Број машина које се посматрају треба да износи око 25% од укупног броја машина. Треба припремити листе у којима ће се бележити подаци за сваки дан мерења. Уједно треба припремити путању снимања.

Снимачка листа, или листа за бележење података, обично садржи одређен број машина распоређених по врстама, као и одређен број опажања.

машина време опажања		M1	M2	M3	.....	Mn
		06:23	+	M	K	.....	A
↑ 20-30 опажања ТОКОМ ДАНА	07:06	Trz	.....	.....	.....	.....
	08:01	.....	.....	.....	.....	.....

Слика8:Снимачка листа

Изглед снимачке листе је дат на слици8, као што је већ напоменуто, садржи одређен број машина и одређен број мерења. Форма самог снимачког листа зависи од броја опажања у току дана. Број опажања се може одредити на основу дијаграма зависности тачности и броја мерења, или путем формуле :

$$n = \frac{K^2(1 - p^2)}{r^2p}$$

где је :

K – број који репрезентује вероватноћу,
 p – процентуално изражена појава која се истражује (углавном се унапред претпоставља),

r – грешка при посматрању

Снимање представља процес обилажења узорка машина и бележење података у снимачки лист. Контролор бележи + када машина ради, или када радник припрема машину за рад. T_{pz} – припремно завршно време се сматра производним временом.

Уколико машина не ради радник мора да уочи разлог због којег је дошло до застоја. Када радник уочи проблем, адекватном ознаком је забележи у радну листу, као нпр. „м“ за застој због материјала, „ч“ застој због радника, „к“ застој због квара, итд. Време опажања треба да буде случајно да не би дошло до злоупотребе радника. Дозвољено је коришћење методе случајних бројева, као и осталих метода за добијање времена када ће се извршити мерење.

Анализа снимљених резултата јесте сређивање снимљених података, уз адекватне графике, као и табеле. Табеле и графици треба да помогну у указивању на проблеме које су се јавили. Уједно анализа треба да садржи и предлоге за побољшање тренутног стања. Ова анализа треба да садржи анализу капацитета, њихова одступања од жељених капацитета, као и разлоге зашто се то одступање јавља, уз напомену о факторима који су на то утицали.

Као једна од основних карактеристика МТЗ наводи се то што се представа о некој појави добија на основу тренутних опажања, која се врше у случајно одабраним моментима, за разлику од континуалног снимања, које би захтевало специјалног „снимача“ који би непрекидно седео поред машине и мерио њен рад и стајање. Наравно, то је веома непрактично, нарочито за дуже време посматрања и већи број машина. Осим тога, потпуно снимање није економично, а за њим и нема потребе, с обзиром да МТЗ даје податке који су задовољавајуће тачности. Ове чињенице иду у прилог оправданости примене МТЗ. Основаност коришћења резултата добијених преко МТЗ почива на вероватноћи, односно закону великих бројева. Што је већи број извршених посматрања, то је већа вероватноћа да добијени резултат одговара стварном стању посматране појаве. Из тога следи да бесконачно великом броју посматрања такође одговара апсолутна тачност, као при континуалном снимању (Jovanović et al, 2005.).

2.2.1. Одређивање оптималне серије производње и коефицијент протока

Величина оптималне серије може се одредити мноштвом метода, од којих су неке веома произвољне и рутинске, док се друге ослањају на исцрпне анализе.

У многим радовима, у водећим међународним часописима, обрађиван је проблем праћења циклуса производње и његовог коефицијента протока, међутим, у периоду после Другог светског рата, најпре је решаван проблем степена коришћења капацитета, а у новије време, после развоја квантитативних метода у оквиру математике, оне се нашироко примењују.

Један број аутора их некритично примењује и најчешће теоретски предлаже примену линеарног програмирања, не проверавајући резултате примене и експериментално. Многи аутори су запазили да, на оперативном нивоу, већина тих метода није применљива, то су: фази скупови, линеарно програмирање, транспортни проблем и сл.

Модификација модела праћења циклуса производње је унапређена у процесној индустрији у литератури (Klarin et al., 2010.), а у металопрерађивачкој (Čala et al., 2011.) и (Čoćkalo et al., 2014.). У (Jovanović et al., 2014.) аутори су само истраживали разне застоје у производњи. У радовима (Eckert & Clarkson, 2010., Alfieri et al., 2011., Dossenbach, 2000., Johnson, 2003., Lati & Gilad, 2010., Berlec et al., 2008.) аутори се баве планирањем развојних процеса, смањењем времена производног циклуса, предвиђањем времена у производном циклусу, али се у наведеним радовима види да се метод смањења производног циклуса и њихових елемената времена рада, на оперативном нивоу, није примењивао.

Експериментално одређивање оптималне серије је такође метод који, у немогућности одређивања анализираних фактора и математичких модела, даје задовољавајуће резултате. Суштина метода је у томе да се за дату серију, или период времена у којем имамо исту серију, начин пословања и производњу, утврде трошкови, па се у следећем циклусу, у оквиру пословне године, смањи или повећа серија, за тај се период утврде трошкови, и тако редом.

Оптимална серија је добијена као оптимум за лансирање различитих бројева комада у серији. Добијено је време по комаду за поједине величине серија. Оптимална серија је графички добијена, као хоризонтална асимптота функције $Y = a/x + b$, где су a и b константе, а Y продуктивно време по комаду у различитим серијама, x број комада по серијама. Тако нпр. за истраживања у 2014. години ова функција је: $Y = 438,2/x - 11,3$.

Основни резултат експерименталног одређивања оптималне серије је могућа примена модификоване методе тренутних запажања, што су потврдили математички критеријуми кретања свих елемената продуктивног tp , и

непродуктивног времена t_{np} (времена застоја), контролне границе KG и стандардне девијације SD .

У серијској производњи, с обзиром на могућност варирања количине истоврсних комада који ће се лансирати као једна серија, јавља се проблем у вези са различитим понашањем две карактеристичне групе трошкова (Klarin, 1996.).

Трошкови који зависе од величине серије могу се сврстати у сталне и променљиве.

Стални трошкови-односе се на припремно-завршне радове, и њихов износ не зависе од величине серије. Самим тим они опадају по јединици производа са порастом серије, јер се исти износ трошкова распоређује на већи број комада. Треба их разликовати од припремно-завршних трошкова за набавку одређене количине материјала-залихе, јер се овде ради о трошковима целокупне припреме за производњу одређеног производа.

Променљиви трошкови-односе се на камате, на обртна средства (складиштење, материјал и плате уложене у недовршену производњу, готову робу и уопште замрзавање основних средстава). Самим тим, ови трошкови расту пропорционално са повећањем серије. И овде треба направити разлику између променљивих трошкова код оптималних залиха, јер су тамо укључени трошкови везани само за плате радника у набавци и складиштењу, а не за обртна средства замрзнута у виду плата извршиоца у производњи.

Избор величине серије у пракси ограничен је:

- ✓ обимом производње предвиђене планом,
- ✓ динамиком производног програма (везано са роком испоруке),
- ✓ простором за монтажу,
- ✓ поступком монтаже,
- ✓ простором за смештај материјала и међупроизвода,
- ✓ обимом недовршене производње и
- ✓ других фактора везаних за залихе материјала.

Величина оптималне серије може се одредити мноштвом метода, од којих су неке (посве) произвољне и рутинске, док се друге ослањају на исцрпне анализе.

Као што је претходно написано, лако разумљиву формулу за одређивање оптималне серије објавио је F. W. Harris, која је убрзо нашла место у другим делима аутора. Заснива се на претпоставци да се све позиције дате серије обрађују у релативно кратком времену, да истовремено улазе у складиште и да се троше у равномерним деловима. Та формула се обично појављује у овом облику:

$$Q = \sqrt{2R \frac{P}{CI}}$$

изведено из формуле за трошкове серије

$$Y = \frac{RP}{Q} + \frac{Q}{2CI} \quad (1)$$

при том је:

Y – укупни годишњи трошкови на које утиче величина серије,

R – планирана продаја у току године,

Q – величина серије,

P – трошкови припреме,

C – трошкови по јединици,

I – трошкови ускладиштења, који укључују камате за капитал који је везан у складишту,

2 – реципрочна вредност просечног складишног стања.

Трошкови припреме производње класификују се већ према производу и потребним средствима за производњу. Показало се сврсисходним груписање просечних трошкова припреме. Они се састоје од:

- ✓ трошкова за подешавање и распремање средстава за производњу, за све потребне операције,
- ✓ смањења продуктивности рада у току времена кад се радник привикава на нови ток,
- ✓ смањење квалитета уходавања производње,
- ✓ утицај потешкоћа на запослене, који су задужени за издавање налога, алата, терминирањем, управљањем, надзирањем и упућивањем.

У трошковима по јединици крију се саставни делови трошкова који су важни за одређивање оптималне величине серије:

- ✓ трошкови материјала по јединици,
- ✓ трошкови производних плата по јединици,
- ✓ постотак шкарта,
- ✓ укупни трошкови по комаду, искључивши оне на које утиче величина серије.

Трошкови складишта су показали да се 10%-30% од вредности складишног стања калкулише за трошкове одржавања складишта. Тачан проценат зависи од конкретног предузећа.

Да бисмо могли разумети разне формуле за израчунавање величине оптималне серије, потребно је извести најосновнији облик формуле.

Стални трошкови за целу серију (припремно-завршни), који су сведени на јединицу производње, смањују се повећањем серије и крећу се по хиперболи:

$$W_2 = T_c/Q$$

Променљиви трошкови расту са величином серије и крећу се по правој линији:

$$W_1 = a Q,$$

где су:

Q – величина серије,

T_c – стални const. трошкови (припремно – завршни),

a – фактор пропорционалности, који своди трошкове обртних средстава на јединицу производње.

Укупни трошкови по серији:

$$W = W_1 + W_2 = Q + T_c/Q,$$

за $W = W_{\min}$ и $Q = Q_{\text{opt}}$ треба да буде:

$$W = dW/dQ = 0, \quad a - T_c/Q^2 = 0,$$

$$Q = \sqrt{\frac{T_c}{a} \left(\frac{\text{kom}}{\text{ser}} \right)},$$

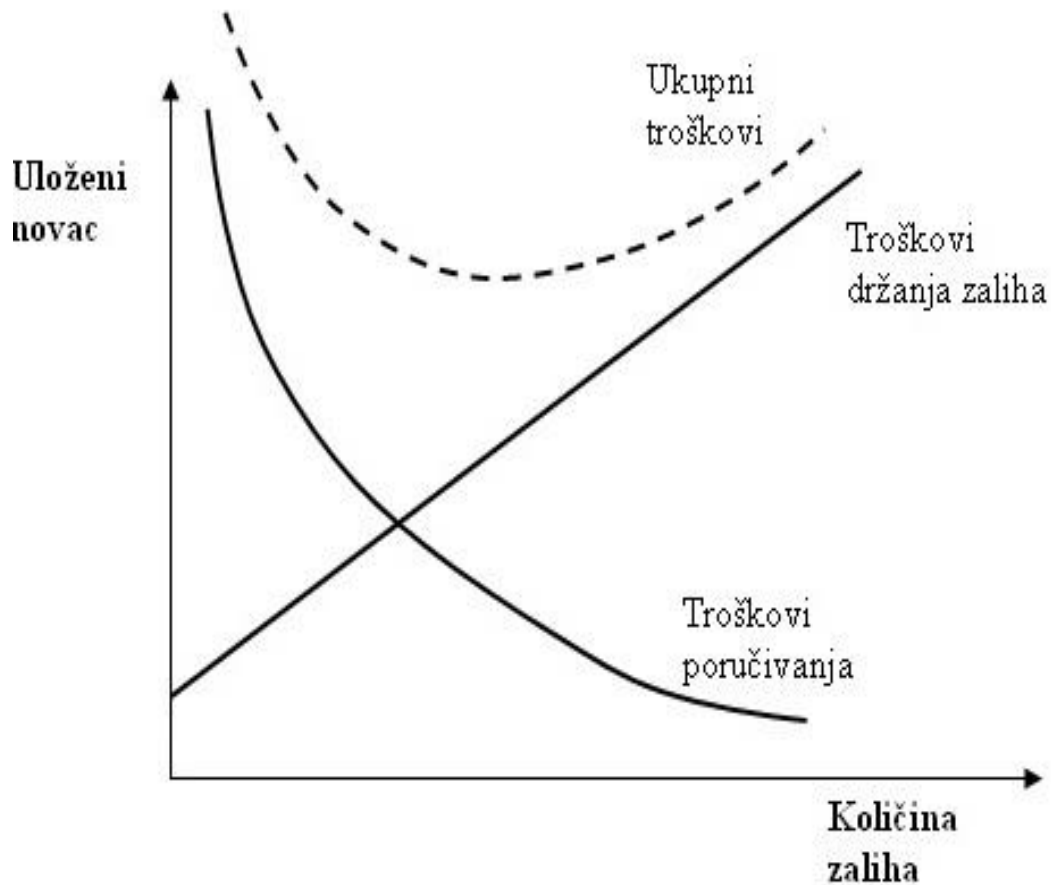
$$Q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{T_c}{a}}$$

(2)

$$Q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{\overline{OA} \cdot \overline{AB}}{\frac{\overline{AB}}{\overline{OA}}}} = \sqrt{\overline{OA}^2} = \overline{OA}$$

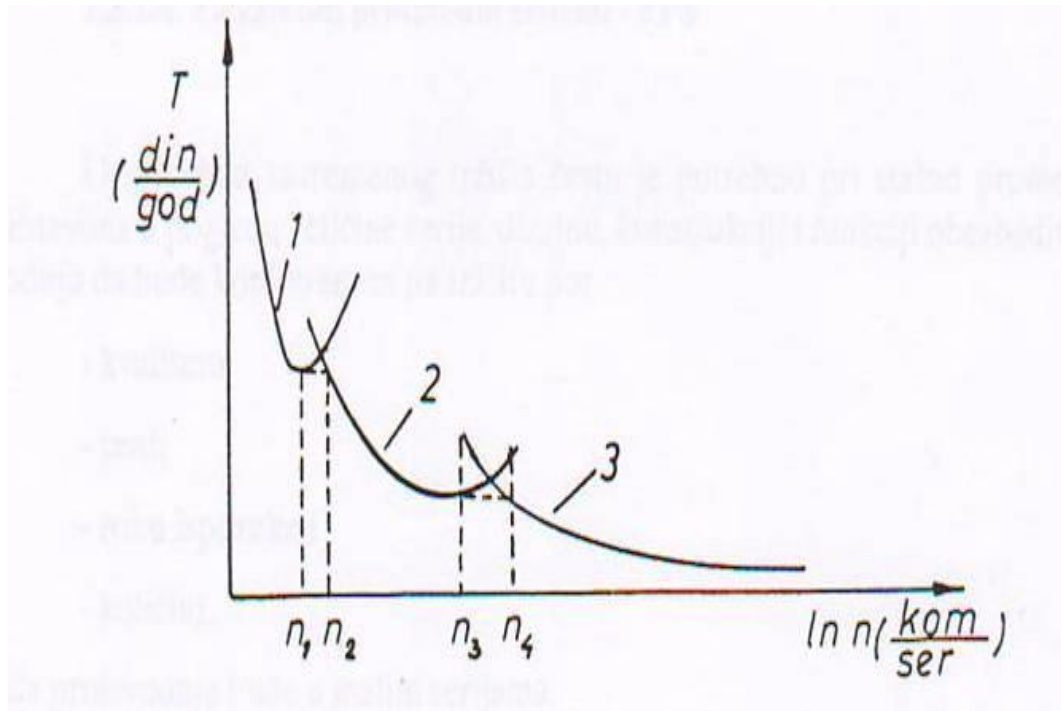
$$Q_{\text{opt}} = \overline{OA}$$

Експериментално одређивање оптималне серије је метод који за дату серију, или период времена у ком имамо исту серију, или период времена у ком имамо исту серију и начин пословања и производње, утврди трошкове, па се у следећем циклусу, нпр.у оквиру пословне године, смањи или повећа серија, и за тај период утврде трошкови, и тако редом. На тај начин добијамо графички приказ оптималне серије која практично задовољава са грешком од $\pm 25\%$ (слика 9).



Слика 9:Графикон оптималне серије

Идеограмски приказ јединичних трошкова производње, за три основна система производње, дат је на слици 10, при чему ћемо ипак, под појединачном производњом, подразумевати производњу од неколико комада, што нам омогућује да боље апроксимирамо тражене упоредне функције јединичних трошкова. У ту сврху, у реалним условима за производњу истог производа, на пример делова аутомобила, требало би на апциси усвојити логаритамску скалу. Међутим, није реално да постојећа фабрика, са масовном производњом, производи појединачно и обрнуто, него се може схватити да се ради о производњи различитих предузећа или фабрика, уз сличне услове окружења (Klarin, 1995.). Реално је да имамо појединачну производњу, па желимо прећи у серијску, али то према графу треба урадити тек кад број комада досегне број од најмање n_2 комада, јер су тошкови већи него да производимо појединачно (у сасвим малим серијама) од по n_1 или са n_2 комада у серији, а не у условима $n_1 < n < n_2$.



Слика 10: Однос трошкова за појединачну, серијску и масовну производњу

Ово значи да су трошкови за припрему серије, кадар који припрема производњу, и сам капацитет машина такви да троше више времена и средстава, јер нису потпуно искоришћени ни људски ни машински капацитети.

Сасвим је логично да, ако производимо у серији, треба производити са тим најмањим јединичним трошковима, јер су и укупни најмањи (они се једноставно множе са годишњом количином).

Постоји гранично подручје између серијске и масовне производње, где су трошкови за масовну већи од оних у серијској, а код масовне производње функција више нема свој минимум, и што је већи обим мањи су јединични трошкови него код хоризонталне асимтоте.

Проблем експерименталног одређивања оптималне серије у индустрији, снимање методом *work sampling*, у литератури нисмо могли пронаћи, али је објављен велики број радова, који се заснивају на аутоматским или полуаутоматским системима за праћење елемената времена, рада машина и застоја, где су елементи времена рада производног циклуса (праћење делова) неоправдано запостављени.

За оба проблема најчешће се употребљавају математичке формуле из области операционих истраживања, које су у стварности примењиве на вишем хијерархијском нивоу предузећа, као путоказ и филозофија менаџмента. Према искуству многих истраживача, на оперативном нивоу су неприменљива.

Један од аутора даје оптимални алгоритам за смањење времена циклуса производње (Mincsovcics et all., 2009.), аутори прате рад машина и ЦП (Johnson, 2009., Jovanović et all, 2014., Schultz, 2004., Berlec et all, 2007.). Велики број радова

бави се проблемом производног циклуса на монтажним линијама (Hu et al., 2011.), рад (Kumar & Dalgobind, 2013.). За монтажну линију користе прорачун времена, као стохастичку променљиву, по биномном и нормалном закону расподеле, са изводима проблема из 100 најзначајнијих радова из области монтажних трака. Аутори у раду (Hackstein et al., 1989.) дају резултате праћења производног циклуса полуаутоматским средствима код флексибилног система производње у немачкој индустрији, док аутори (Zizi, 2014.) дају студију узорковања, као и избор рада узорковања посматрања (Johnson, 2003.).

Већина ових истраживања подразумева велике компаније. Данас, међутим, велики проблем представља праћење и утицај времена на производни циклус, који је далеко мање присутан у литератури, посебно трајање производног циклуса и учешће елемената времена у производном циклусу малих и средњих предузећа.

Коефицијент протока је дефинисан као однос између стварног времена производног циклуса T_s , и прорачунатог времена од стране инжењера технолога T_{teh} . Коефицијент протока – K_f је, у функцији од величине серије, дат формулом $K_f = a/T_{teh} + b$, где су a и b константе.

T_{teh} се добија из прорачуна технолога на основу карактеристика машина и норми везаних за услове производње, а приказује укупно време циклуса кроз број нормираних сати дневно. Ако се производи у једној смени, онда је $T_{teh} = T_{cnor}/8$, у две $T_{cnor}/16$, а у три $T_{cnor}/24$.

Коефицијент протока K_f зависи од технолошког времена T_{teh} за различите величине серија. Приказана функција се апроксимира према познатој зависности $K_f = a/T_{teh} + b$, где су a и b константе које се добијају према методи најмањег квадрата.

Организациона техничка и финансијска ограничења која дефинишу оптималну серију се, у врло великој мери, синтетизују у оптимизацији производног циклуса, који укључује аналитичке – прорачунске и експерименталне методе одређивања и коефицијента протока K_f и његове зависности од технолошког времена T_{teh} , нормираног времена циклуса. Употребљени математички апарат је стохастички, као што је и сама производња.

Ово значи да се и приликом одређивања параметара производног циклуса и оптималне серије може користити стохастички приступ у експерименталном одређивању оптималне серије, тако што ће се лансирати различити број комада у серији, и пратити време циклуса аналитички (време почетка и завршетка израде серије) за ту серију, и по једном делу у серији.

Због искључивања фактора везаних за квалитет одређивања норми сати и технолошког времена - $t_{th,a}$ снимања стварних времена, због једноставности

праћења, могуће корекције времена експеримента, годишње производње и једноставности математичког апарата, у највећем броју предузећа металоперађивачке производње могућа је примена.

2.3. МАЛА И СРЕДЊА ПРЕДУЗЕЋА МСП

Конкурентност дефинишемо као низ институција, политика и фактора који одређују ниво продуктивности земље. Ниво продуктивности, с друге стране, опредељује одрживи ново просперитета, који може стварати нека привреда. Што је нека привреда конкурентнија, биће способнија да произведе виши ниво дохотка својим грађанима. Ниво продуктивности одредјује стопу приноса, па како је стопа приноса кључна за раст привреде, конкурентнија је она привреда која остварује бржи раст на средњи и дуги рок (Sala et all., 2007.). Концепт конкурентности отуда укључује, како статичке, тако и динамичке компоненте. Мада је продуктивност земље јасно одређена њеном способношћу да одржава висок ниво дохотка, она је истовремено једна од кључних детерминанти приноса које остварују инвестиције.

Професор Портер указује на то да је у конкурентској борби за национални просперитет мање важно у којој се грани нека нација такмичи и далеко је важније на који начин она конкурише (Porter, 2008.).

У развијеном свету асоцијација на појам конкурентност је формула раста. Бити конкурентан значи бити успешан и расти, а предуслови су да предузеће буде ефикасно и да има високу продуктивност. Некада се појам конкурентности односио искључиво на предузећа и њихове производе и услуге. Међутим, са израженим растом интернационализације предузећа и привреде у целини, све је присутнија проблематика међународне конкурентности, како конкретних предузећа, односно њихових производа и услуга, тако и појединих ужих или ширих сектора, али и привреда у целини (Kovačević, 2002.).

Конкурентност се може одржати и побољшати једино ако је предузеће спремно да прати промене, технолошка достигнућа, примењује и обнавља знања. Сигуран пут ка успеху јесу иновативност, флексибилност, знање и квалитет. Сматра се, да су мала и средња предузећа развојна шанса Србије. Мала и средња предузећа су у свакој европској земљи практично најбројнија, и на њима се темељи велики део економије. Лако се прилагођавају променама и усвајају технолошке новине, омогућују развој предузетничке климе, која је предуслов

напретка у савременој светској привреди. Главна улога предузетништва у савременој привреди огледа се у иновативном деловању које ствара услове за технолошки развој, формирање флексибилних организација и ново запошљавање. Иноваторска способност и спремност за иновативно размишљање и рад представљају кључни елемент развоја, не само малих у средњих предузећа (МСП), већ целокупне привреде. Разлог зашто иновативни приступ пословању представља предност МСП, налази се у чињеници да због флексибилности и способности за преузимање ризика, МСП могу лако да уоче настале промене и да их искористе, креирајући тако пословни успех. Због бројних предности економске и социјалне природе, попут економске и технолошке флексибилности, креирања нових радних места, запошљавања посебних сегмената радника, као што су млади и жене, сектор малих и средњих предузећа се са правом означава као генератор развоја националне економије. Све развијене економије у свету, у значајној мери, ефекте свога раста и развоја дугују управо групацији малих и средњих предузећа (МСП). Развој групација МСП посебно је битан за остварење циљева регионалног развоја, како у оквиру једне националне економије, тако и на међународном плану. Њихово повезивање ствара значајне могућности за наступ на међународном тржишту и формирање националних брендова. Смањивање просечне величине предузећа условљава неопходност различитих облика повезивања и сарадње предузећа, која наступају на међународном тржишту у функцији остваривања синергетског ефекта.

Према Дракеру, свако предузеће мора постати светски конкурентно, чак и ако производи или продаје само на локалном или региоанлном тржишту. Конкуренција није више локална, у ствари, она не познаје границе. Основни путокази у предузетничкој економији морају бити продуктивност и иноваторство. Помак са великог предузећа на оно средње величине, које представља тежиште привреде, јесте један радикалан заокрет у тренду који је владао развијеним земљама више од једног века (Drucker, 1996.).

Бројни аутори деле мишљење да су мала и средња предузећа (МСП) носиоци развоја (Thompson & Strickland, 2001.), један од успешних начина прилагођавања и постизања конкурентности, најпре региона, а затим и државе.

На основу низа истраживања, у области МСП и предузетништва, потврђено је да су МСП и предузетништво кључни генератори иновативности, запошљавања и економског развоја (Audretsch and Keilbach, 2004.). Значај микро, малих и средњих предузећа, значај повезивања, приступ финансијама, проблем приликом оснивања предузећа, кључне препреке за њихово повезивање и пракса, тема су истраживања (Kushnir et al. 2010.). Предузетништво представља процес

трансформације знања у практичне резултате (Shane and Venkataraman, 2000.) и чини основу развоја интелектуалног капитала (Zahra & Dess, 2001.). Анализа расположивих података о неформалним МСП (Krushin et al., 2010.), користи од њихове формализације, као и ограничења са којима се сусрећу МСП, и важност побољшања услова за рад дати су у једном од скорашњих извештаја (Geneva, 2015.). Допринос од стране МСП за запошљавање анализиран је у радовима аутора (De Kok et al., 2013.), (Crisciolo et al., 2014.), (Ayyagari et al., 2014.). Резултати показују да МСП имају велики удео у запошљавању у свим земљама, без обзира на ниво дохотка земље или региона, а посебно је висок код земаља у развоју (Bernier et al., 2012.), (Grimm et al., 2012.).

Микро, мала и средња предузећа (МСП) су мотор економије Европе. Они су основни извор радних места, покретач предузетничког духа и иновација у Европској унији, сматрају се кључним елементом за развој конкурентности и запошљавања. Нова дефиниција МСП, која се примењује од 1. јануара 2005. године, има за циљ унапређење пословног окружења за МСП, као и промоцију предузетништва, инвестиција и раста (Commission, 2003.).

Искуства показују да постоји директна корелација између степена индустријализације једне земље и удела сектора МСП у њеној привреди. У богатим и високоиндустријализованим земљама МСП, по правилу, остварују значајно учешће у укупном броју привредних субјеката, укупној запослености, креирању бруто домаћег производа и генерисању нових радних места. Опште је прихваћено становиште према коме индустријализација представља један од основних покретача привредног раста и развоја, што посебно добија на значају у условима актуелног стања у привредама транзиционих и земаља у развоју. За земље у развоју, индустријализација је основни извор запослености, раста зарада, технолошког напретка и креирања државе благостања. Улога МСП је значајна на свим нивоима економског, а нарочито индустријског развоја, из разлога што ова предузећа представљају кичму приватног сектора сваке привреде, учествујући са преко 90% у укупном броју привредних субјеката, генеришући између 50 и 60% укупне, и 40 и 80% запослености у производњи. У земљама у транзицији, у којима још увек доминирају велика, претежно неефикасна државна предузећа, подстицање динамичнијег развоја сектора МСП представља можда једну од највећих развојних шанси (Erić et al., 2012.).

У литератури постоји неколико дефиниција малих и средњих предузећа. Пре доношења заједничке дефиниције на нивоу Европске уније, постојало је неколико различитих дефиниција МСП-а. Тако су у Великој Британији мала предузећа била дефинисана као субјекти који имају до 200 запослених, у

Француској се број запослених у малим предузећима кретао од 6 до 50 радника, а у средњим од 51 до 500 запослених. У Немачкој се, за дефинисање малих и средњих предузећа, поред броја запослених, узима у обзир и укупни годишњи приход (Radulović 2006.), (Ikić & Gudžević 2012.).

Осим дефиниције Европске комисије, коју су прихватиле и многе земље које нису чланице Европске уније, постоје и дефиниције МСП-а донешене од стране појединих земаља. Према OECD дефиницији, мала и средња предузећа имају мање од 500 запослених, мада се свакој земљи оставља простор да овај број смањи или повећа (у неким земљама 100 или чак 300 запослених представља горњу границу). Микро предузећа имају 1÷4 запослених, врло мала 5÷19, мала 20÷99 и средња предузећа 99÷500 запослених (Dostić, 2003.). Наравно, број запослених није једини критеријум приликом класификације предузећа. Према критеријуму ЕУ (European Commission, 2003.), мала и средња предузећа се дефинишу на следећи начин:

- ✓ под средњим предузећем се подразумева предузеће које има до 250 запослених, које није део ниједне веће организације, нити део неког ланца који има годишњи обрт мањи од 50 милиона еура, односно којима је биланс стања мањи од 43 милиона еура (уз гаранцију самосталности у мери која дозвољава да концерни поседују максимално 25% компаније),
- ✓ под малим предузећем се подразумева предузеће до 50 радника, до 10 милиона еура годишњег обрта и билансом стања до 10 милиона еура,
- ✓ под микро предузећем се подразумева предузеће које има до 10 радника, које има годишњи обрт мањи од 2 милиона еура и биланс стања до 2 милиона евра.

Према подацима којима се располаже из различитих извора (Ikić & Gužević, 2012., Molnar, 2010.), класификација на микро, мала и средња предузећа дата је у табели 1.

Табела 1: Критеријуми дефинисања микро, малих и средњих предузећа

Дефиниција ЕУ	Микро	Мала	Средња
<i>Број запослених</i>	< 10	< 50	< 250
<i>Укупан приход</i>		< 7 mil €	< 40 mil €
<i>Укупна средства - актива</i>		< 5 mil €	< 27 mil €
Дефиниција Светске банке	Микро	Мала	Средња
<i>Број запослених</i>	< 10	< 50	< 300
<i>Укупан приход</i>	< 0.1mi €	< 3 mil €	< 15 mil €
<i>Укупна средства - актива</i>	< 0.1mi €	< 3 mil €	< 15 mil €
Према нашим законима	Микро	Мала	Средња
<i>Број запослених</i>		< 50	< 250
<i>Укупан приход</i>		< 1.65 mil €	< 8.25 mil €
<i>Укупна средства - актива</i>		< 1.24 mil €	< 6.2 mil €

Постоји велика усаглашеност о факторима који одређују величину предузећа, али не и о димензионалности тих фактора. У већини случајева се као фактор мерења, дефинисања величине предузећа, узима број запослених, остварени обим промета, имовина (средства) предузећа, деонички капитал и остало, међутим, има разлике у њиховим величинама (минималним и максималним вредностима). Основа утврђивања величине (обима) усвојених критеријума за класификацију предузећа чини припадност одређеној земљи и степен развијености дате земље. У развијеним земљама као што су САД, Јапан, ЕУ, величина тих фактора је изнад оних који се утврђују у малим и неразвијеним економијама. Релативно мало предузеће, у развијеној земљи, може се сматрати средњим предузећем, у неразвијеној земљи или средње предузеће, у развијеној земљи може се сматрати релативно великим предузећем у неразвијеној земљи (Dašić & Kurtović, 2004.). Припадност предузећа одређеној категорији захтева да предузеће задовољава два, од дефинисана три, критеријума категоризације.

Најзначајније предности малих и средњих предузећа су (WIPO, 2008.):

- ✓ флексибилности, динамичност, осећај за иницијативу,
- ✓ одсуство инерције карактеристичне за велика предузећа,
- ✓ склоност ка увођењу иновација и развоју нових технологија,
- ✓ одсуство бирократије и формализма,
- ✓ висок ниво способности у развоју диверзификованих производа,
- ✓ брз повраћај инвестицији.

Од преко 200 милиона предузећа мале привреде, која послују на територији Европске уније, чак четвртина се бави трговином, а друга четвртина послује са некретнинама или се бави консалтингом. У индустрији је регистрован релативно мали број предузећа, око 13%, и стиче се утисак да се смањује број ових предузећа. Већина предузећа, која су обухваћена овим истраживањем, су приватно власништво. Скоро 97% МСП послују у сектору индустрије као самостална предузећа, а 3% су делови других предузећа (Eurobarometer Team of the European Commission, 2007.). Мора се напоменути да је приликом ове анализе узет у обзир само број предузећа, а не и њихова економска снага.

Мала и средња предузећа представљају највиталнији и најфлексибилнији део националне привреде. Предности малих и средњих предузећа, као што су: висок ниво флексибилности, развијен предузетни дух, прецизно дефинисано језгро компетенција и лакоћа управљања, долазе до изражаја у условима дисконтинуитета, учесталих промена и оштре конкуренције. Способност прилагођавања променама један је од највећих проблема и изазова са којима се срећу привредни субјекти у савременим условима привређивања, а управо та способност је једна од основних одлика малих и средњих предузећа (Ravić & Gavrić, 2015.).

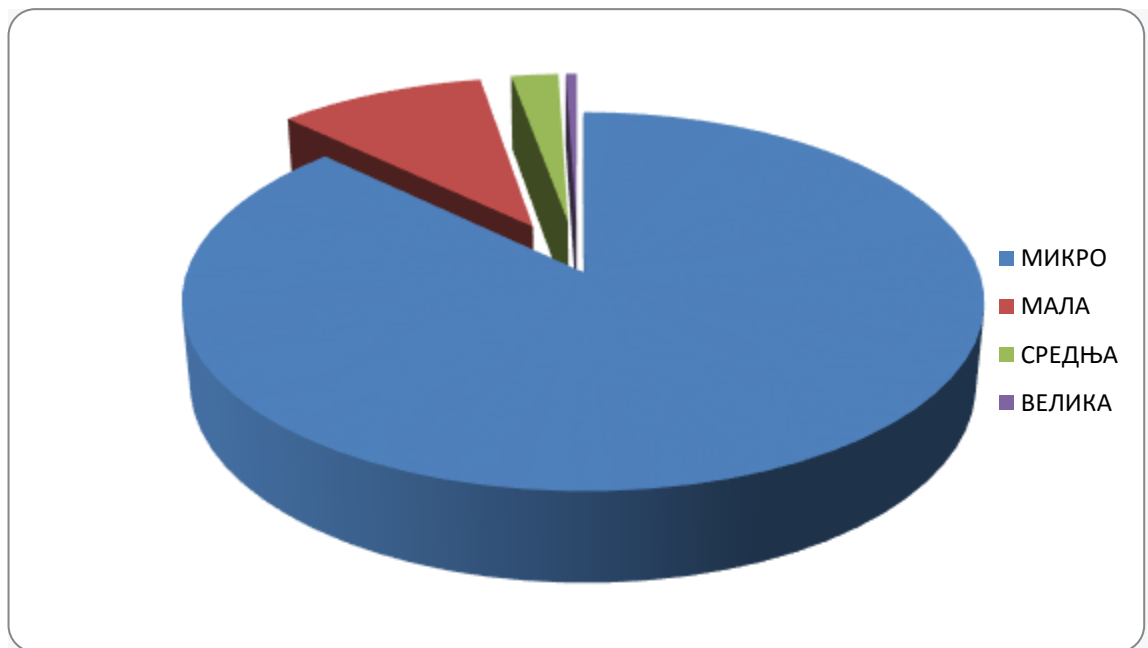
Према извештају републичке агенције за развој МСП и предузетништва, иако темпо раста и развоја сектора МСП и предузетништва још увек заостаје за потребама бржег економског просперитета и већег запошљавања, несумњив је његов растући допринос укупним привредним активностима Србије. Овај сектор преузима примат у готово свим аспектима пословања.

Мала и средња предузећа у Србији показала су се као веома еластична током тешког периода 90-их година XX века, који је био обележен ратовима, санкцијама, бомбардовањем, недостатком регулативе, економском и правном нестабилношћу. Упркос изузетно неповољним околностима пословања, број МСП

је растао, чиме се само потврђује висок степен прилагодљивости ових предузећа и њихов огроман потенцијал.

Сектор малих и средњих предузећа има релативно високо учешће у образовању основних показатеља пословања нефинансијског сектора привреде Републике Србије: генерише око две трећине запослености и промета, 54,1% бруто додате вредности, и учествује са 43,2% у извозу нефинансијског сектора. Процењује се да је у 2013. години сектор малих и средњих предузећа, који чини 99,8% укупног броја привредних субјеката, учествовао са око 34% у бруто домаћем производу Републике Србије.

На основу Извештаја о МСП и предузетништву за 2013/2014 годину на слици 11 дат је приказ привредних субјеката у Републици Србији, према величини предузећа у 2013. години.



Слика 11: Привредни субјекти у Републици Србији 2013/2014¹

Од укупног броја предузећа 315,906 микро предузећа чине 81775, мала предузећа 9353, средња 2132, а велика предузећа 494.

¹ Формирана слика на основу података из извештаја <http://www.privreda.gov.rs/mala-i-srednja-preduzeca-2/>

Стратегија развоја малих и средњих предузећа и предузетништва у Србији 2003-2008 дефинисала је 4 приоритетна сектора, способна да значајно подстакну економски развој, повећају запосленост и девизни прилив на државном нивоу, а то су:

- ✓ прерада пољопривредних производа,
- ✓ индустријска производња,
- ✓ туризам и
- ✓ електронско пословање (E-business).

Повећање запослености и креирање нових радних места представља један од кључних циљева економских политика развијених земаља света. МСП су потенцијално значајан генератор запослености, при чему то посебно важи за креирање довољно добрих радних места. У ЕУ, МСПП креирају две трећине радних места у приватном сектору. Резултати једног истраживања (European Commission, 2012.) су показали да је 85% нових радних места у ЕУ, у периоду од 2002. до 2010. године, креирано у сектору МСПП, при чему треба имати у виду да је у поменутом периоду остварен динамичан раст нето запослености, у просеку од 1,1 милиона нових радних места годишње. У поређењу са великим предузећима, са изузетком сектора трговине, у сектору МСПП остварен је двоструко већи раст запослености. Микро предузећа су апсорбовала 58% укупног нето повећања запослености у приватном нефинансијском делу економије ЕУ. Истраживање је такође показало да су нова, односно предузећа млађа од 5 година, убедљиво најзаслужнија за отварање нових радних места. У транзиционим привредама, сектор МСП, уколико остварује довољно брз и динамичан раст, повећава запосленост, апсорбујући вишкове радне снаге настале као последица процеса приватизације и својинске трансформације великог броја друштвених и државних предузећа, чиме он остварује и важну социјалну функцију (Erić et al., 2012.).

За разлику од великих предузећа, која природно теже остваривању монополског или дуополског положаја на тржишту, МСП доприносе стварању конкуренције, односно конкурентне привредне структуре, као предуслов повећања ефикасности привреде. Присуство већег броја МСП доводи до снижавања цена и унапређења квалитета производа и услуга. Полазећи од чињенице да је у свакој економији присутна оскудица капитала, велика предузећа остварују нижи ниво укупне продуктивности фактора у поређењу са МСП, а чак и када то не би био случај, постојала би велика вероватноћа да би велика предузећа својим монополским тежњама узроковала смањење бруто националног производа и социјалног благостања (Berry, 2007.).

Марта 2015. године усвојена је нова стратегија за подршку развоја МСП предузетништва и конкурентности за период 2015-2020 године (Србија 2015.). Јачање српских предузећа, у довољној мери да спремно одговоре на притисак конкуренције, на заједничком тржишту ЕУ и доприносу побољшања животног стандарда, базира се на развоју предузетништва и конкурентности, заснованог на приватној предузетничкој иницијативи, знању и иновативности. Очекивани број МСПП до 2020. године износи 350.000, а у 2013. години је износио 315.412.

Стратегија утврђује оквир мера за унапређење МСПП и конкурентности у наредном средњорочном периоду, који је приказан кроз шест стубова, и то: 1) Унапређење пословног окружења; 2) Унапређење приступа изворима финансирања; 3) Континуирани развој људских ресурса; 4) Јачање одрживости и конкурентности МСПП; 5) Унапређење приступа новим тржиштима и 6) Развој и промоција предузетничког духа и подстицање предузетништва жена, младих и социјалног предузетништва.

Сви описани концепти представљају део оквира истраживања предложене докторске дисертације, јер се сваки од њих састоји из фактора битних за развој стохастичког модела оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима, и чине део одговора на постављено истраживачко питање.

3. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

3.1. МЕТОДЕ И ТЕХНИКЕ ИСТРАЖИВАЊА

Методе и технике истраживања биће коришћене у функцији реализације постављених циљева и задатака истраживања, односно за развој стохастичког модела оптимизације циклуса производње у малим исредњим предузећима, као и доказивање постављених циљева истраживања.

Дескриптивном методом теоријске анализе изложиће се преглед релевантних истраживања и искустава у области. Метода студије документације и метода теоријске анализе користиће се приликом проучавања одабраних и расположивих домаћих и иностраних литературних извора. У циљу реализације истраживања користиће се већ познате статистичке методе, док ће се, као рационалистичке методе за логичко закључивање, користити анализа, синтеза, индукција и дедукција. За прикупљање података користиће се модификована метода тренутног запажања (снимачки лист).

У анализи и интерпретацији података, извођењу закључака и доказивању хипотеза биће примењене комбиноване методе, за обраду и анализу података користиће се статистичка метода, табелирање података, корелациона и регресиона анализа, за интерпретацију резултата користиће се метода анализе и синтезе.

У раду се експериментално доказује стохастичка метода оптимизације времена циклуса производње у малим и средњим предузећима. Метода је графички и математички проверена у вишегодишњем истраживању.

3.2. Начин избора, величина и конструкција узорка

Циљна група истраживања су мала и средња предузећа са серијском производњом.

Репрезентативно време снимања је везано за дужину производног циклуса. Јасно је да несме бити мање од производног циклуса, и да при истим условима производње буде понављан довољан број пута (да би био репрезентативан).

Репрезентативност узорка снимања, по броју снимака и времена снимања, је утврђена математичким параметрима стандардном девијацијом и контролним

границама, где се елементи времена рада посматрају као елементи функције процеса.

Производња и продуктивност имају везе и са динамиком производње која се на оперативном нивоу планира дневно, недељно и месечно, па је погодно да постоји могућност праћења производног циклуса и упоређивање, у тим временским периодима.

Трећи критеријум за одређивање трајања (времена снимања) је усвојена величина грешке у стохастичком моделу примењеном у овим истраживањима, односно број тренутних запажања и његова дистрибуција по елементима времена рада.

Постоји веома велик број делатности које обављају предузећа. Такође, постоје и различите поделе предузећа, с обзиром на делатности којима се баве. Најгрубљом поделом, сва предузећа се могу свести на две врсте - производна предузећа, која у својој основној делатности имају производњу одређених производа намењених продаји, купцима и услужним предузећима, која у својој основној делатности пружају одређене услуге корисницима (Radojković & Ćosić, 2012.).

Снимање се одвија према случајно одабраним временима, која су унесена у снимачки лист. Снимачки лист се односи на један производни циклус, а у њега се уноси број појединих елемената рада - фреквенција. Као што је у раду већ написано, што је већи број извршених посматрања, то је већа вероватноћа да добијени резултат одговара стварном стању посматране појаве (Jovanović et al, 2005.). Број забележених стања треба да је довољно велик (Radaković & Ćosić, 2012.). Веома је важно снимити што већи број производних циклуса у једном предузећу, што захтева дужи временски период. Из тог разлога је истраживање извршено у три различита предузећа, где су се понављала снимања, у циљу што већег броја запажања, ради упоредне анализе резултата.

У репрезентативним предузећима снимање је извршено у периоду од 4 године, и то у 9., 10., 11. и 12. месецу, године 2011., 2012., 2013. и 2014. Биће приказани резултати истраживања 3 предузећа. Нпр. у 2011. години, у једном предузећу праћено је 158 производних циклуса, где је за сваки циклус забележено 17-23 запажања. Практична примена стохастичког модела утврђивања елемената времена рада своди се на тренутно запажање елемената времена, где се предмет рада креће по операционој листи кроз производњу.

Прво предузеће производи кабловску инсталацију, и пластичне делове за аутомобиле, бави се производњом кабловских снопова за познате аутомобилске индустрије, као и производњом електричне и електронске опреме за моторна возила. Броји 210 запослених. Производне хале простиру се на око 6000 m². SIEPA наводи да у Србији данас послује више од 40 страних компанија у области аутомобилске индустрије, које су запослиле велики број радника и уложиле

велике суме новца. Од тога, према статистици 23 компаније послују у Војводини. Поред осталих, ту су и велики светски брендови попут компанија "Bosch", "Magna Seating", "Cooper Standard", "Draexlmaier", "Mecaplast", "Lames", "Norma Group", "Contitech", "IGB Automotive", "Le Belier" и друге. Предузеће у ком је спроведено истраживање, иако младо даје велики допринос развоју аутомобилске индустрије. У плану је проширење погона, као и запошљавање већег броја радника.

Друго предузеће је у приватном власништву и броји 127 запослених. Бави се производњом заштитних балистичких производа, заштитне опреме и униформа, балистичке опреме, кофера, специјализованих радних комбинезона и осталих заштитних производа. Производња је основана као мала радионица у Зрењанину, одоснивања до данас сви запослени су уложили напор да ово предузеће постане једно од најпознатијих произвођача војне и полицијске опреме. Интензивно истраживање потреба тржишта, стално усавршавање и развој нових производа, усвајање предлога купаца и наравно квалитет рада запослених у производњи, учинили су да предузеће постане познато и признато у земљи иширем окружењу. Производња је данас препознатљива као квалитетан произвођач балистичких прслука, шлемова, плоча, интервенцијске опреме и осталих заштитних производа, као и домаће линијеспортске одеће. Предузеће тренутно запошљава око 240 радника (124 у конфекцијској производњи) и са 15000 квадратних метара производног простора у четири објекта који садрже посебне просторе за производњу балистичке опреме, кожне галантерије, конфекције и производа за маскирање, као и балистичку лабораторију. Предузеће такође располаже са административном зградом у Зрењанину и филијалом у Београду. Производни објекти су последње генерације и у склопу са организованом контролом система квалитета комбинованом са високо квалитетним сировим материјалима што обезбеђује највиши квалитет производа. У саставу предузећа послује више мултидисциплинарних производних система који чине једну целину. Иако младо, предузеће има изграђен, препознатљив имиџ на тржишту јер је оријентисано на производњу и испоруку производа који су резултат искључиво сопственог развоја, који су савременог дизајна и високог квалитета и који у потпуности задовољавају потребе корисника, у функционалном, економском и естетском погледу. Предузеће је средње величине, модерна и развојно оријентисана фабрика у приватној својини.

Треће предузеће је у породичном власништву и броји 20 запослених. Бави се производњом школског и канцеларијског материјала. Производи темпере, школске ранчеве, путне торбе, пословне торбе, несесере, пернице, агенде, производе од коже, ротирајуће носаче регистратора и друго. Генерални је дистрибутер ПЕНТЕЛ-ових и ЛУХОП-ових производа за Србију. Предузеће поред сопствене производње има и продајни објекат малопродаје и велепродаје.

Највећи утицај на продуктивно време, као најзначајније време производног циклуса, има у малосеријској и серијској производњи организација редоследа операција, а стим је у вези и дефинисање машинског времена – t_{tm} . У

предузећима где је спроведено истраживање производња је малосеријска, редослед операција је редни, а ток процеса прекидан/комбинован.

Снимљени елементи времена по годинама су омогућили анализе и утицај на њихово кретање у следећој години, и на тај начин су утицали на боље управљање производњом.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ИСТРАЖИВАЊА

4.1. РАЗВОЈ И ПРИМЕНА СТОХАСТИЧКОГ МОДЕЛА

Модификована метода тренутних запажања омогућиће да се одреди процентуално учешће елемената времена рада у односу на укупно трајање ПЦ и производње. Пошто је она статистичка, и заснива се на одређеном броју тренутних запажања одређене активности, једноставнија је и ефикаснија од метода континуалног снимања. У оквиру производног циклуса пратиће се технолошко време (припремно-завршно време и време израде) и нетехнолошко време (време за транспорт, контролу и паковање). У оквиру непроизводног времена пратиће се застоји због слабе организације, због недостатка репроматеријала, квара и недостатка алата, због квара машина и групе разних осталих застоја, њихове међузависности, као и утицајних фактора (величина серије, организациони ниво, карактеристике производа).

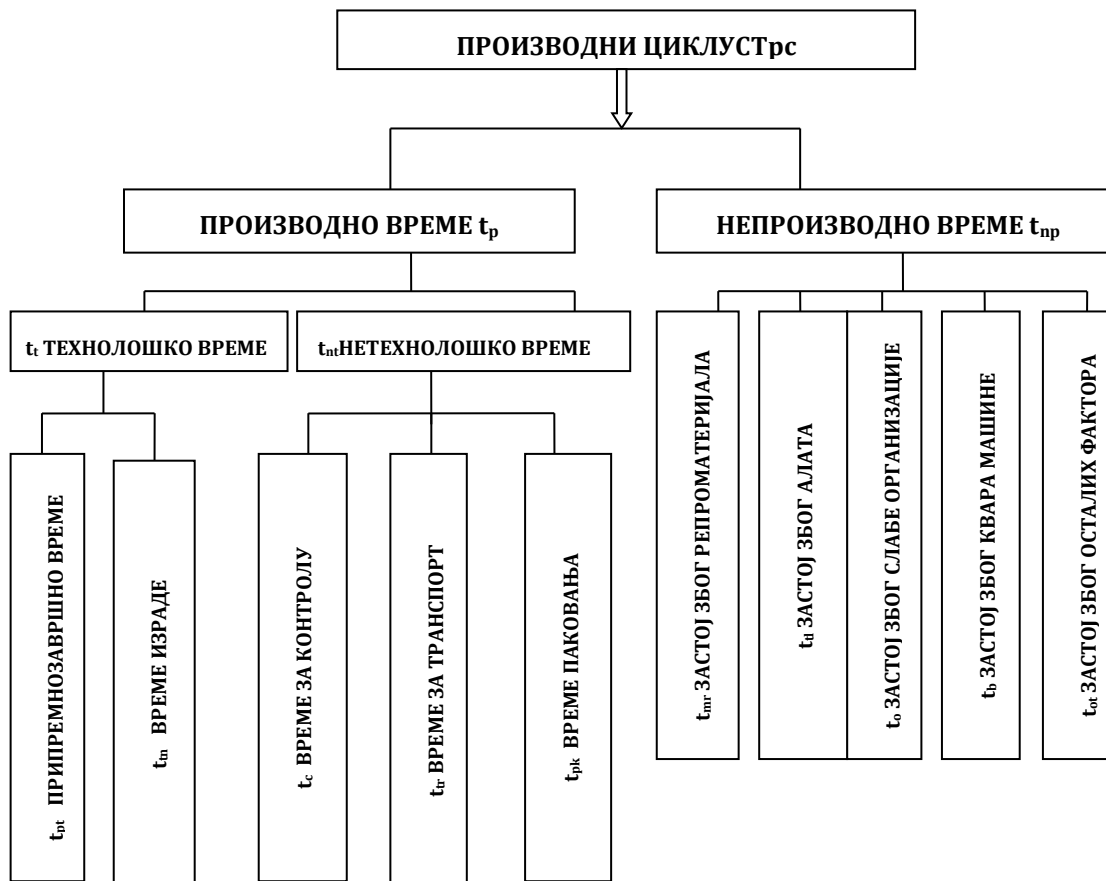
Метода тренутних запажања се обично примењује за више радних места истовремено. Скуп тих радних места има заједничка обележја, па се сматра да њихова стања припадају истом основном скупу. Ово повећава репрезентативност узорка, а добијени резултати су заједнички за сва радна места. Тиме се уједно и остварује снимање за краће време. Да би узорак ваљано репрезентовао основни скуп, и да би забележена стања била што реалнија, потребно је да су испуњена следећа два услова: број забележених стања треба да је довољно велик, времена обилазака радног места треба да су случајног карактера.

Практична примена стохастичког модела утврђивања времена рада и оптимизације ПЦ у МСП могућа је у производним предузећима, своди се на тренутно запажање елемената времена, где се предмет рада креће по операционој листи кроз производњу. Серија производа је видљиво означена овим документом и аналитичар (снимач) је може лако идентификовати.

Снимање се одвија према случајно одабраним временима која су унешена у снимачки лист. Снимачки лист се односи на један производни циклус, а у њега се уноси број појединих елемената рада - фреквенција. Снимање се одвијало према случајно одабраним временима, која су унешена у снимачки лист. На тај начин, за посматрано предузеће, табеларно се формирају подаци. На основу фреквенција најпре се израчуна проценат појединих елемената у односу на укупан производни циклус, а затим, на основу процентуалног учешћа трајања производног циклуса, који је снимљен аналитички, време трајања појединих елемената времена рада.

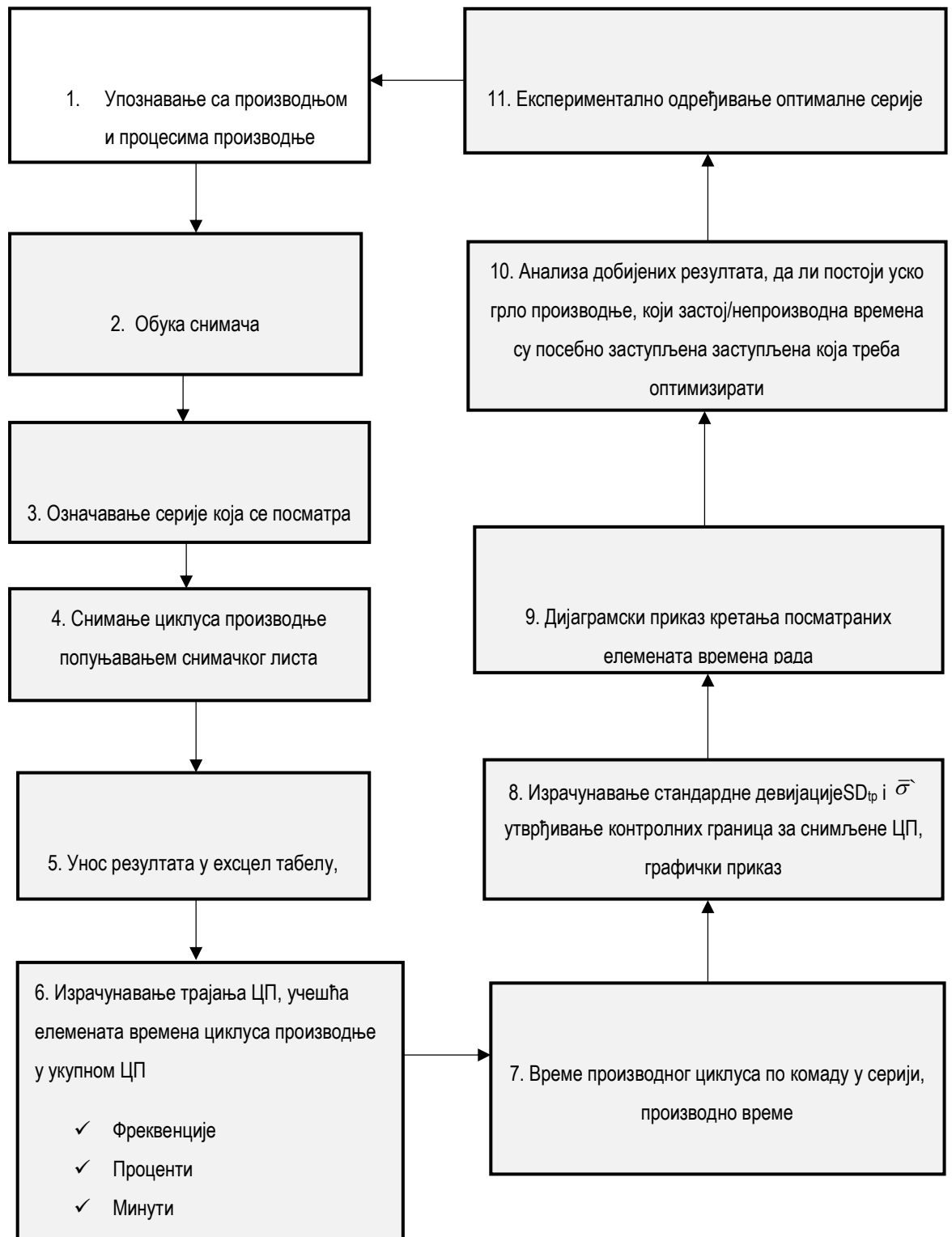
У теорији се циклус производње - t_{pc} дели на производно време - t_p и непроизводно - t_{np} , а даље се производно време дели на технолошко - t_t , са машинским - t_{tm} и припремно завршним - t_{pf} , нетехнолошко - t_{nt} са временом

контроле - t_c , транспорта - t_{tr} и паковања - t_{pk} . Непроизводно време се дели на разне узрочнике застоја у производњи, а у оквиру дисертације снимљена су најопштија, најчешће због репроматеријала t_{mr} , алата t_l , организације t_o , квара машине t_b и осталих фактора t_{ot} . На слици 12 дат је преглед праћених елемената времена рада ПЦ.



Слика 12: Елементи времена рада циклуса производње, прилагођено (Stanisavljev et al., 2015.)

Главне фазе, кораци модела дати су на слици 13.



Слика 13. Фазе стохастичког модела утврђивања времена рада и оптимизације ЦП у МСП

4.2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ ЗА 2011. ГОДИНУ, ПРЕДУЗЕЋЕ 1

Први најобимнији експеримент се односи на предузеће за производњу кабловске инсталације аутомобилских делова. Снимања су вршена од 19.9.2011. до 4.11.2011. Праћено је 47 циклуса који су имали различиту величину серије, од 4 до 10 комада, и времена трајања од најкраћег, са 240 минута, до најдужега 420 минута, и са тренутним опажајима, од 10 до 30 опажаја.

Резултати снимања приказани су у табели 2, где је дато само првих 5 циклуса, од укупно 47, и укупни резултати свих 47. Резултати су дати по броју тренутних запажања елемената времена рада, њиховим процентуалним учешћем у њиховом укупном трајању, и о елементима времена рада, као и укупним просечним вредностима и SD.

Из табеле 2 се види да је било укупно 932 опажаја, а укупно време свих циклуса је 15 293 минута. Просечно време производног циклуса - t_{pc} је 325 минута, а просечно време производног циклуса по комаду - $t_{pc,ком}$ је 56,2 min.

Табела 2а: Елементи времена рада циклуса производње по фреквенцији опажања за предузеће 1, за 2011. годину

Датум	Број опажања	Време		Производно време f					Непроизводно време f					Број комада
		Почетак	Крај	t_{pt}	t_{tn}	t_c	t_{tr}	t_{pk}	t_{mr}	t_{tl}	t_o	t_b	t_{ot}	
19.09.'11.	26	8:30	13:00	3	9	3	1	2	2		2	1	2	7
26.09.'11.	18	8:05	13:30	2	5	2	4	3	1				1	10
23.09.'11.	21								21					Отказана смена
19.09.'11.	31	8:30	13:00	2	9	3	3	3	2	1	2	1	4	7
19.09.'11.	22	8:20	13:10	2	7	4	1	3	1		2		2	8
....														
N														
Σ	932			100	229	118	142	99	47	3	25	15	154	

Табела 2b: Елементи времена рада циклуса производње по процентуалном учешћу % за предузеће 1, за 2011. годину

Датум	Број опажања	Време		Производно време %					Непроизводно време %					Број комада	Т _{рс} (min/ ком)
		Почетак	Крај	t _{пт}	t _{тн}	t _с	t _{тр}	t _{рк}	t _{мр}	t _д	t _о	t _б	t _{от}		
19.09.'11.	270	8:30	13:00	12	36	12	4	8	8		8	4	8	7	38.6
26.09.'11.	325	8:05	13:30	11.11	27.78	11.11	22.22	16.67	5.56					10	32.5
23.09.'11.	310					10			100					отказано	0
19.09.'11.	270	8:30	13:00	6.7	30	18.18	10	10	6.7	3.3	6.7	3.3	13.3	7	38.6
19.09.'11.	290	8:20	13:10	9.09	31.82	31.82	4.55	13.64	4.55					8	36.3
....															
Н	100			0.107	0.246	0.127	0.152	0.106	0.05	0.003	0.27	0.016	0.165		

Табела 2с: Елементи времена рада циклуса производње по времену трајања – мин. за предузеће 1, за 2011. годину

Датум	Т _{рс} мин	Време		Производно време МИН					Непроизводно време МИН					Број комада	Т _{рс} (min/ ком)
		Почетак	Крај	t _{пт}	t _{тн}	t _с	t _{тр}	t _{рк}	t _{мр}	t _д	t _о	t _б	t _{от}		
19.09.'11.	270	8:30	13:00	32	97	32	11	22	22		22	11	22	7	38.6
26.09.'11.	325	8:05	13:30	36	90	36	72	54	18				18	10	32.5
23.09.'11.	310					18			310					отказано	0
19.09.'11.	270	8:30	13:00	18	81	26	27	27	18	9	18	9	36	7	38.6
19.09.'11.	290	8:20	13:10	26	92	53	13	40	13		26		26	8	36.3
....															
Σ	15293			1632	3762	1939	2413	1709	704	40	376	271	2465		

Дата је анализа производног циклуса посматраног по групама, које су одређене величином серије. Подаци су дати у табели 3, где су дате групе и средње

вредности производног циклуса по комаду у серији $\bar{t}_{p_{ци}}$ (unit / series) (min/kom) и производног времена \bar{t}_p , за исте групе у % и SD_{tp} %. У табели 4 су ти исти подаци дати, само без група, али са бројем снимачних циклуса и бројем комада у серијама тих циклуса, са укупном средњом вредношћу производног времена \bar{t}_p (%) која износи 76%.

Табела 3: Време производног циклуса по комаду у серији и производно време у % за предузеће 1

Број	Број циклуса	комад/ серија	$\bar{t}_{p_{ци}}$ (unit / series)	\bar{t}_p (%)	SD_{tp}
1	3	3	93.10	85.41	7.42
2	4	4	72.48	81.31	16.14
3	18	5	63.29	74.97	28.04
4	10	6	57.02	70.84	29.64
5	3	7	43.50	76.67	16.91
6	5	8	45.50	77.78	10.07
7	3	10	35.67	79.75	10.53
\bar{t}_p (%)				76	

Кретање средњих вредности производних времена \bar{t}_p по циклусима (групама) са истим бројем комада у серији у % и средње вредности производног циклуса по комаду у серији $t_{p_{ци}}$ дати су на дијаграму 1. Средња вредност свих група добијена је по формули (1):

$$\bar{t}_p = \sum \frac{\bar{t}_{p_i} \cdot f_i}{N}, \quad (1)$$

где је f_i број производних циклуса са истим бројем комада у серији

$$\bar{t}_p = \frac{85,41 \cdot 3}{46} + \dots + \frac{79,75 \cdot 3}{46} = 76 \%$$

$$SD_p^2 = \frac{\sum_{j=1}^1 (\bar{t}_{pi} - \bar{t}_p)^2 n_j}{n}, (2)$$

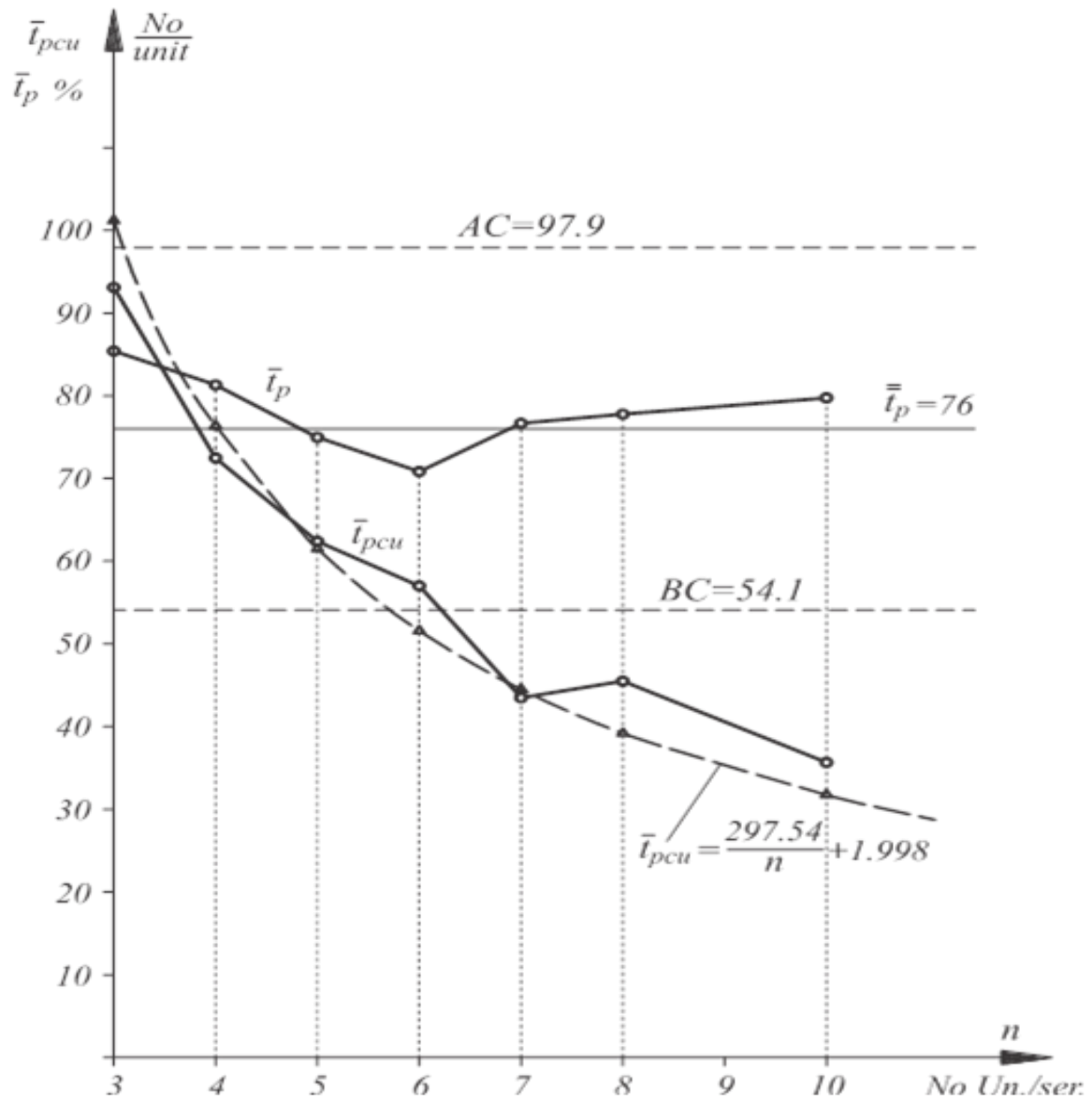
Где је n_j број циклуса у групи, а n укупан број циклуса :

$$CC = \bar{t}_p \pm 3\bar{t}_p SD_p, (3)$$

$$CC = 76 \pm 3.0,09606 \cdot 76$$

$$AC = 97,9 \%$$

$$BC = 54,1 \%$$



Дијаграм 1: Кретање средњих вредности производног времена \bar{t}_p и средњих вредности производног циклуса по комаду у серији t_{pcu} , за предузеће 1, у 2011. години

Са дијаграма 1 се види да је математички гледано процес контролисан, јер су све тачке у оквиру контролних граница $BC < \bar{t}_{pi} < AC$, ($54.1 < 76 < 97.9$).

Кретање \bar{t}_{pcu} се може апроксимирати функцијом:

$$\bar{t}_{pcu} = c + \frac{b}{n}, \quad (4)$$

где је n број комада у серији, $c = 1.998$ и $b = 297.54$.

$$\begin{aligned} \bar{t}_{pcu \text{ br. u ser.}} &= 3 / 43 \cdot 93.1 + 4 / 43 \cdot 72.48 + 5 / 43 \cdot 63.29 + 6 / 43 \cdot 57 + 7 / 43 \cdot 43.5 + \\ &+ 8 / 43 \cdot 45.5 + 10 / 43 \cdot 35.67 \end{aligned}$$

$$\bar{t}_{pcu \text{ br. u ser.}} = 52.39 \text{ min}$$

Стратификација статистичког скупа није успела, јер је стандардна девијација стратификованог скупа:

$$\sigma' = \sqrt{\bar{\sigma}^2 + \delta^2}, \quad (5)$$

$$\sigma' = 27,19 \%$$

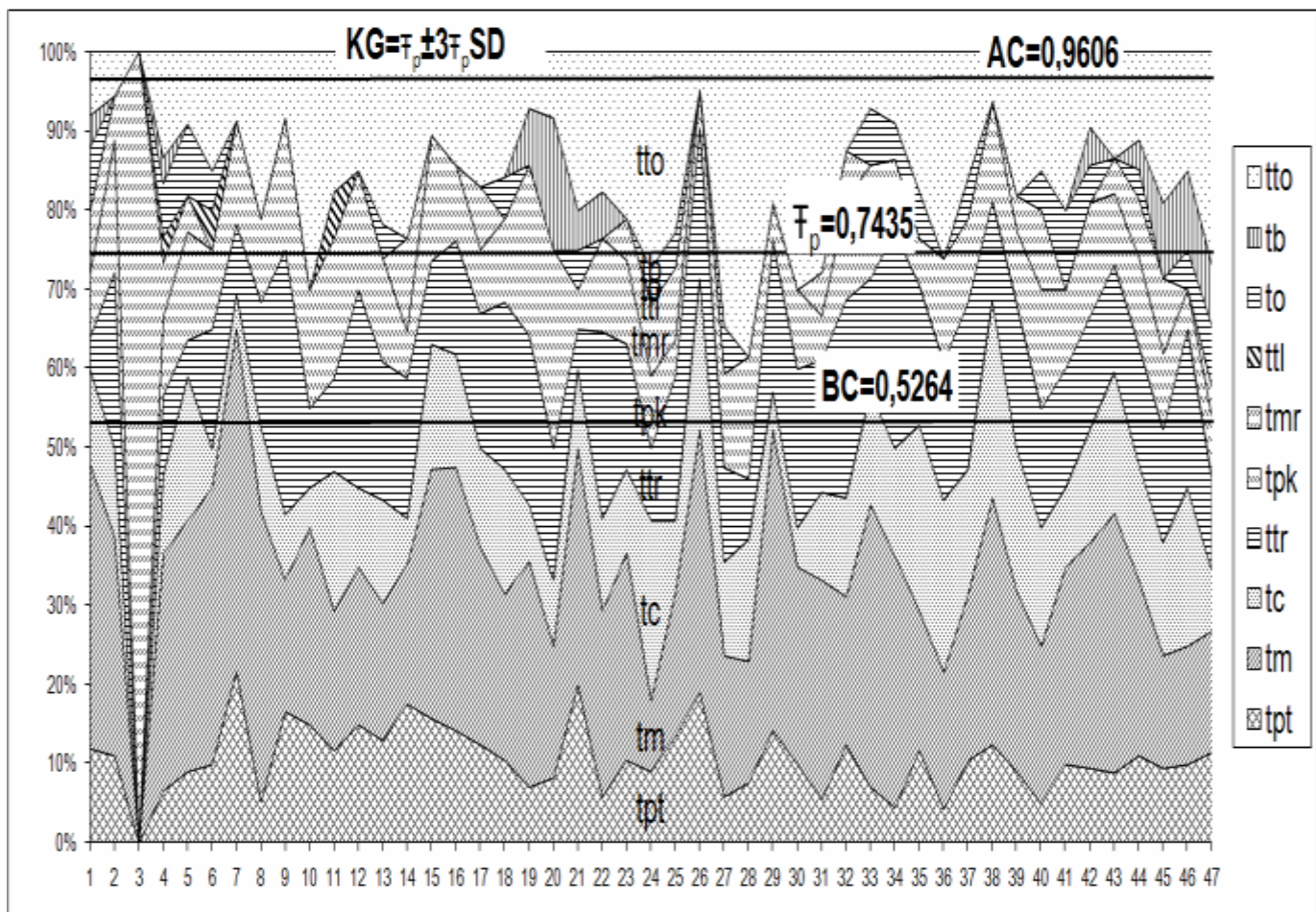
$\bar{\sigma} = 4,584 \%$, а раније (према табели 1) израчунатог нестратификованог $SD = 3,126$, по формули :

$$SD = \sqrt{(t_{pi} - \bar{t}_p)^2}, \quad \text{Eq(6)}$$

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{\sum_{j=1}^1 \sigma_j^2 n_j}{n}, \quad (7)$$

$$\delta^2 = \frac{\sum_{j=1}^1 (\bar{t}_p - \bar{\bar{t}}_p)^2 n_j}{n}, \quad (8)$$

Како је $SD < \bar{\sigma}$, то стратификација није успела, што значи да у овом предузећу не постоји никакво обележје по којем би се разликовао производни циклус са различитим бројем комада у серији, него је смањење времена по комаду искључиво последица технолошког, односно елемената времена рада и броја комада. Резултати су дати и дијаграмски на дијаграму 2, 3 и 4.



Дијаграм 2: Кретање степена елемената времена циклуса производње за предузеће 1, за 2011. годину

Са дијаграма се види да је средњи степен n_{tp} ($t_{pt} + t_m + t_c + t_{tr} + t_{pk}$) = 0,7435, а контролне границе износе $CC = n_{tp} \pm 3 n_{tp} \times SDn_{tp} = 0,7435 \pm 3 \times 0,7435 \times 0,09735$, $AC = 0,9606$, $BC = 0,5264$, и да средњи степен елемената производних времена n_{tpt} , n_{tm} , n_{tc} , n_{tr} , n_{pk} имају релативно стабилно кретање по појединим циклусима, да кад је већи њихов укупан збир, већи су и појединачни степени.

Не дешава се да је степен времена контроле већи на рачун степена машинског времена.

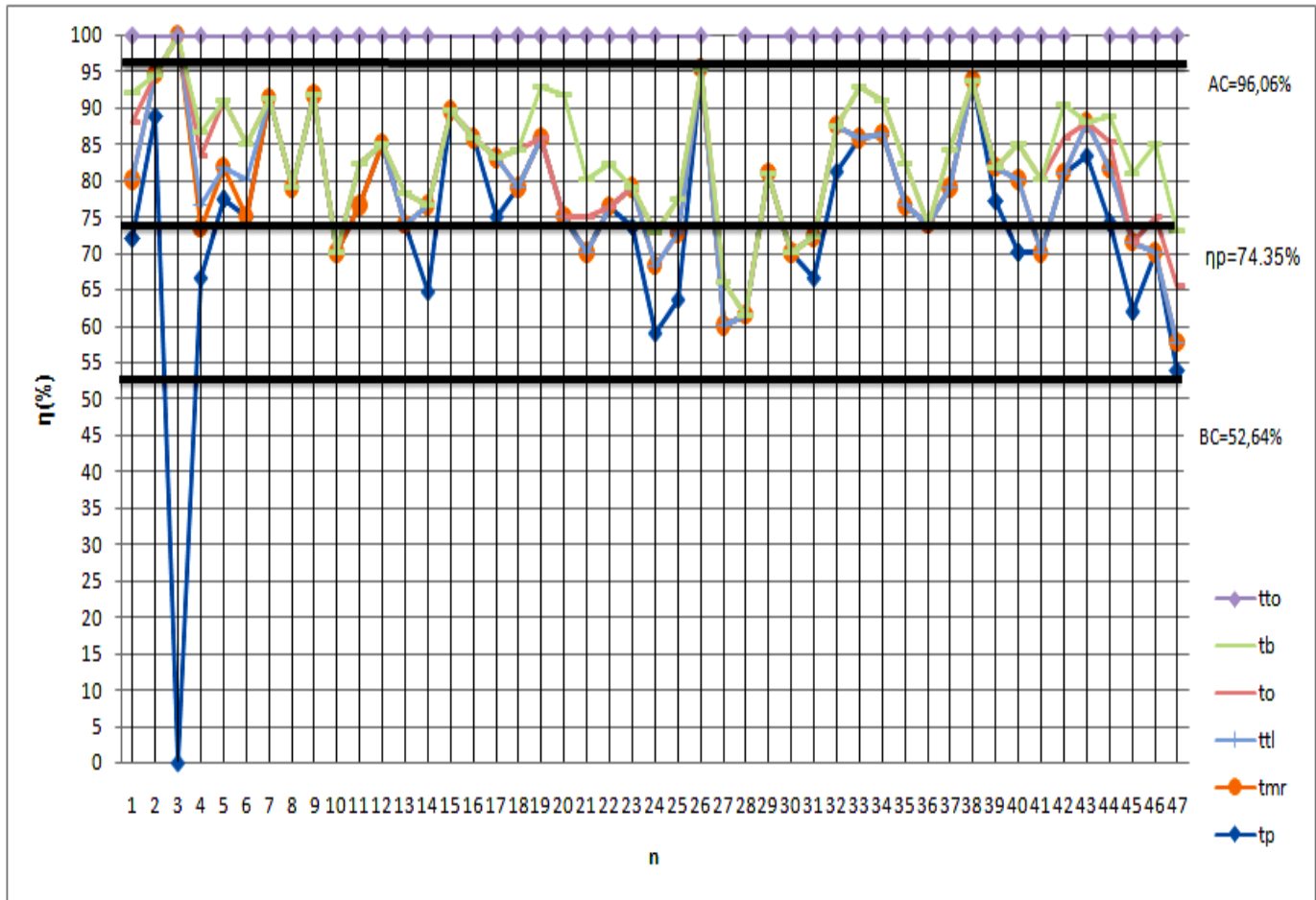
Ако у оквиру n_{tp} посматрамо n_{tm} , видимо да је у односу на остале он са највећим вредностима и да се степен понашао по приближно нормалном закону расподеле, крећући се око средње вредности $n_{tm} = 0,244$. Међутим, контролне границе овог степена секу превелик број тачака n_{tmi} овог степена на дијаграму 3.

Из приказаних резултата се види да овако приказан процес није контролисан, али за релативно уске границе ($AC = 0,301$; $BC = 0,187$) само пет тачака (вредности n_{tm}) има већа одступања.

Кумулативна вредност n_{tm} се врло брзо приближи средњој вредности, што такође говори о стабилности кретања овог степена, што је приказано на дијаграму 4.

За услове производње предузећа 1, са циклусом који је пројектован за трајање у једној радној смени и одговарајућој серији, да би процес био овладан, потребно је око 50 дневних снимака и око 1000 тренутних опажаја (око 20 по снимачком листу), а производно време циклуса је стохастичка променљива, која се креће по нормалној дистрибуцији.

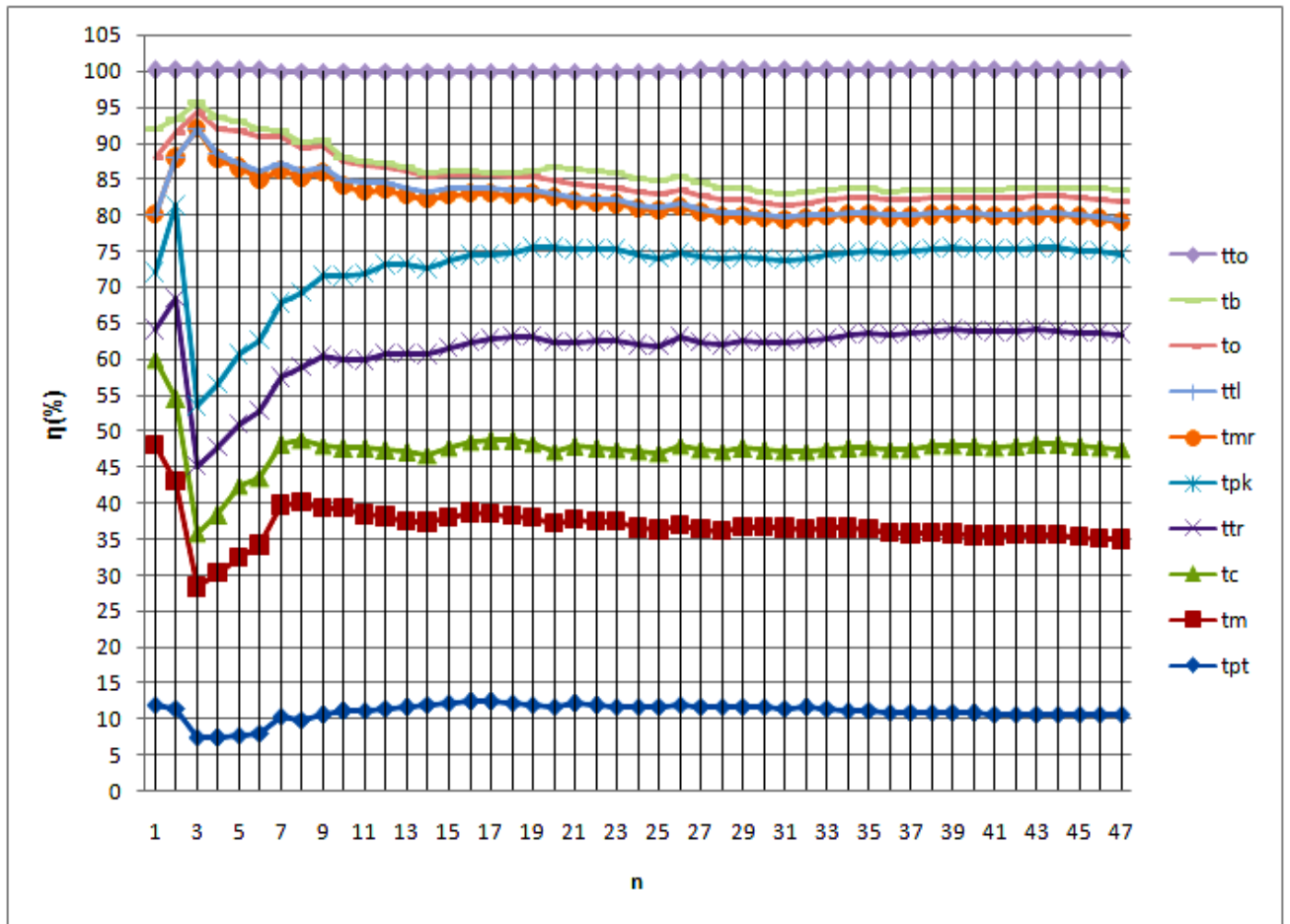
Овај пример показује да је хипотеза доказана и да је могуће применити модификовану МТЗ у праћењу производног циклуса МСП, што је оригинални приступ решавању овог проблема.



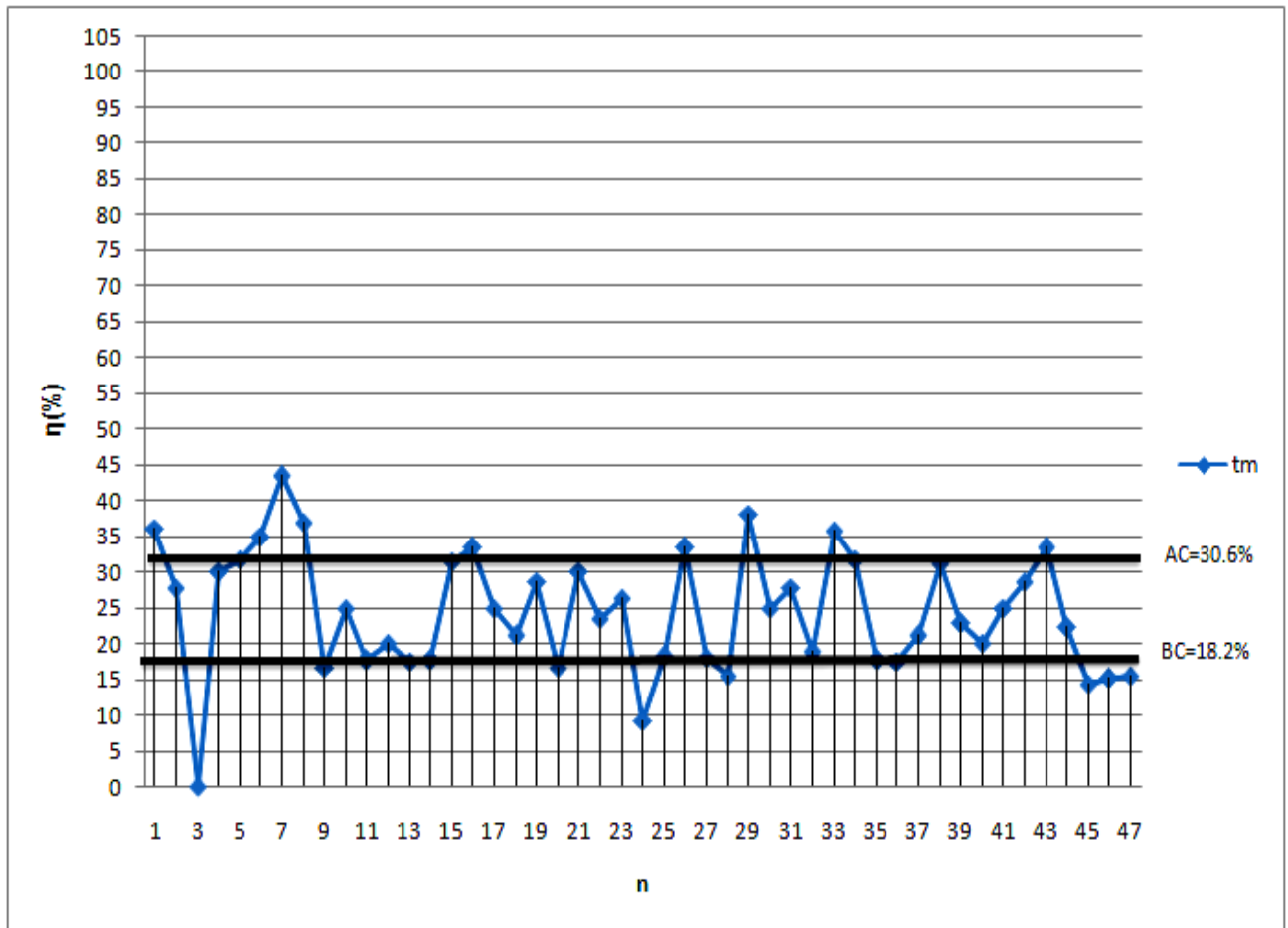
Дијаграм 3: Елемената времена производног циклуса у процентима за предузеће 1, за 2011.Годину

На дијаграмима 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 датасу кретања свих елемената рада. На дијаграму 3 се види да је средње продуктивно време t_{pr} у процентима 74,35, док су контролне границе; $AC = 96,06\%$ и $BC = 52,64\%$. Процес посматран по циклусима у времену је контролисан јер ни једна вредност, сем једног дана застоја због материјала, није ван контролних граница.

Овладаност процесом се види на дијаграму 4 где се види да се кумулативна вредност средњег продуктивног времена врло брзо приближила средњој вредности као асимптоти ($cc = 74,35\%$).



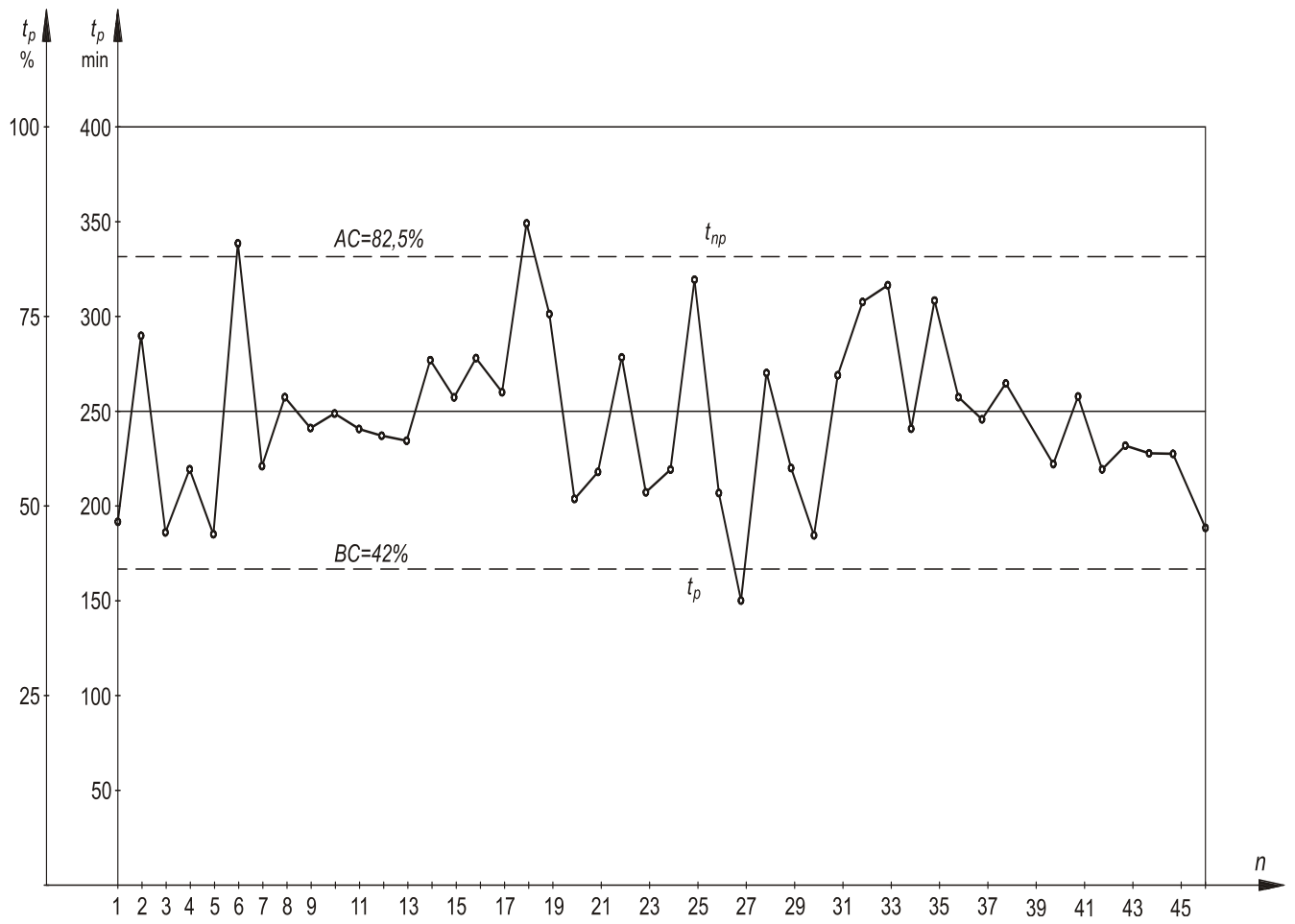
Дијаграм4: Кумулативни степен производног времена за предузеће 1.



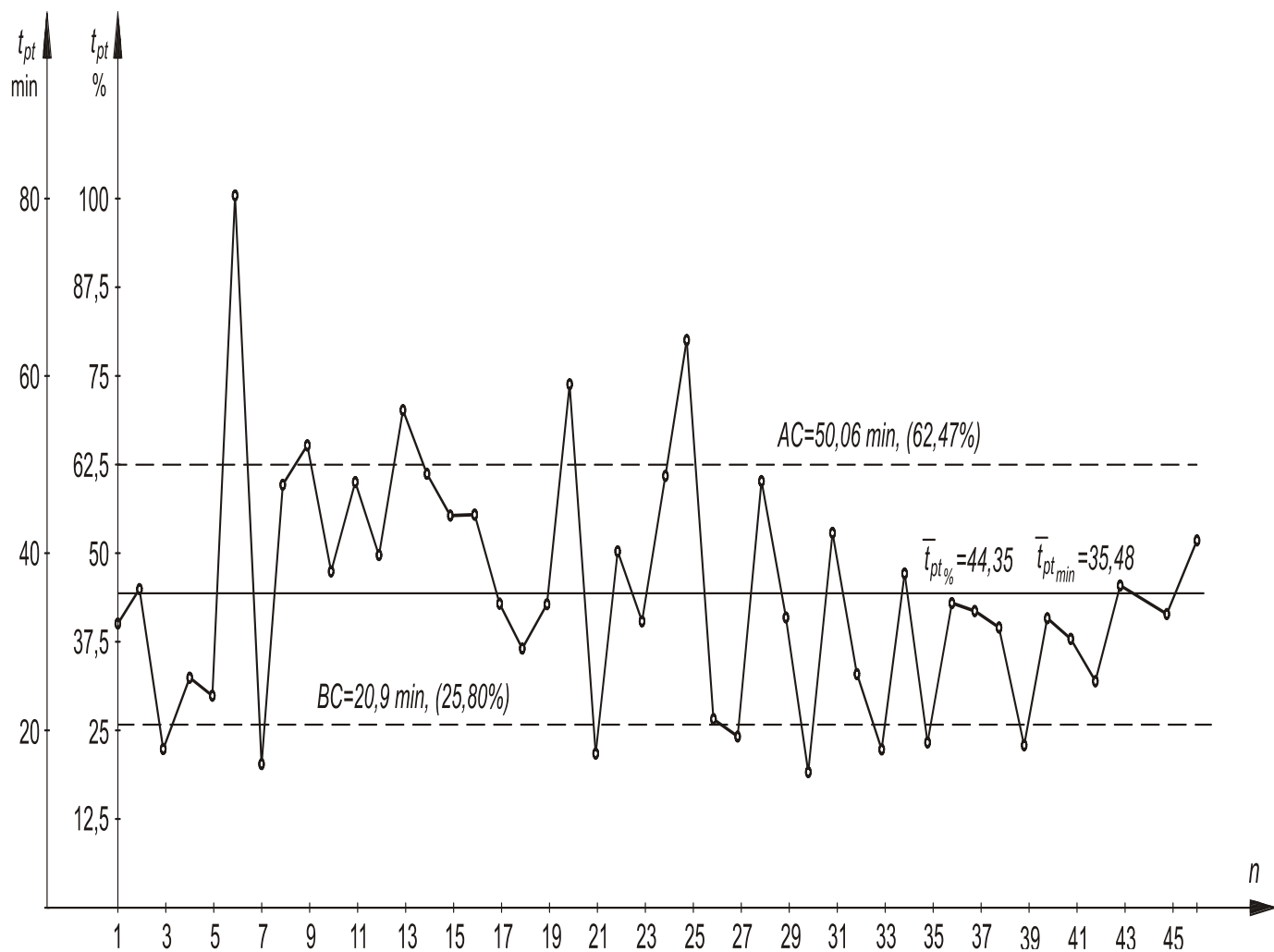
Дијаграм 5: Степен времена машине за 2011.годину

На дијаграму 5 дато је кретање највећег времена технолошког машинског t_m , где се види да је процес такође контролисан и да су контролне границе такође у уским границама; $CC = 24,4\%$; $AC = 30,6\%$ и $BC = 18,2\%$.

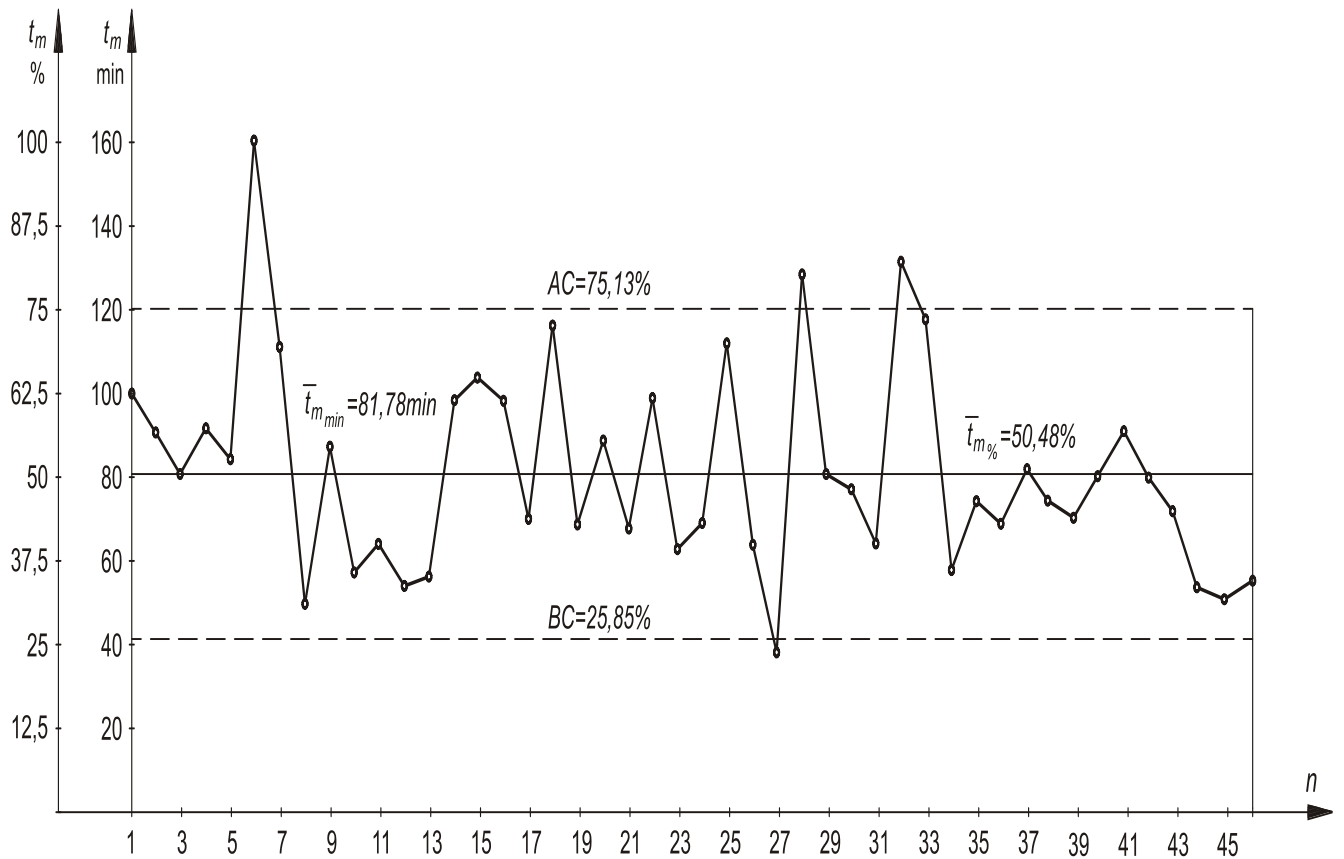
Дијаграм 6. приказује производно време, чија средња вредност износи 249 мин. или 62.25% укупног максималног времена дужине ЦП, док су контролне границе од 42% до 82,5%. Аналогно, дијаграм 7 показује да је средња вредност непроизводног времена 35,48 мин., 44%, док су границе 25.80 и 62.47%.



Дијаграм 6:Производно време за предузеће 1 у 2011. години

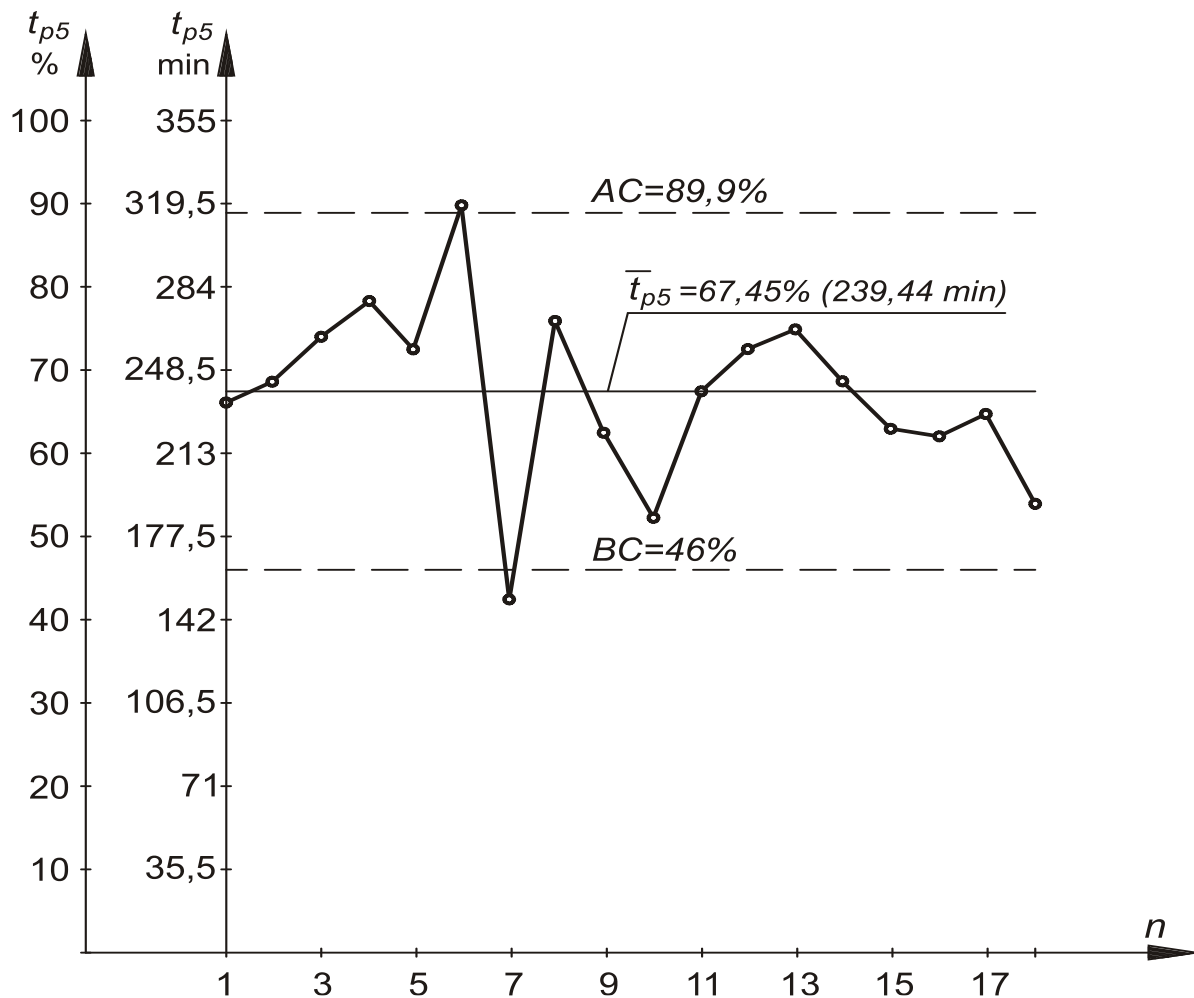


Дијаграм 7: Непроизводно време за предузеће 1 у 2011. години



Дијаграм 8:Машинско време за предузеће 1 у 2011.години

Дијаграм 8.показује машинско време које максимално износи 162 минута за циклус број 6, односно 100% . Евидентно је да је процес овладан, да само у једној тачки није у оквиру контролних граница, а у другој само незнатно. Средња вредност је $\bar{t}_m = 81.78min$, односно 50.48 %, са контролним границама AC = 75.13 % и BC = 25.85 %.



Дијаграм 9:Производно време за серије од 5 комада приказано у минутима за предузеће 1 у 2011.години

Резултати производних временских посматрања за серије са 5 комада приказани су на дијаграму 9. Резултати се свде на највишој вредности производног времена за 5 комада, тј. до циклуса број 46 са 355 минута трајања. Са дијаграма се може приметити да средња вредност производног времена за 5 комада серије и за 18 циклуса производње, износи 67.45% (239.44 мин.), у оквиру контролних граница $AC = 89.9\%$ и $BC = 46\%$, и да је тај процес веома добро контролисан.

У табели 3 видимо исте податке, али без група, са бројем праћених циклуса и бројем комада у серији тих циклуса, са укупном средњом вредности производног времена циклуса производње \bar{t}_p у процентима, које износи 76 %.

4.3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ ЗА 2011. ГОДИНУ, ПРЕДУЗЕЋЕ 2

Други експеримент праћења производног циклуса односи се на једну фабрику која производи војну и ватрогасну одећу. Резултати праћења производног циклуса дати су дијаграмски на сл.6 и сл.7. Снимања су вршена од 27.9.2011. до 13.11.2011. године. Праћено је 26 циклуса, који су имали различите одевне предмете и различите величине серија, од 9 до 117 комада, и времена трајања, од најкраћег 355 минута до најдужег 3700 минута, са тренутним опажањима од 21 до 90.

Показало се да, иако имамо различита трајања ЦП, са различитим учешћем по појединим елементима времена, рачунајући проценат према фреквенцијама и према времену, разлике у процентима су минималне, јасно за одговарајућу величину узорка, што је доказано математички (табела 4).

Табела 4а: Учешће елемената времена рада у циклусима производње за предузеће 2, за 2011. годину

Број	Датум	f	Време	Производно време $t_p f$					Непроизводно време $t_{np} f$					%	%
				$t_c \text{ min}$	t_{pt}	t_m	t_c	t_{tr}	t_{pk}	t_{mr}	t_{tl}	t_o	t_b			$t_{to}$	$t_p$	$t_{np}$
1	27.9.11.	37	900	5	12	5	2	4	1	0	3	0	5	75,7	24,3
2	28.9.11.	39	900	6	10	6	2	5	3	0	2	0	5	74,4	25,6
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Табела 4b: Процентуално учешће елемената времена рада у циклусима производње % за предузеће 2, за 2011.годину

Број	Датум	f	Време	Производно време $t_p f$					Непроизводно време $t_{np} f$					%	%
				$t_{c \min}$	t_{pt}	t_m	t_c	t_{tr}	t_{pk}	t_{mr}	t_{tl}	t_o	t_b			$t_{to}$	$t_p$	$t_{np}$
1	27.9.11.	37	900	13,5	32,4	13,5	5,4	10,8	2,7	0	8,11	0	13,5	75,7	24,3
2	28.9.11.	39	900	15,4	25,6	15,4	2	12,8	7,7	0	5,13	0	12,8	74,4	25,6
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

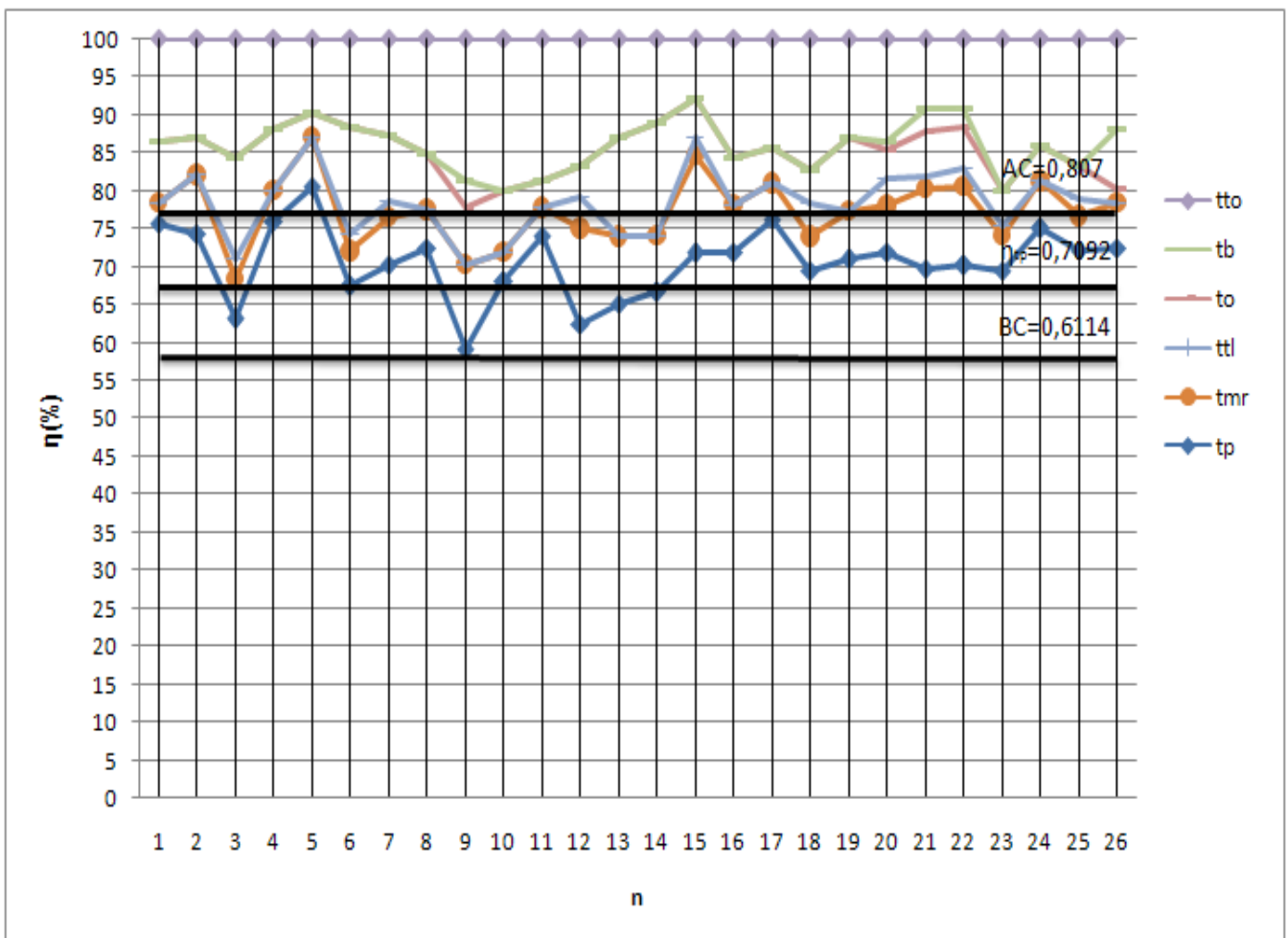
Табела 4c: Елементи циклуса производње по времену трајања (мин.) за предузеће 2, за 2011.годину

Број	Датум	f	Време	Производно време $t_p f$					Непроизводно време $t_{np} f$					%	%
				$t_{c \min}$	t_{pt}	t_m	t_c	t_{tr}	t_{pk}	t_{mr}	t_{tl}	t_o	t_b			$t_{to}$	$t_p$	$t_{np}$
1	27.9.11.	37	900	122	292	122	49	97	24	0	73	0	122	75,7	24,3
2	28.9.11.	39	900	138	231	138	46	115	69	0	46	0	115	74,4	25,6
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
n	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Са дијаграма 10 и 11 се види да су кретања степена елемената времена производних циклуса врло слична онима из првог предузећа. Иако је број праћених производних циклуса код овог предузећа значајно мањи – 26, стохастичка променљива, степен производног времена је стабилнији. Минимално одступање од контролних граница имају само две тачке (два узорка производног циклуса), број 5 који прелази горњу контролну границу. АС за 0,57% (0,8064 – 0,8007) и доња тачка бр.9 која прелази границу ВС за 1,84% (0,5926 – 0,611).

Средња вредност степена производног времена $n_{tp} = 0,7092$, горња контролна граница $AC = 0,807$, а доња контролна граница $BC = 0,611$. Просечни степени елемената времена рада износе : $n_{tpt} = 0,1167$; $n_{tm} = 0,2334$; $n_{tc} = 0,1454$ $n_{tr} = 0,0871$ и $n_{tpk} = 0,1266$, за производно време, односно збирно $n_{tp} = 0,7092$ и $n_{tmr} = 0,0664$ $n_{tl} = 0,0135$; $n_{to} = 0,0637$; $n_{tb} = 0,009$ и $n_{tto} = 0,1382$ за непроизводно време, или збирно $n_{tnp} = 0,2908$.

Ако упоредимо ове степене са степенима првог предузећа видимо да у свим елементима времена нема значајнијих одступања, највећи су степени машинског времена $n_{tm1} = 0,246$ и $n_{ttr2} = 0,2334$, затим степен времена за транспорт $n_{ttr1} = 0,152$, док је код другог предузећа овај степен значајно мањи $n_{ttr2} = 0,0871$, степен времена контроле и времена паковања не одступају значајније код производног времена, док је код непроизводног времена, у оба случаја, степен осталих времена приближан збиру остала четири, $n_{tto} = 0,165$ и $n_{tto2} = 0,1382$.



Дијаграм 10: Степен елемената времена производног циклуса за предузеће 2

Обрада података је урађена на исти начин као за предузеће 1, према структури података у табели 1, па смо за податке за предузеће 2 добили податке у табели 4 и табели 5. У табелама су дати подаци о средњим вредностима и SD_p , за групе снимака производних циклуса по величини серија, тако имамо 11 група од најмање 9 комада у серији, до навеће, са 115 комада у серији. У табели 4 су дате величине група са бројем комада у серији, за време производног циклуса по комаду t_{pc} и производно време t_p , као и њихове средње вредности по групама и SD_p у% за t_p .

У табели 5 су дате средње вредности за (\bar{t}_p) и (t_{pcu}) , SD_p , број снимљених производних циклуса по групама, као и број комада у серијама у тим циклусима.

Због размере цртања на дијаграму, у табели је дат и логаритам броја комада у серији ($\log \text{unit/ser}$), па су кретања приказаних елемената времена рада дата на дијаграму 11.

Табела 5: Број циклуса и број комада у серији за предузеће 2, за 2011. годину

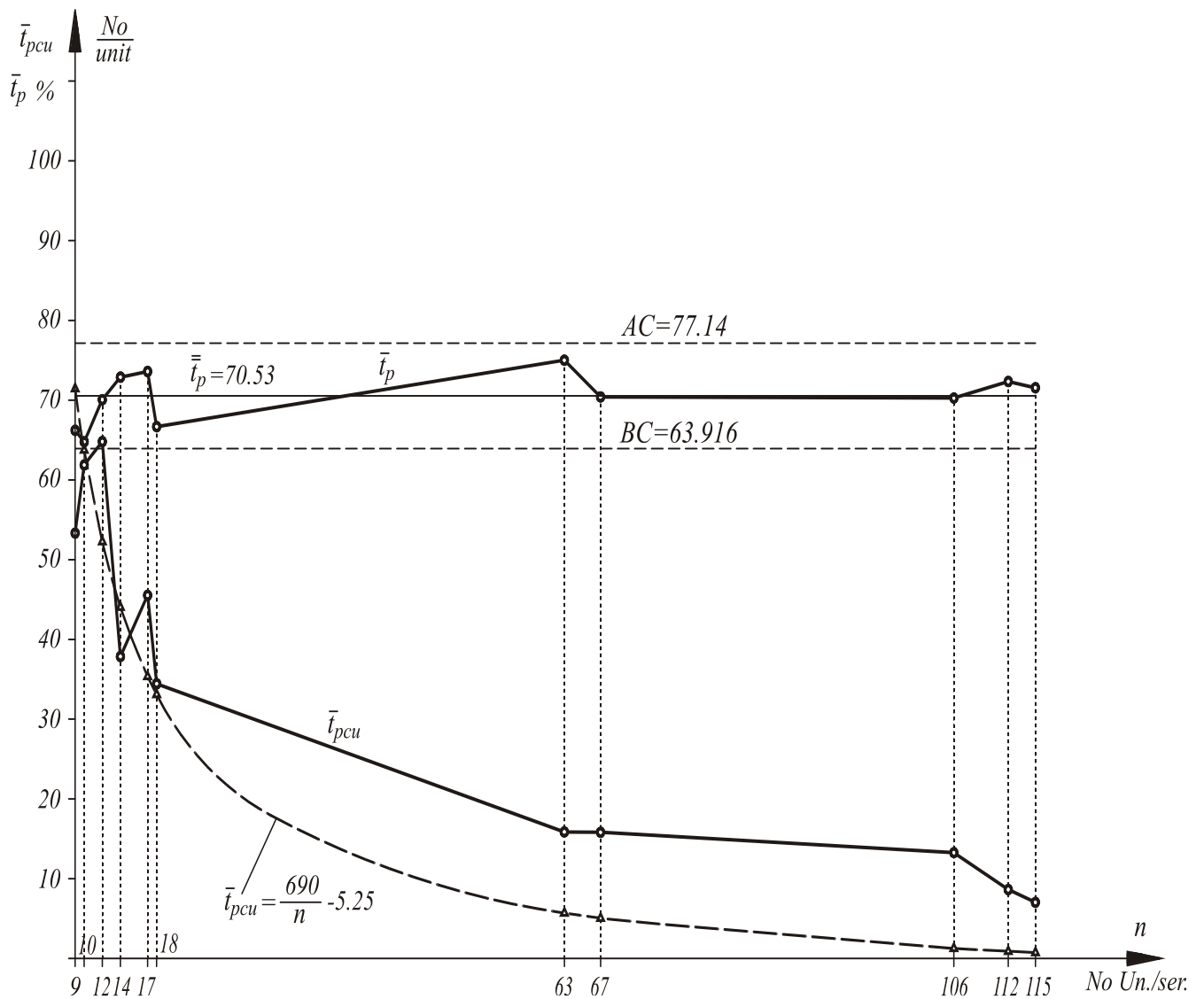
No	No of cycle (fi)	unit/ser	\bar{t}_{pcu} (unit/ser)	\bar{t}_{pi} (%)	SD_{tp}	log (unit/ser)
1	2	9	53.33	66.21	0.99	0.954
2	3	10	61.87	64.77	5.64	1
3	3	12	64.80	70.05	2.07	1.079
4	2	14	37.86	72.88	3.32	1.146
5	6	17	45.53	73.59	5.22	1.23
6	1	18	34.44	66.67	0.00	1.255
7	1	63	15.87	75.00	0.00	1.799
8	1	67	15.82	70.40	0.00	1.826
9	3	106	13.27	70.26	1.22	2.021
10	1	112	8.64	72.33	0.00	2.049
11	3	115	7.04	71.55	0.41	2.061
	N=26			$\bar{t}_p = 70.53$ (%)		

Средња вредност свих група добијених према формули (1) је $\bar{t}_p = 70.53 \%$, а креће се у границама, од доње контролне границе $BC = 63,92 \%$ до горње контролне границе $AC = 77,14 \%$. Стратификација група поново није успела, јер према формули (8) $SD = 4,6\%$, а према формули (5) $\hat{\sigma} = 4,584 \%$, што је приближно једнако, па се може рећи да стратификација поново није успела, као и код предузећа 1. Из табеле 5 и са дијаграма 11 види се да је зависност коефицијената протока утврђена са тешкоћом.

Кретање $t_{p_{ци}}$ се такође може апроксимирати сличном функцијом, као и код предузећа 1, према формули (4), само што је број комада у серији логаритмиран због размере на цртежу .

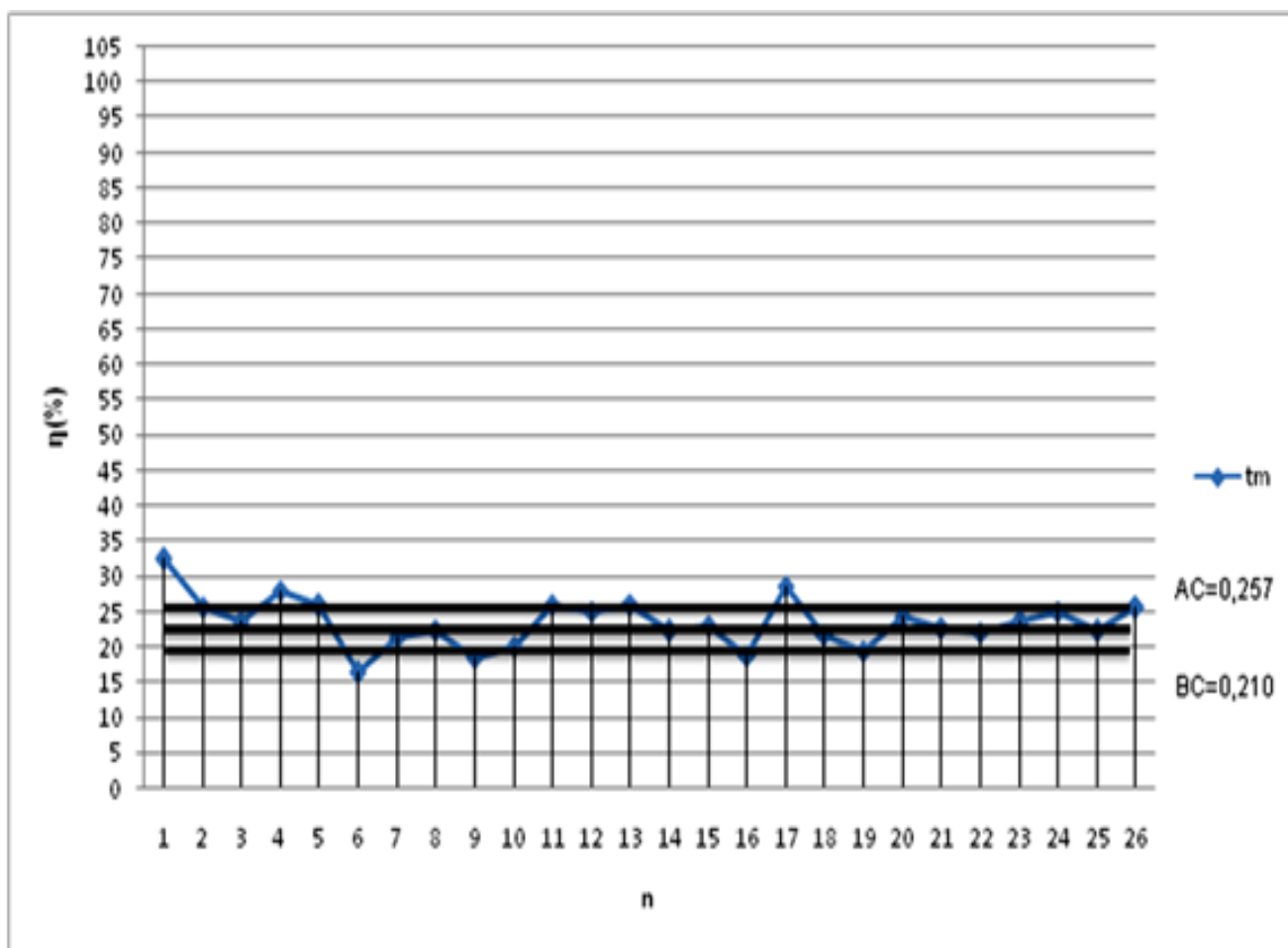
$$(\bar{t}_{p_{ци}}) = C + b/\log (11)$$

где је $c = - 5.25 ; b = 690$.



Дијаграм 11.Кретање средњих вредности производног времена t_p и средњих вредности производног циклуса по комаду у серији t_{pcu} за предузеће 2 за 2011.годину

На дијаграму 12.Дат је приказ степена времена машине за предузеће 2 за 2011.годину.



Дијаграм 12: Степен времена машине за предузеће 2, за 2011.годину

Показало се да је у предузећу 1 могуће одредити оптималну серију преко коефицијента протока, док је код предузећа 2 немогуће направити стратусе по броју комада у серији, јер производни програм садржи серије са врло ризичним бројем комада, и врло великим разликама у трајању времена израде једног комада. Зато је тај прорачун изостао.

С обзиром на ове резултете анализа би требала да се усмери на проблем елемената транспортног времена, које се можда може смањити. Такође би требало размотрити, са математичке тачке гледишта, поделу елемената времена осталих застоја, тако што ћемо посебно издвојити најзначајније унутар њега.

Ово показује да и у пројектовању експеримента и у поновљеном снимању треба водити рачуна о могућој величини и фреквенцији и да ли ће се уопште појавити пројектовани (предвиђени) застоји по врсти. Технички степен елемената машинског времена врло мало одступа од контролних граница (дијаграм 12), које $\eta_{tm} = 0,2334$ износе : $AC = 0,2570$ и $BC = 0,2097$.

4.4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ ЗА 2012. ГОДИНУ, ПРЕДУЗЕЋЕ 1

У 2012. години извршено је снимање у два предузећа. Поновљено је снимање у предузећу 1, и снимљени су циклуси производње у трећем предузећу, које је текстилно предузеће са свега 20 запослених. Снимање је извршено у периоду од 23.10.2012. до 2.11.2012, а у трећем од 11.6.2012. до 5.7.2012. Организација редоследа операција у предузећима, у којима је извршено снимање, била је узастопна, а ток процеса прекидни.

Експериментално истраживање је спроведено у истим условима годину дана касније, у септембру 2012. у предузећу 1. Резултати су представљени само шематски због обима података. Смањењем је обухваћено 30 циклуса са 644 опсервација. Време ЦП у распону трајања од 178-331 мин. У 2012. години, након перцепције недостатака и фактора који су негативно утицали на време ЦП у 2011. години и уоченог уског грла производње, инвестирано је у машину која је укључена у производњу, тако да је дошло до значајног смањења времена ЦП, од просечних 326 мин. до 233 мин. То је довело до смањења свих временских компоненти ЦП, производних и непроизводних времена. Производно време је смањено са 244 мин. на 194 мин., док је непроизводно време смањено са 82 мин. на 39 мин. Учешће производног времена са 83.26% у 2012. у поређењу са 74.26% у 2011. години указује на то да је смањено време ЦП, односно да је смањено непроизводно време, где посебно имамо утицај људског фактора. Кретање циклуса производње и учешће производних и непроизводних времена представљени су у процентима на дијаграму 13.

Снимање се одвија према случајно одабраним временима, која су унесена у снимачки лист. Снимачки лист се односи на један производни циклус, а у њега се уноси број појединих елемената рада - фреквенција. На тај начин за предузеће 1 формирамо податке у табели 6. На основу фреквенција најпре израчунамо % појединих елемената, у односу на укупан производни циклус у табели 7, а затим на основу % трајања производног циклуса, који је снимљен аналитички, време трајања појединих елемената времена рада у табели 8.

Из табела се види да је снимано 30 циклуса и да је број запажања био између 17 и 26, а просечни 21. Укупно је било 644 опажаја. Просечно трајање производног циклуса, које је аналитички снимано, било је 233 минута.

У оквиру производног времена најзначајнији проценат се односи 25,29% на технолошко машинско време, а затим на припремно-завршно време 16,82%, што је укупно 42,11%, што чини технолошко време t_t . Може се запазити да је за предузеће 1 проценат припремно-завршног времена велик, па би његовим смањивањем производни циклус могао бити смањен.

Ово време је 2011. године, за готово исто технолошко време, износило свега 10,7%. Разлог овоме може бити што је фабрика у фази проширења својих капацитета, па тиме и реконструкције погона.

Табела 6: Елементи времена рада производног циклуса у процентима за предузеће 1, за 2012.годину

Р. бр.	Датум	No	Време		t (мин)	Производно време t_p					Непроизводно време t_{np}					t_p %	t_{np} %	Број комада
			Почетак	Крај		t_{pt}	t_m	t_c	t_{tr}	t_{pk}	t_{mr}	t_{tl}	t_o	t_b	t_{to}			
						%	%	%	%	%	%	%	%	%	%			
1	23.10.2012.	17	6:49	10:25	216	17.65	23.53	11.76	11.76	17.65	0.00	0.00	0.00	0.00	17.65	82.35	17.65	5
2	23.10.2012.	17	6:49	10:25	216	11.76	29.41	35.29	17.65	5.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	5
3	23.10.2012.	20	7:42	10:40	178	15.00	30.00	15.00	15.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	90.00	10.00	5
4	23.10.2012.	22	7:42	10:40	178	18.18	27.27	13.64	4.55	13.64	0.00	0.00	0.00	0.00	22.73	77.27	22.73	5
5	23.10.2012.	25	6:21	11:05	284	8.00	20.00	20.00	28.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	84.00	16.00	5
6	23.10.2012.	26	7:20	11:20	240	41.54	19.23	15.38	11.54	11.54	3.85	0.00	0.00	0.00	26.92	69.23	30.77	7
7	24.10.2012.	15	7:06	10:20	194	13.33	20.00	40.00	13.33	13.33	0.00	0.00	0.00	0.00	13.33	86.66	13.33	6
.																		
23	31.10.2012.	23	6:36	11:40	304	21.74	30.43	8.70	17.39	13.04	0.00	0.00	0.00	0.00	8.70	91.30	8.70	10
24	31.10.2012.	25	4:59	10:30	331	24.00	16.00	8.00	12.00	16.00	4.00	0.00	0.00	0.00	20.00	76.00	24.00	12
25	01.11.2012.	24	7:00	11:45	285	20.83	16.67	16.67	12.50	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	83.33	16.67	9
26	01.11.2012.	23	6:40	11:15	275	26.09	21.74	17.39	13.04	13.04	0.00	0.00	0.00	0.00	8.70	91.30	8.70	10
27	01.11.2012.	24	7:11	11:15	244	12.50	25.00	12.50	16.67	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	83.33	16.67	6
28	02.11.2012.	17	6:20	10:15	235	17.65	29.41	11.76	17.65	11.76	0.00	0.00	0.00	0.00	11.76	88.24	11.76	5
29	02.11.2012.	24	7:00	11:05	245	12.50	25.00	12.50	16.67	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	20.83	79.17	20.83	6
30	02.11.2012.	25	7:22	11:30	248	20.00	20.00	12.00	12.00	12.00	8.00	0.00	0.00	0.00	16.00	76.00	24.00	4
	Σ	644			6978	504.73	759	462	471	355	43	0	9	4	436	2508	492	
	\bar{X}	21			233	16.82	25.29	15.41	15.70	11.83	1.42	0.00	0.31	0.15	14.53	83.60	16.40	
	SD	3			36	6.51	6.52	7.37	5.75	4.48	2.59	0.00	1.19	0.79	5.43	6.79	6.79	

Табела 7: Фреквенције опажаја времена производног циклуса у предузећу 1, за 2012.годину

Р. бр.	Датум	No	Време		Производно време t_p					Непроизводно t_{np}					Број комада
			Почетак	Крај	t_{pt}	t_m	t_c	t_{tr}	t_{pk}	t_{mr}	t_u	t_o	t_b	t_o	
1	23.10.2012.	17	6:49	10:25	3	4	2	2	3	0	0	0	0	3	5
2	23.10.2012.	17	6:49	10:25	2	5	6	3	1	0	0	0	0	0	5
3	23.10.2012.	20	7:42	10:40	3	6	3	3	3	0	0	0	0	2	5
4	23.10.2012.	22	7:42	10:40	4	6	3	1	3	0	0	0	0	5	5
5	23.10.2012.	25	6:21	11:05	2	5	5	7	2	0	0	0	0	4	5
6	23.10.2012.	26	7:20	11:20	3	5	4	3	3	1	0	0	0	7	7
7	24.10.2012.	15	7:06	10:20	2	3	4	2	2	0	0	0	0	2	6
8	24.10.2012.	16	7:06	10:20	2	8	1	3	1	0	0	0	0	1	5
9	24.10.2012.	21	6:46	10:20	2	4	3	5	4	0	0	0	0	3	7
10	24.10.2012.	18	6:46	10:20	1	5	3	6	1	0	0	0	0	2	7
.															
21	29.10.2012.	25	8:15	12:10	4	5	4	3	4	0	0	1	0	4	7
22	31.10.2012.	22	7:11	11:20	4	6	3	3	1	2	0	0	0	3	5
23	31.10.2012.	23	6:36	11:40	5	7	2	4	3	0	0	0	0	2	10
24	31.10.2012.	25	4:59	10:30	6	4	2	3	4	1	0	0	0	5	12
25	01.11.2012.	24	7:00	11:45	5	4	4	3	4	0	0	0	0	4	9
26	01.11.2012.	23	6:40	11:15	6	5	4	3	3	0	0	0	0	2	10
27	01.11.2012.	24	7:11	11:15	3	6	3	4	4	0	0	0	0	4	6
28	02.11.2012.	17	6:20	10:15	3	5	2	3	2	0	0	0	0	2	5
29	02.11.2012.	24	7:00	11:05	3	6	3	4	3	0	0	0	0	5	6
30	02.11.2012.	25	7:22	11:30	5	5	3	3	3	2	0	0	0	4	4

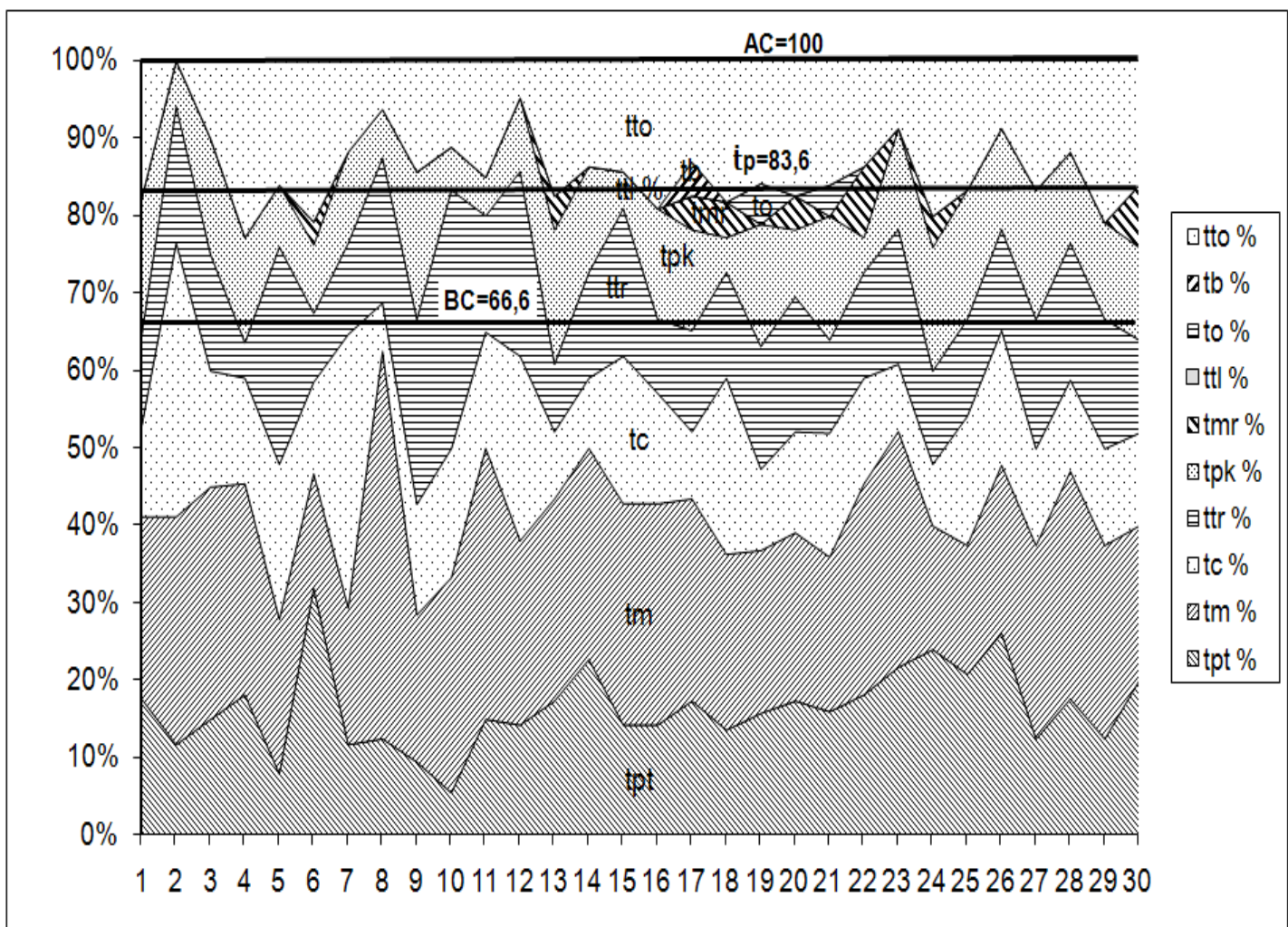
Табела 8: Елементи времена рада производног циклуса за предузеће 1, у минутима, за 2012.годину

			Време		t _c (мин)	Производно време t _p					Непроизводно време t _{np}					t _p Мин	t _{np} мин	Број комада		
Р. бр.	Datum	n _i	Почетак	Крај		t _{pt}	t _m	t _c	t _{tr}	t _{pk}	t _{mr}	t _{ci}	t _o	t _b	t _{to}				Мин	мин
						мин	мин	Мин	мин	мин	мин	мин	мин	Мин						
1	23.10.2012.	17	6:49	10:25	216	38.10	50.80	25.40	25.40	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00	38.10	177.90	38.10	5		
2	23.10.2012.	17	6:49	10:25	216	25.40	63.50	76.20	38.10	12.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	216.00	0.00	5		
3	23.10.2012.	20	7:42	10:40	178	26.70	53.40	26.70	26.70	26.70	0.00	0.00	0.00	0.00	17.80	161.10	17.80	5		
4	23.10.2012.	22	7:42	10:40	178	32.40	48.50	24.30	8.10	24.30	0.00	0.00	0.00	0.00	40.50	137.50	137.50	5		
5	23.10.2012.	25	6:21	11:05	284	22.70	56.80	56.80	79.50	22.70	0.00	0.00	0.00	0.00	45.40	238.60	45.40	5		
6	23.10.2012.	26	7:20	11:20	240	27.70	46.20	36.90	27.70	27.70	9.20	0.00	0.00	0.00	64.60	166.20	73.80	7		
7	24.10.2012.	15	7:06	10:20	194	25.90	38.80	77.60	25.90	25.90	0.00	0.00	0.00	0.00	25.90	168.10	25.90	6		
8	24.10.2012.	16	7:06	10:20	194	24.30	97.00	12.10	36.40	12.10	0.00	0.00	0.00	0.00	12.10	181.90	12.10	5		
...																				
21	29.10.2012.	25	8:15	12:10	235	37.60	47.00	37.60	28.20	37.60	0.00	0.00	9.40	0.00	37.60	188.00	47.00	7		
22	31.10.2012.	22	7:11	11:20	249	45.30	67.90	34.00	34.00	11.30	22.60	0.00	0.00	0.00	34.00	192.40	56.60	5		
23	31.10.2012.	23	6:36	11:40	304	66.10	92.50	26.40	52.90	39.60	0.00	0.00	0.00	0.00	26.40	277.60	26.40	10		
24	31.10.2012.	25	4:59	10:30	331	79.40	53.00	26.50	39.70	53.00	13.20	0.00	0.00	0.00	66.20	251.60	79.40	12		
25	01.11.2012.	24	7:00	11:45	285	59.40	47.50	47.50	35.60	47.50	0.00	0.00	0.00	0.00	47.50	237.50	47.50	9		
26	01.11.2012.	23	6:40	11:15	275	71.60	59.80	47.80	35.90	35.90	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	251.10	23.90	10		
27	01.11.2012.	24	7:11	11:15	244	30.50	61.00	30.50	40.70	40.70	0.00	0.00	0.00	0.00	40.70	203.30	40.70	6		
28	02.11.2012.	17	6:20	10:15	235	41.50	69.10	27.60	41.50	27.60	0.00	0.00	0.00	0.00	27.30	207.40	27.60	5		
29	02.11.2012.	24	7:00	11:05	245	30.60	61.30	30.60	40.80	30.60	0.00	0.00	0.00	0.00	51.00	194.00	51.00	6		
30	02.11.2012.	25	7:22	11:30	248	49.60	49.60	29.80	29.80	29.80	19.80	0.00	0.00	0.00	39.70	188.50	59.50	4		
	Σ	64					6	1	17	1055	1093	837	104	0	22	10	1022	5820	1256	
	\bar{X}	21					2	3	58	35	36	28	3	0	1	0	34	194	42	
	SD	3					3	1	13	15	14	12	6	0	3	2	14	31	25	

Проценти нетехнолошких времена су релативно велики, за време контроле износе 15,41%, за време транспорта 15,70% и за паковање 11,83%, тако да укупно нетехнолошко време износи 42,94%. У односу на 2011.годину, дошло је до већег повећања процента времена контроле, јер је 2011. године износио 12,7%.

Код непроизводног времена већи застоји су били 1,42% због недостатка материјала и због осталих застоја 14,53%. Укупно је проценат застоја износио 16,41%, што је приближно оним из 2011. године. Може се рећи да очигледни застоји укупно нису велики, али вероватно се преливају код мањег интензитета рада, код нетехнолошког времена.

Да би се приказала динамика кретања и дала тенденција података, резултати су дати и дијаграмски. На дијаграму 13 дата су кретања елемената рада преко полигона. Поља између двеју линија означавају величину елемента времена производног циклуса. Са дијаграма се види да нема превеликих осцилација по појединим циклусима између највећих и најмањих вредности.



Дијаграм 13: Елементи времена рада производног циклуса у предузећу 1, за 2012. годину

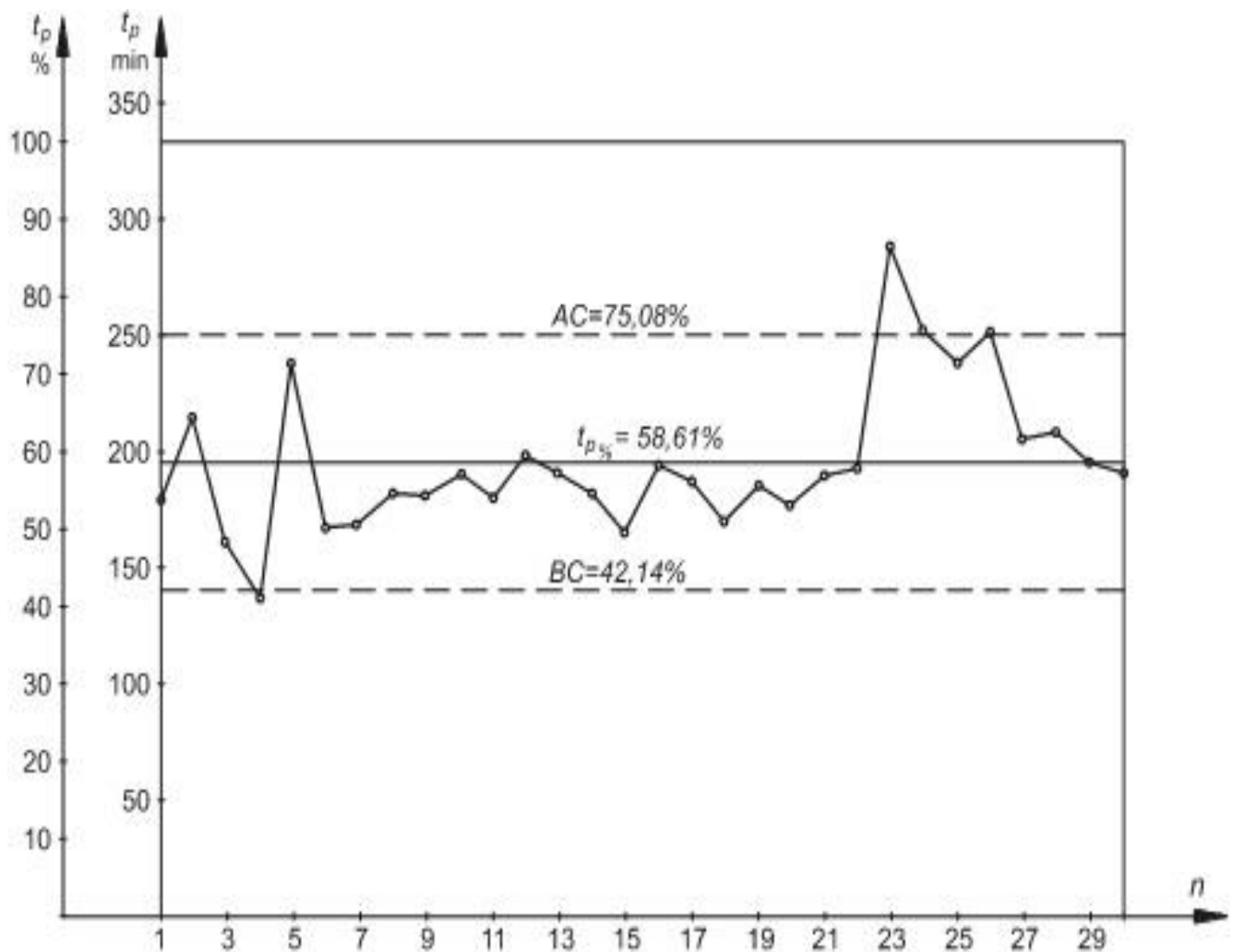
Ово се може потврдити и укупним кретањем производног времена t_p на дијаграму 13. Са дијаграма се види да су све тачке вредности t_p унутар контролних граница које су одређене по формули:

$$\begin{aligned} KG &= \bar{t}_p \pm 3SD \cdot \bar{t}_p \\ &= 83,6 \pm 3 \cdot 0,0679 \cdot 83,6 \end{aligned}$$

$$GKG = 100,6$$

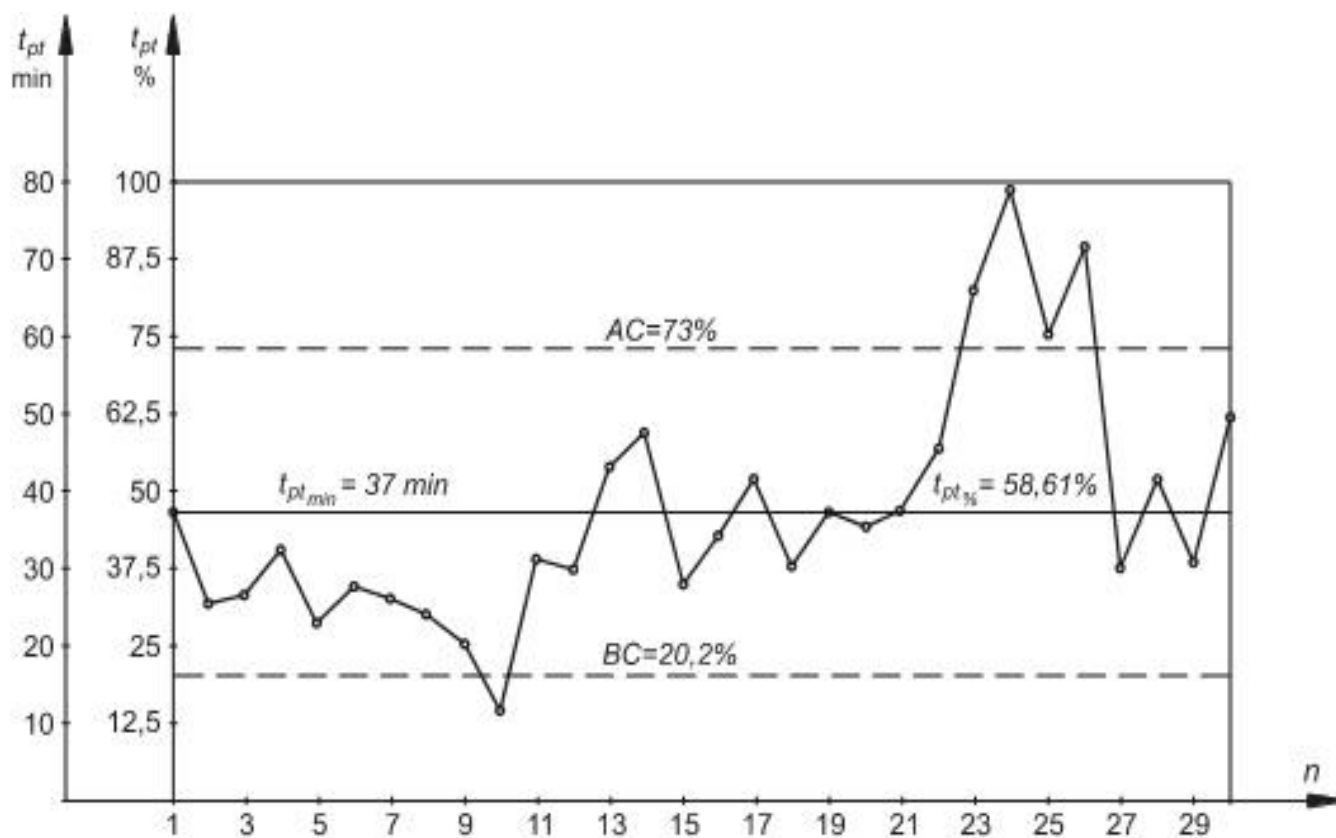
$$DKG = 66,6$$

На дијаграму 14 види се да је процес у потпуности савладан, јер се све вредности крећу у оквиру контролних граница. Ако представљен тренд кретања производног времена t_p у минутама редукујемо, у % добијамо дијаграм 14 где се виде вредности $\bar{t}_{p \min} = 58.61\%$ или 194 min., $SD_{tp \min} = 31 \text{ min.}$ или 9.37 %, и контролне границе $AC = 75.08\%$ и $BC = 42.14\%$, са одступањем за циклус $N_o 23$, који је изван границе AC , и циклус $N_o 4$, који је незнатно изван границе BC .

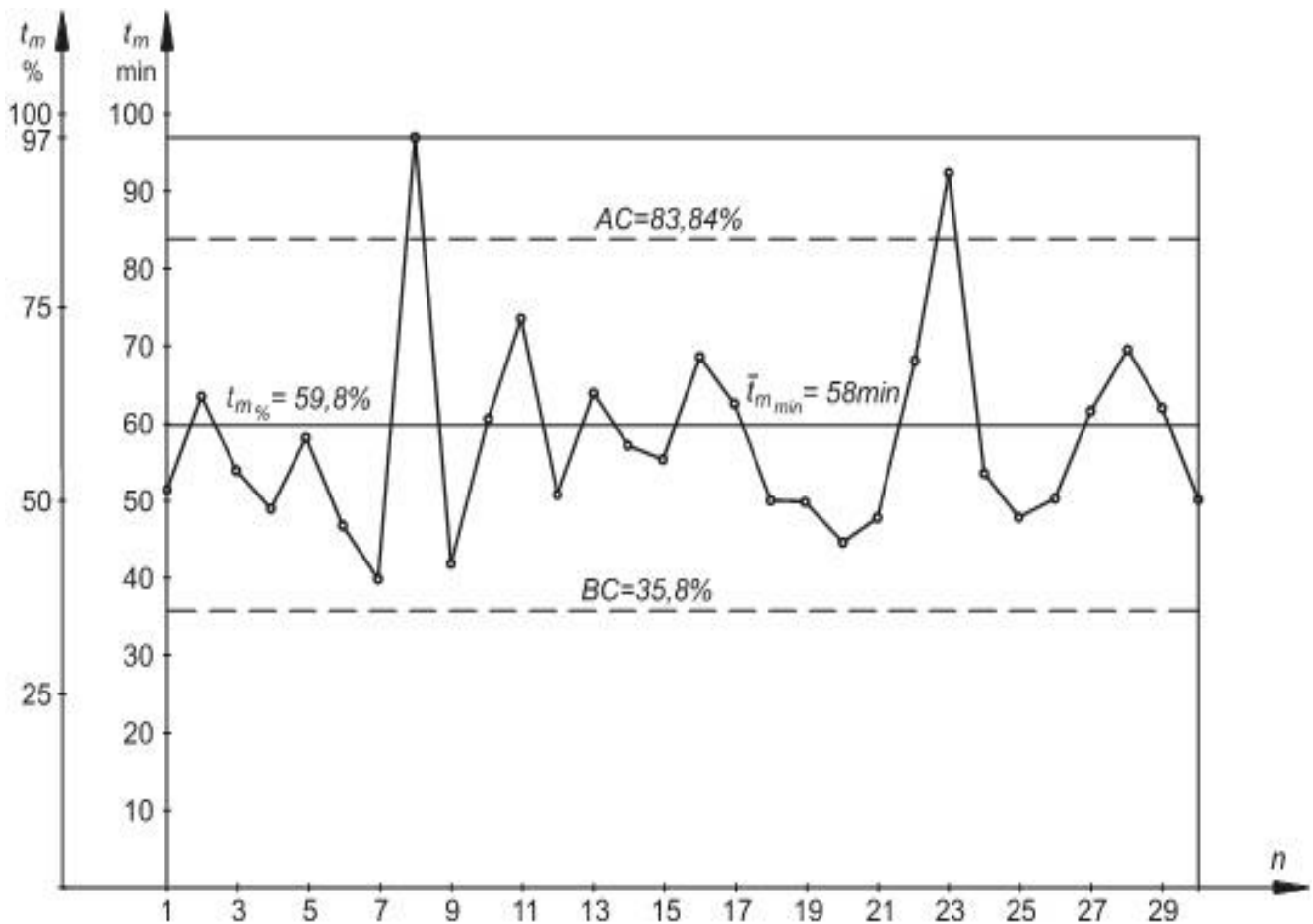


Дијаграм14:Кретање производног времена за предузеће 1, за 2012.годину

На дијаграмима 15 и 16 дат је приказ кретања производног времена и машинског времена у минутима.Тренд кретања најзначајнијих компоненти ЦП, приказаних на исти начин, време t_{pi} и главно техничко технолошко време t_m , такође генерише повољнија кретања од оних у 2011.години. На дијаграму се види да је одступање од контролних граница КГ у пет тачака, док је у 2011.години било чак 13 одступања. Процес кретања производног времена у 2012.години скоро да је у потпуности овладан, и не разликује се од оног у 2011.години.



Дијаграм 15: Кретање производног времена редуковано у минуте за предузеће 1, у 2012. години



Дијаграм 16: Кретање машинског времена изражено у минутима за предузеће 1, у 2012. години

Треба напоменути да је то последица детерминистичког фактора повезаности са режимом рада машине, као и капацитет искоришћености машина са оптималним прорачунима за повећање режима рада од елиминисања уских грла, док су све остале компоненте времена ПЦ под утицајем низа фактора повезаних са човеком, и они су стохастичког карактера.

Посматрајући кретање производног времена редуковано у минуте, за предузеће 1 у 2012.години, очигледно је да је време циклуса драстично смањено по комаду и серији (дијаграм 15). Средње вредности броја комада у серијиредуковане су $\bar{t}_{pcu\ u./ser.} = 31.27\ min$, док је смањење броја серије у тим временским циклусима $\bar{t}_{pcu/cik.} = 37.7\ min$. Упоредјујући их са подацима за 2011.годину можемо видети да је смањење времена за $t_{pcu\ u\ min/ser}$ било до 21.95 мин., а за по 21.12 мин.

У табели 9 су дате средње вредности производног циклуса за серије са истим бројем комада \bar{t}_p , средње вредности производног циклуса по броју комада у серији $\bar{t}_{pcu/ser}$, и средње вредности производног циклуса по комаду у серији \bar{t}_{pcu} .

Табела 9: Средње време производног циклуса по комаду и серији за предузеће 1, за 2012. годину

Ред. бр.	х	Бр. сер.	У	мин /ком/сер	%
1	4			48	85,71
2				51	78,26
3				62	76
4		3		53,7	80
5	5			43,2	82,35
6				43,2	100
7				35,6	90
8				35,6	77,27
9				56,8	84
10				38,8	93,75
11				41,8	85
12				41,8	95,24
13				41,6	86,36
14				47,6	78,26
15			49,8	77,27	
16			47	88,24	
17		12		40,5	86,5
18	6			32,3	86,66
19				40	80,95
20				40,7	83,33
21				40,8	79,17
22		4		38,5	82,5
23	7			34,3	69,23
24				23,8	85,71
25				23,8	88,89
26				31,3	77,27
27				33,6	78,95
28				33,6	80
29		6		30,1	80
30	8	1		30,6	78,26
31	9	1		31,7	83,33
32	10			30,4	91,3
33				27,5	91,3
34		2		29	91,3
35	12	1		27,6	75
		Σ		281,7	658,63

$$\bar{t}_p = \frac{658,63}{8} = \boxed{82,33}$$

$$\bar{t}_{pcu/ser} = \frac{281,7}{8} = \boxed{35,21}$$

На дијаграму 17 се види да, када се изврши стратификација података по серијама са истим бројем комада, која је дата у табели 9, средња вредност производног времена је нешто нижа и износи 82,33%, односно 192 минута.

Просечно време стратификованих средњих вредности производног циклуса по броју комада у серији $\bar{t}_{p\ u\ ser} = 37,7\ \text{minuta}$, док се средња вредност производног циклуса по комаду у серији $\bar{t}_{p\ cu}$ креће по кривој коју смо добили апроксимацијом вредности 8, тачака за $\bar{t}_{p\ cu}$, по функцији $y = \frac{a}{x} + b$, где су а и б добијени помоћу методе најмањих квадрата, а по формулама:

$$a \sum_{i=1}^n \frac{1}{x^2} + b \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x} \dots \dots \dots (1)$$

$$a \sum_{i=1}^n \frac{1}{x} + N \cdot b = \sum_{i=1}^n y_i \dots \dots \dots (2)$$

Добијено је $a = 239, b = -7,363$.

$$y_1 = \frac{239}{4} - 7,363 = 52,387$$

$$y_2 = 40,437$$

$$y_3 = 32,47$$

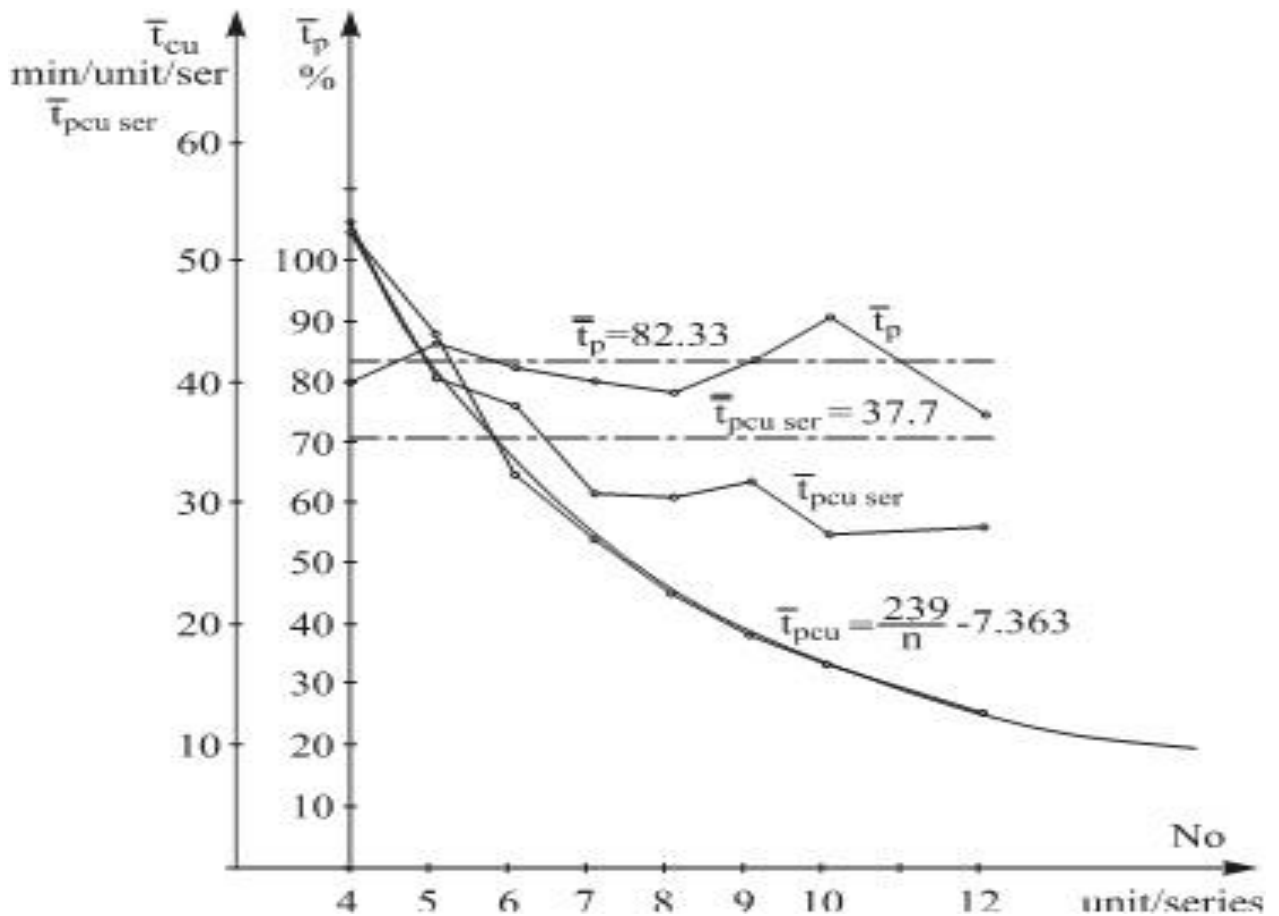
$$y_4 = 26,78$$

$$y_5 = 22,51$$

$$y_6 = 19,19$$

$$y_7 = 16,54$$

$$y_8 = 12,55$$



Дијаграм 17: Кретање средње вредности производног времена \bar{t}_p , средњих вредности производног циклуса по броју комада у серији $\bar{t}_{pcu/ser}$, и средњих вредности производног циклуса по комаду у серији \bar{t}_{pcu} за предузеће 1

Са дијаграма се види да број комада у серији може бити већи од постојећих и да серија од 12 комада има значајно мање време од оне са 9 комада. То значи да у производњи треба настојати да серија буде са најмање 12 комада, међутим, поставља се питање у вези са даљим праћењем, да ли ће доћи до нарушавања оптималне организације радних места и нагомилавања комада, а самим тим и до поново повећања времена по комаду.

4.5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ ЗА 2012. ГОДИНУ, ПРЕДУЗЕЋЕ 3

Резултати снимани у предузећу 3, у малој текстилној фабрици у 2012. години, дати су у табелама 10 и 11 и на дијаграми 18 и 19. Снимање је извршено од 11.6.2012. до 5.7.2012. године. Серије су са различитим трајањима од најмање 265 минута до највише 11940 минута. Знатно се разликује и број опажаја по серији, од најмање 20, до највише 169. Производи су били потпуно различити, што није пружио могућност да се упореде параметри у зависности од броја комада у серији. Просечно време трајања једне серије је 3346 минута, а SD - је веће, 3665 минута, па су подаци по процентима, за поједине елементе времена у процентима, тешко упоредиви.

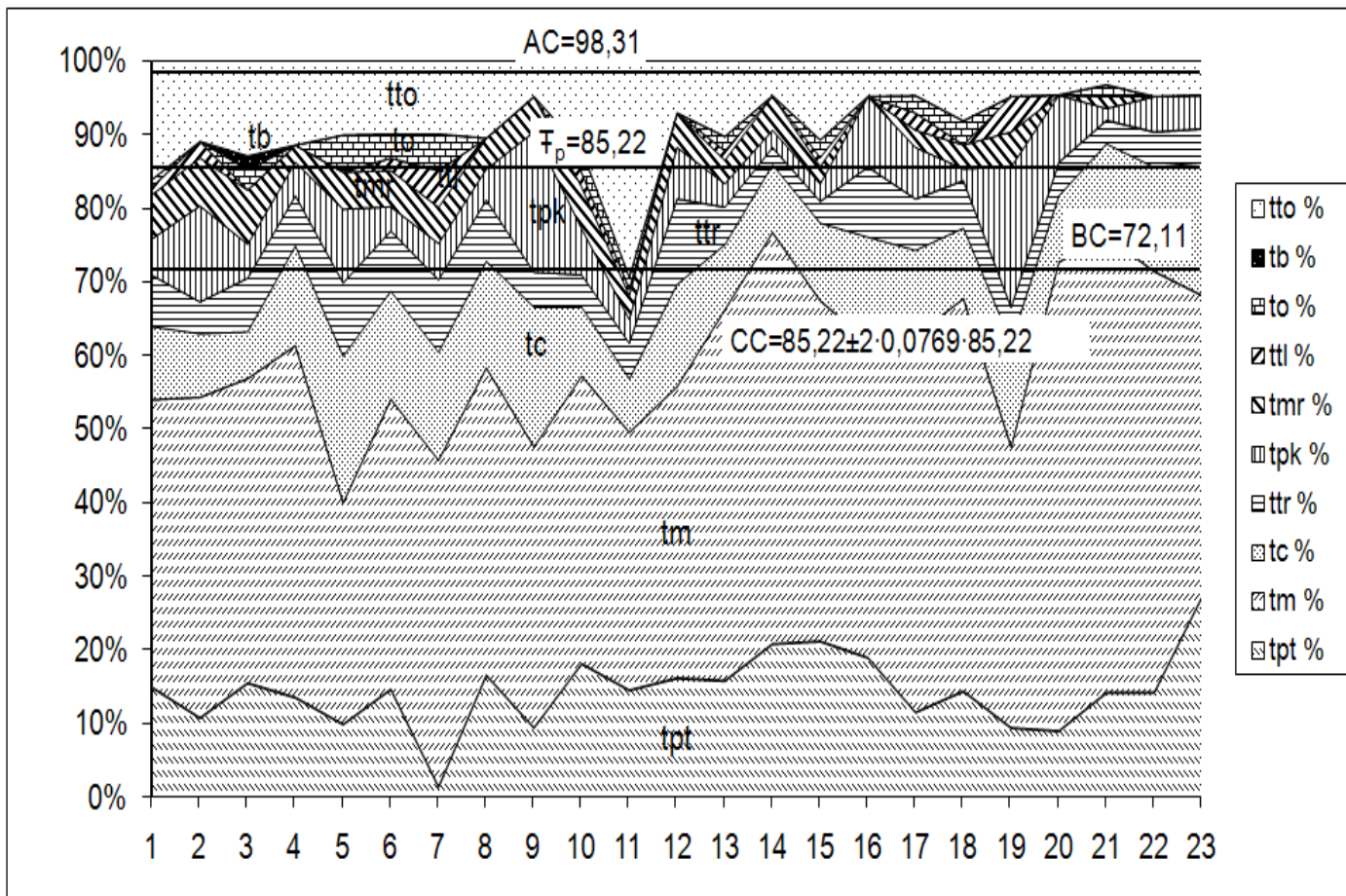
Међутим, на општем нивоу, подаци дати у процентима показују много већу прецизност у овој малој текстилној фабрици од оних у предузећу 1, као релативно уређеној средњој фабрици. Тако у табели 10 видимо да просечно технолошко машинско време \bar{t}_m износи 44,97%, припремно завршно време t_{pz} ; 14,53%, време контроле t_c ; 12,34%, док су времена транспорта t_{tr} и време паковања t_{pk} 6,7%, односно 6,12%. Укупни застоји, односно непроизводно време износи 14,78%. Најзначајнији су остали застоји са 7,1%, али су присутни и ови остали застоји предвиђени уснимачком листу.

Табела 10: Елементи времена рада по фреквенцији опажја и процентима у предузећу 3, за 2012. годину

Датум	t _{pc} (мин)	No	Време		Производно време t _p										Непроизводно време t _{np}										t _{np} %	t _p %	
			Почетак	Крај	t _{pt}		t _m		t _c		t _{tr}		t _{pk}		t _{mr}		t _{ti}		t _o		t _b		t _{to}				
					%	n	%	N	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n			%	n
11.06.2012 - 14.06.2012.	4630	100	8:00	13:10	15.00	15	39.00	39	10.00	10	7.00	7	5.00	5	6.00	6	1.00	1	1.00	1	0.00	0	16.00	16	24.00	76.00	
11.06.2012 - 12.06.2012.	1735	46	9:05	14:00	10.87	5	43.48	20	8.70	4	4.35	2	13.04	6	6.52	3	2.17	1	0.00	0	0.00	0	10.87	5	19.57	80.43	
11.06.2012 - 15.06.2012.	5810	109	10:00	10:50	15.60	17	41.28	45	6.42	7	7.34	8	4.59	5	7.34	8	0.00	0	2.75	3	1.83	2	12.84	14	24.77	75.23	
13.06.2012 - 14.06.2012.	1365	44	9:45	8:30	13.64	6	47.73	21	13.64	6	6.82	3	4.55	2	2.27	1	0.00	0	0.00	0	0.00	0	11.36	5	13.34	86.66	
12.06.2012 - 12.06.2012.	460	20	7:20	15:00	10.00	2	30.00	6	20.00	4	10.00	2	10.00	2	5.00	1	0.00	0	5.00	1	0.00	0	10.00	2	20.00	80.00	
15.06.2012 - 19.06.2012.	5785	61	9:39	13:00	14.75	9	39.34	24	14.75	9	8.20	5	3.28	2	4.92	3	1.64	1	3.28	2	0.00	0	9.84	6	19.67	80.33	
18.06.2012 - 18.06.2012.	465	23	7:00	14:45	1.30	3	39.10	9	13.00	3	8.70	2	4.35	1	4.35	1	4.35	1	4.35	1	0.00	0	8.70	2	17.39	82.61	
...																											
19.06.2012 - 20.06.2012.	1680	48	10:20	14:20	16.67	8	41.67	20	14.58	7	8.33	4	4.17	2	4.17	2	0.00	0	0.00	0	0.00	0	10.42	5	14.58	85.42	
19.06.2012 - 19.06.2012.	265	21	9:35	14:00	9.52	2	38.10	8	19.05	4	4.76	1	19.05	4	4.76	1	0.00	0	0.00	0	0.00	0	4.76	1	9.52	90.48	
03.07.2012 - 06.07.2012.	4570	63	7:00	11:10	14.29	9	61.90	39	12.70	8	3.17	2	1.59	1	1.59	1	0.00	0	1.59	1	0.00	0	3.17	2	6.35	93.65	
04.07.2012 - 04.07.2012.	350	21	8:10	14:00	14.29	3	57.14	12	14.29	3	4.76	1	4.76	1	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	4.76	1	4.76	95.24	
05.07.2012 - 05.07.2012.	370	22	8:20	14:30	27.27	6	40.91	9	18.18	4	4.55	1	4.55	1	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	4.55	1	4.55	95.45	
Σ	76954	1440			334.3	231	1034.41	641	283.86	154	141.54	81	149.58	71	81.0	57	21.4	14	32.58	26	1.83	2	207.74	164	339.91	1960.09	
\bar{X}	3346	63			14.53	10	44.97	28	12.34	6.7	6.15	4	6.50	3	3.52	2	0.93	1	1.42	1	0.08	0	9.03	7.1	14.78	85.22	
SD	3665	48.77			5.19	9.3	8.73	22	3.66	4.2	2.42	2	4.90	2	2.16	3	1.39	1	1.61	1	0.38	0	5.59	8.8	7.69	7.69	

Табела 11: Елементи времена рада у минутима у предузећу 3, за 2012. годину

Датум	t _{pc} (мин)	No	Време		Производно време t _p										Непроизводно време t _{np}										t _{np} мин	t _p мин	
			Почетак	Крај	t _{pt}		t _m		t _c		t _{tr}		t _{pk}		t _{mr}		t _{ti}		t _o		t _b		t _{to}				
					мин	n	мин	n	мин	N	мин	n	мин	n	мин	n	мин	n	мин	N	мин	n	мин	n			мин	n
11.06.2012 - 14.06.2012.	4630	100	8:00	13:10	695	15	1806	39	463	10	324	7	232	5	278	6	46	1	46	1	0	0	741	16	1111	3519	
11.06.2012 - 12.06.2012.	1735	46	9:05	14:00	189	5	754	20	151	4	75	2	226	6	113	3	38	1	0	0	0	0	189	5	340	1395	
11.06.2012 - 15.06.2012.	5810	109	10:00	10:50	906	17	2398	45	373	7	426	8	267	5	426	8	0	0	160	3	106	2	746	14	1439	4371	
13.06.2012 - 14.06.2012.	1365	44	9:45	8:30	186	6	652	21	186	6	93	3	63	2	31	1	0	0	0	0	0	0	155	5	182	1183	
12.06.2012 - 12.06.2012.	460	20	7:20	15:00	137	2	138	6	92	4	46	2	46	2	23	1	0	0	23	1	0	0	46	2	92	368	
15.06.2012 - 19.06.2012.	5785	61	9:39	13:00	68	9	2276	24	850	9	474	5	220	2	285	3	95	1	190	2	0	0	569	6	1138	4647	
18.06.2012 - 18.06.2012.	465	23	7:00	14:45	6	3	182	9	60	3	40	2	20	1	20	1	20	1	20	1	0	0	40	2	81	384	
19.06.2012 - 20.06.2012.	1680	48	10:20	14:20	280	8	700	20	245	7	140	4	70	2	70	2	0	0	0	0	0	0	175	5	247	1435	
19.06.2012 - 19.06.2012.	265	21	9:35	14:00	25	2	101	8	50	4	13	1	50	4	13	1	0	0	0	0	0	0	13	1	25	240	
...																											
03.07.2012 - 06.07.2012.	4570	63	7:00	11:10	653	9	2829	39	580	8	145	2	73	1	73	1	0	0	6	1	0	0	145	2	290	4280	
04.07.2012 - 04.07.2012.	350	21	8:10	14:00	50	3	200	12	50	3	17	1	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1	17	333	
05.07.2012 - 05.07.2012.	370	22	8:20	14:30	101	6	151	9	67	4	17	1	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1	17	353	
Σ	76954	1440			11253	231	34095	641	7861	154	4479	81	3593	71	3143	57	797	14	1441	26	106	2	9502	164	15059	61813	
\bar{X}	3346	63			489	10	1482	28	342	6.7	195	4	156	3	137	2	35	1	63	1	5	0	413	7.1	655	2688	
SD	3665	48.77			601	9.3	1583	22	330	4.2	194	2	172	2	176	3	59	1	100	1	22	0	695	8.8	956	2814	



Дијаграм 18: Елементи времена рада производног циклуса у предузећу 3

Са дијаграма се види да је t_m највеће и да има релативно најмање осцилације, а да укупно производно време, такође код предузећа 3, много мање осцилује него оно код предузећа 1, при чему је средње производно време веће и износи $\bar{t}_p = 85,22$.

Ова прецизност се види из тога што су сви подаци, изузев једног унутар контролних граница, које су рачунате са 2SD, односно:

$$KG = 82,22 \pm 2 \cdot 0,0769 \cdot 82;$$

$$DKG = 72,11;$$

$$GKG = 98,31.$$

4.6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ У 2013.ГОДИНИ, ПРЕДУЗЕЋЕ 1

У предузећу 1 снимање је извршено у периоду од 15.10.2013.године до 20.11.2013.године, а у предузећу 3 од 17.6.2013.године до 19.7.2013.године.

Практична примена стохастичког модела утврђивања елемената времена рада, као што је већ наведено, своди се на тренутно опажање елемената времена, где се предмет рада креће по операционој листи кроз производњу. Серија производа је видљиво означена овим документом и аналитичар (снимач) је може лако идентификовати.

Као и претходних година експерименталног истраживања, снимање се одвијало према случајно одабраним временима која су унесена у снимачки лист. Снимачки лист се односи на један производни циклус, а у њега се уноси број појединих елемената рада - фреквенција. На тај начин запредузеће 1 формирани су подаци у табели 12. На основу фреквенција, најпре је израчунат проценат % појединих елемената у односу на укупан производни циклус, а затим на основу процентуалног учешћа трајања производног циклуса, који је снимљен аналитички, време трајања појединих елемената времена рада. У претходне две године истраживања показало се да се укупни проценти времена по циклусима поклапају са укупним процентима по фреквенцијама, што говори да је прорачун по елементима времена непотребан. Јасно је да се ово дешава када је узорак велик. Ово је један од значајнијих резултата истраживања.

У табели 13 су дате средње вредности производног циклуса, за серије са истим бројем комада \bar{t}_p , средње вредности производног циклуса по броју комада у серији $\bar{t}_{pcu ser}$ и средње вредности производног циклуса по комаду у серији \bar{t}_{pcu} .

Из табела 12 и 13 види се да је снимано 39 циклуса и да је број запажања био између 17 и 28, а просечни 20.87. Просечно трајање производног циклуса, које је аналитички снимано, било је 248 минута.

У оквиру производног времена најзначајнији проценат се односи 23.76% на технолошко машинско време, затим на припремно-завршно време 16.15%, што је укупно 39.91%, што чини технолошко време t_t .

Може се запазити да је за предузеће 1 проценат припремно-завршног времена велик, па би његовим смањивањем производни циклус могао бити смањен. Ово време је 2011. године, за готово исто технолошко време, износило свега 10,7%. Разлог овоме може бити што је фабрика у фази проширења својих капацитета, па тиме и реконструкције погона.

Просечно производно време у минутима, у 2013. години, $t_{pmin} = 193$ мин, а у процентима $t_p\% = 79.77\%$. Непроизводно време износи $t_{npmin} = 54.8$ мин или $t_{np\%} = 20.23\%$.

Посматрајући табелу 13, у којој су дати подаци за три године истраживања за 2011., 2012., и 2013. годину, видимо да је просечно производно време t_p од 2011. до 2013. значајно смањено, од 249 мин (76.4%), до 193 (79.77%) мин.

Унутар производног времена најмање осцилација по годинама има машинско време од 24.5% 2011., 25.29% 2012. и 23.73% 2013. године.

У оквиру нетехнолошког времена t_{nt} , у односу на 2012. годину, 2013. године значајно је смањено време контроле t_c , са 15.41% на 13.37% и време транспорта t_{tr} , са 15.7% на 12.25%.

Табела 12а: Елементи времена рада по фреквенцији опажаја и процентима у предузећу 1, за 2013. годину

No	Datum	Vreme	tc min	tpt		Tm		tc		Ttr		tpk		ftp	%	Min
				%	f	%	f	%	f	%	f	%	f			
1	15.10.2013.	8:08 - 10:50	162	21.7	5	17.4	4	8.7	2	17.4	4	21.7	5	20	80	129.6
2	15.10.2013.	8:36 - 12:00	204	16	4	20	5	16	4	16	4	12	3	20	80	163.2
3	16.10.2013.	7:43- 11:20	217	12	3	32	8	16	4	16	4	12	3	22	88	191
4	16.10.2013.	6:27- 11:10	283	14.3	3	23.8	5	9.5	2	9.5	2	14.3	3	15	71.4	202.1
5	17.10.2013.	8:21- 11:10	229	18.2	4	18.2	4	13.6	3	13.6	3	9.1	2	16	72.7	166.5
6	17.10.2013.	7:00 - 10:40	220	18.2	4	31.8	7	9.1	2	18.2	4	13.6	3	20	90.9	200
7	18.10.2013.	7:29 -11:10	221	20	4	20	4	15	3	10	2	15	3	16	80	176.8
8	18.10.2013.	7:35-11:40	245	15	3	15	3	15	3	10	2	20	4	15	75	183.8
9	21.10.2013.	6:32- 10:50	258	14.3	3	19	4	14.3	3	9.5	2	14.3	3	15	71.4	184.2
10	21.10.2013.	6:40 - 11:20	280	18.2	4	22.7	5	13.6	3	4.5	1	13.6	3	16	72.7	203.6
11	22.10.2013.	7:39-11:20	281	14.3	3	28.6	6	9.5	2	9.5	2	9.5	2	15	71.4	200.6
12	22.10.2013.	6:55-11:40	285	9.5	2	19	4	9.5	2	19	4	9.5	2	14	66.7	190.1
13	23.10.2013.	7:37-10:42	245	10	2	25	5	15	3	10	2	25	5	17	85	208.3
14	23.10.2013.	7:20 -11:30	250	17.6	3	11.8	2	17.6	3	29.4	5	11.8	2	15	88.2	220.5
15	24.10.2013.	7:53-10:45	172	20	4	20	4	20	4	10	2	15	3	17	85	146.2
16	28.10.2013.	2:20 - 10:30	490	19	4	23.8	5	9.5	2	4.8	1	19	4	16	76.2	373.4
17	28.10.2013.	6:48 - 10:50	250	17.4	4	26.1	6	17.4	4	13	3	13	3	20	87	217.5
18	29.10.2013.	5:26 - 10:00	274	10	2	20	4	10	2	10	2	15	3	13	65	178.1
19	29.10.2013.	3:12 - 10:10	418	13	3	21.7	5	13	3	13	3	17.4	4	18	78.3	327.3
20	30.10.2013.	8:20 - 11:15	175	19	4	28.6	6	14.3	3	14.3	3	9.5	2	18	85.7	150
21	30.10.2013.	7:29 - 11:00	211	18.2	4	22.7	5	13.6	3	9.1	2	18.2	4	18	81.8	172.6
22	31.10.2013.	5:24 - 9:50	266	20	4	30	6	10	2	15	3	10	2	17	85	226.1
23	31.10.2013.	5:40 - 10:00	260	15	3	25	5	15	3	10	2	15	3	16	80	208
24	1.11.2013.	8:30 - 11:05	215	25	6	25	6	12.5	3	12.5	3	12.5	3	21	87.5	188.1
25	1.11.2013.	7:48 - 10:20	152	18.2	4	22.7	5	13.6	3	13.6	3	13.6	3	18	81.8	124.3
26	4.11.2013.	8:16 - 11:05	169	17.4	4	21.7	5	13	3	8.7	2	13	3	17	73.9	124.9
27	5.11.2013.	6:30 - 10:00	210	15.8	3	26.3	5	10.5	2	15.8	3	10.5	2	15	78.9	165.7
28	5.11.2013.	7:00 - 11:20	260	16.7	4	29.2	7	16.7	4	12.5	3	12.5	3	21	87.5	227.5
29	6.11.2013.	8:25 - 11:00	155	10	2	30	6	15	3	15	3	10	2	16	80	124
30	7.11.2013.	5:10 - 11:00	350	16.7	4	20.8	5	16.7	4	16.7	4	16.7	4	21	87.5	306.3
31	7.11.2013.	6:25 - 12:05	340	14.3	3	19	4	19	4	14.3	3	9.5	2	16	76.2	259.1
32	11.11.2013.	7:30 - 10 :55	205	20	4	25	5	15	3	10	2	15	3	17	85	174.3

33	11.11.2013.	7:10 - 12:00	290	16.7	4	29.2	7	16.7	4	16.7	4	8.3	2	21	87.5	253.8
34	12.11.2013.	8:25 - 12:50	265	13.6	3	27.2	6	9.1	2	13.6	3	13.6	3	17	77.3	204.8
35	12.11.2013.	8:35 - 13:10	275	10.7	3	25	7	14.3	4	10.7	3	10.7	3	20	71.4	196.4
36	15.11.2013.	6:00 - 10:10	250	15	3	25	5	10	2	15	3	15	3	16	80	200
37	18.11.2013.	7:00 - 10:40	220	13.6	3	27.2	6	13.6	3	23.6	3	13.6	3	18	81.8	180
38	19.11.2013.	7:40 - 10:40	180	15.8	3	26.3	5	10.2	2	10.2	2	15.8	3	15	78.9	142
39	20.11.2013.	7:50 - 11:40	230	17.4	4	21.7	5	17.4	4	13	3	8.7	2	18	78.3	180.1
			%	16.15		23.76		13.37		12.25		14.1		tp% = 79.77		
			Min	1560.4		2295.7		1291.8		1183.6		1362.3		Σ 7525		

Табела 12б: Елементи циклуса производње по времену трајања (мин.) за предузеће 1, у 2013. години

Tmr		Ttl		to		tb		Tto		ftpn	Ftc	br. Komada	%	min	tc/n min
%	f	%	F	%	f	%	f	%	f						
0	0	0	0	0	0	0	2	13	3	5	23	7 kom	20	32.4	23.1
0	0	0	0	4	1	4	1	12	3	5	25	6 kom	20	40.8	34
0	0	0	0	4	1	0	0	8	2	3	25	9 kom	12	26	24.1
4.8	1	0	0	0	0	4.8	1	19	4	6	21	6 kom	28.6	80.9	47.2
18.2	4	0	0	0	0	0	0	9.1	2	6	22	8 kom	27.3	62.5	28.6
0	0	0	0	0	0	0	0	9.1	2	2	22	7 kom	9.1	20	31.4
0	0	0	0	0	0	0	0	20	4	4	20	6 kom	20	44.2	36.8
0	0	0	0	0	0	0	0	25	5	5	20	9 kom	25	61.2	27
0	0	0	0	0	0	4.8	1	23.8	5	6	21	5 kom	28.6	73.8	51.6
0	0	0	0	0	0	0	0	27.3	6	6	22	8 kom	27.3	76.4	35
0	0	0	0	4.8	1	0	0	23.8	5	6	21	4 kom	28.6	80.4	70.3
0	0	0	0	4.8	1	0	0	28.6	6	7	21	7 kom	33.3	94.9	40.7
5	1	0	0	0	0	0	0	10	2	3	20	8 kom	15	36.7	30.6
5.9	1	0	0	0	0	0	0	5.9	1	2	17	8 kom	11.8	29.5	31.3
0	0	0	0	0	0	0	0	15	3	3	20	4 kom	15	25.8	43
0	0	0	0	0	0	0	0	23.8	5	5	21	6 kom	23.8	116.6	81.7
0	0	0	0	0	0	0	0	13	3	3	23	6 kom	13	32.5	41.7
0	0	0	0	0	0	0	0	35	7	7	20	7 kom	35	95.9	39.1
0	0	0	0	0	0	0	0	21.7	5	5	23	8 kom	21.7	90.7	52.3
0	0	0	0	0	0	0	0	14.3	3	3	21	7 kom	14.3	25	25
0	0	0	0	0	0	0	0	18.2	4	4	22	8 kom	18.2	38.4	26.4
0	0	0	0	0	0	0	0	15	3	3	20	5 kom	15	39.9	53.2
0	0	0	0	0	0	0	0	20	4	4	20	4kom	20	52	65
0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	3	3	24	5 kom	12.5	26.9	43

0	0	0	0	4.5	1	0	0	13.6	3	4	22	6 kom	18.2	27.7	25
0	0	0	0	0	0	4.3	1	21.7	5	6	23	5 kom	26.1	44.1	33.8
0	0	0	0	0	0	0	0	21	4	4	19	5kom	21.1	44.3	42
0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	3	3	24	9 kom	12.5	32.5	28.9
0	0	0	0	0	0	0	0	20	4	4	20	6 kom	20	31	25.8
0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	3	3	24	10 kom	12.5	43.7	35
4.8	1	0	0	0	0	0	0	19	4	5	21	6 kom	23.8	80.9	56.7
0	0	0	0	0	0	0	0	15	3	3	20	5 kom	15	30.7	41
0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	3	3	24	10 kom	12.5	36.2	29
0	0	0	0	0	1	0	0	18.2	4	5	22	5 kom	22.7	60.2	53
0	0	0	0	4.5	0	0	0	28.6	8	8	28	4 kom	28.6	78.6	68.8
0	0	0	0	0	0	0	0	20	4	4	20	5 kom	20	50	51.2
0	0	0	0	0	0	0	0	18.2	4	4	22	6 kom	18.2	40	36.7
0	0	0	0	0	0	0	0	21	4	4	19	7 kom	21.1	38	25.7
0	0	0	0	0	0	0	0	21.7	5	5	23	10 kom	21.7	49.9	23
0.99	0	0.68	0.36	18.33				n =20.87							
95.7	0	65.7	34.8	1771											

$$\bar{t}_c = 247.74 \text{ МИН}$$

$$\bar{t}_p \% = 79.77 \%$$

$$\bar{t}_{p \text{ min}} = 192.94 \text{ МИН}$$

$$t_{np} \% = 20.23 \%$$

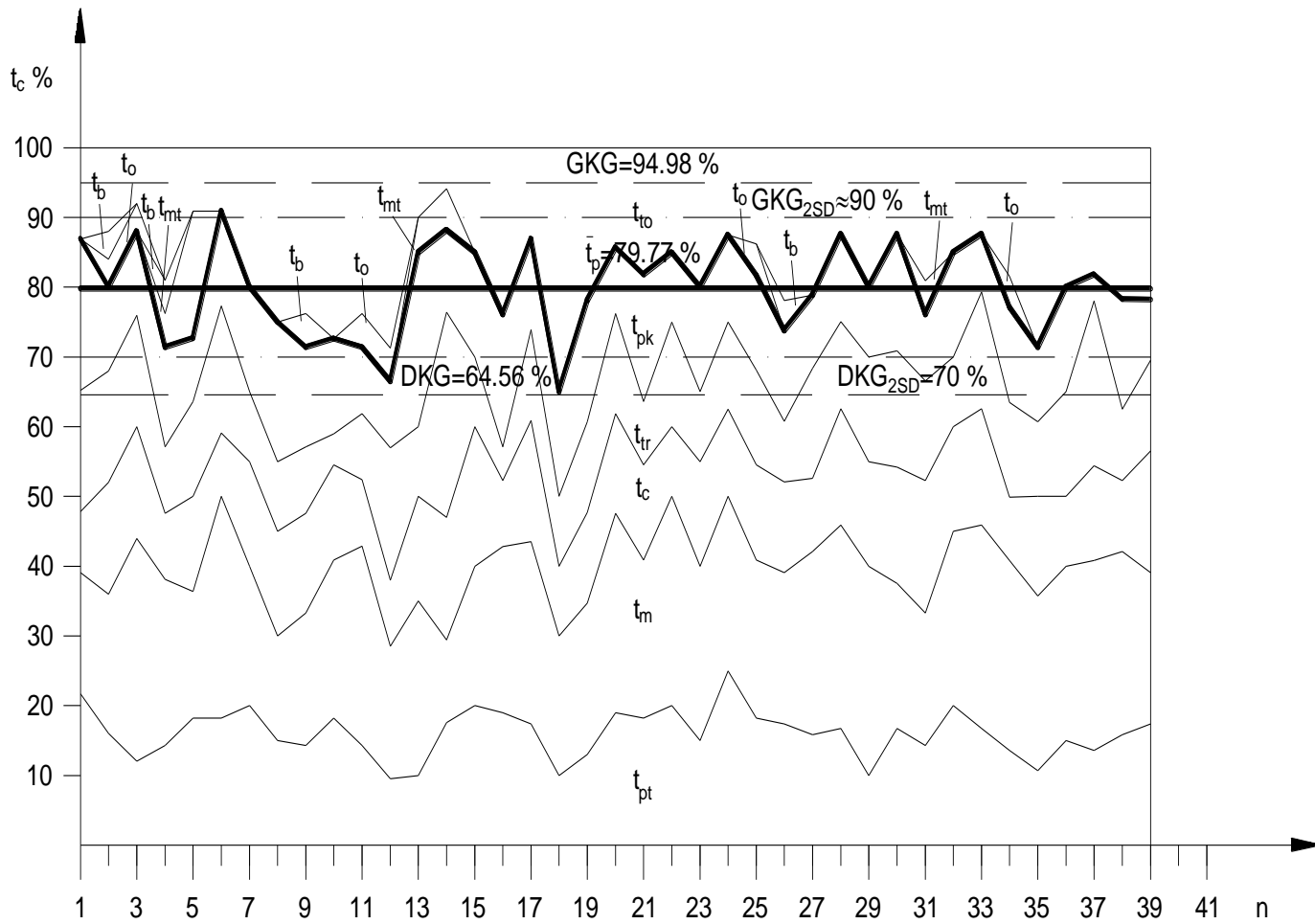
$$t_{np \text{ min}} = 54.8 \text{ МИН}$$

Табела 13: Подаци о елементима времена рада производног циклуса за 2011., 2012. и 2013. годину, за предузеће 1

God	br ciklusa	jed. mere	Tp								Tnp								\bar{t}_c	\bar{t}_p	tp/N
			Tpt	tm	Tt	tc	ttr	tpk	tnt	Tc	tmr	tll	to	Tb	Tto	Tp	tnp				
2011	46	%	10.7	24.6	35.3	12.7	15.2	10.6	38.5	100	5	0.3	0.27	1.6	16.5	76.4	25.19	100	76.4	31	
		Min	1632	3762	5394	1939	2413	1709	6061	15993	704	40	376	271	2465	11451	3856	326	249		
2012	30	%	16.82	25.29	42.11	15.41	15.7	11,83	42.94	100	1.42	0	0.31	0.15	14.53	83.6	16.4	100	83.6	37.7	
		Min	1124	1737	2861	1055	1093	837	2985	6978	104	0	22	10	1022	5820	1158	233	194		
2013	39	%	16.15	23.73	39.88	13.37	12.25	14.1	39.72	100	0.99	0	0.68	0.36	18.33	79.77	20.33	100	79.77	31.5	
		Min	1560.4	2296	3856	12.92	1184	1362	3838	9662	96	0	66	34.8	1771	7694	1968	248	193		

У оквиру непроизводног времена t_{np} , од 2011. до 2013. године, значајно су смањени застоји због недостатка репроматеријала t_{mr} , од 5% (2011.), 1.42 % (2012.) на 0.99 % 2013. године. Исто тако су смањени застоји услед одржавања и квара машина t_b од 1.6% (2011.), 0.15% (2012.) до 0.36% (2013.). Тако је укупно непроизводно време t_{np} од 25.19 % у 2011. драстично смањено на 16.4 % у 2012., али се у 2013. вратило на 20.33 %.

Да би се приказала динамика кретања и дала тенденција података, резултати су дати и дијаграмски. На дијаграму 19 дата су кретања елемената рада преко полигона. Поља између двеју линија означавају величину елемента времена производног циклуса. Са дијаграма се види да нема превеликих осцилација по појединим циклусима између највећих и најмањих вредности. Процес кретања производног времена је потпуно овладан, јер се све вредности налазе унутар контролних граница са границама $\pm 3SD$ и по формули $KG = \frac{\bar{t}_p}{\pm 3SD} \pm 3SD$, где је $GKG=100$ %, а доња контролна граница $DKG=64.56$ %.



Дијаграм 19:Елементи времена рада производног циклуса у предузећу 1, за 2013.годину

$$GKG_{3sd} = 94.98 \%$$

$$DKG_{3sd} = 64.56 \%$$

$$KG_{2sd} = 79.77 \pm 10.14$$

$$GKG_{2sd} = 89.91 \%$$

$$DKG_{2sd} = 69.63 \%$$

Процес је контролисан и према критеријуму контролних граница са 2 SD, где је GKG=89.91 %, а доња DKG= 69.63%, јер је само циклус број 6 на GKG, а вредност циклуса 18, на доњој контролној граници.

У теоријском делу истраживања дат је приказ коефицијента протока код производног циклуса, који даје однос између стварног времена производног циклуса и производног циклуса, у зависности од броја комада у серији.

У наставку је дат прорачун за добијене податке за предузеће 1, за 2013.годину.

У табели 14 дате су вредности за производно време t_p и време циклуса t_c по комаду, а на слици 4 је дата функција зависности времена и 7 група циклуса са различитим бројем комада.

Табела 14: Средње време производног циклуса по комаду и серији за предузеће 1 у 2013.години

red br	tp %	tp min	br kom u ser	br ser	tpmin/kom ser min	tp ser %	tp ser min 2013	tp ser min 2012
11	71.4	200.6	4	4	50.15	76.95	47	53.7
15	85	146.2	4		36.6			
23	80	208	4		52			
35	71.4	196.4	4		49.1			
9	71.4	184.2	5	8	36.8	79.9	36.7	40.5
22	85	226.1	5		45.2			
24	87.5	188.1	5		37.6			
26	73.9	124.9	5		25			
27	78.9	165.7	5		33.1			
32	85	174.3	5		34.8			
34	77.3	204.8	5		41			
36	80	200	5		40			
2	80	163.2	6	9	27.2	79.4	33.7	38.5
4	71.4	202.1	6		33.7			
7	80	176.8	6		29.5			
16	76.2	373.4	6		62.2			
17	87	217.5	6		36.3			
25	81.8	124.3	6		20.7			
29	80	124	6		20.7			
31	76.2	259.1	6		43.2			
37	81.8	180	6		30			
1	80	129.6	7	6	18.5	77.9	23.6	30.1
6	90.9	200	7		28.6			

12	66.7	190.1	7		27.2			
18	65	178.1	7		25.4			
20	85.7	150	7		21.4			
38	78.9	142	7		20.3			
5	72.7	166.5	8		20.8			
10	72.7	203.6	8		25.5			
13	85	208.3	8		26			
14	88.2	220.5	8		27.6			
19	78.3	327.3	8		40.9			
21	81.8	172.6	8	6	21.6	79.8	27.1	30.6
3	88	191	9		21.2			
8	75	183.8	9		20.4			
28	87.5	227.5	9	3	25.3	83.5	22.3	31.7
30	87.5	306.3	10		30.6			
33	87.5	253.8	10		25.4			
39	78.3	180.1	10	3	18	84.4	24.7	29

$$t_{pmin} = 192 \text{ min} \quad t_{p\%kom} = 79.8 \% \quad t_{pmin} = 31.5$$

$$y_1 = 192/4 + 0.656 = 48.7$$

$$y_2 = 192/5 + 0.656 = 39$$

$$y_3 = 32.66$$

$$y_4 = 28$$

$$y_5 = 24.7$$

$$y_6 = 22$$

$$y_7 = 20$$

где је $x_i = 4, 5, \dots, 10$.

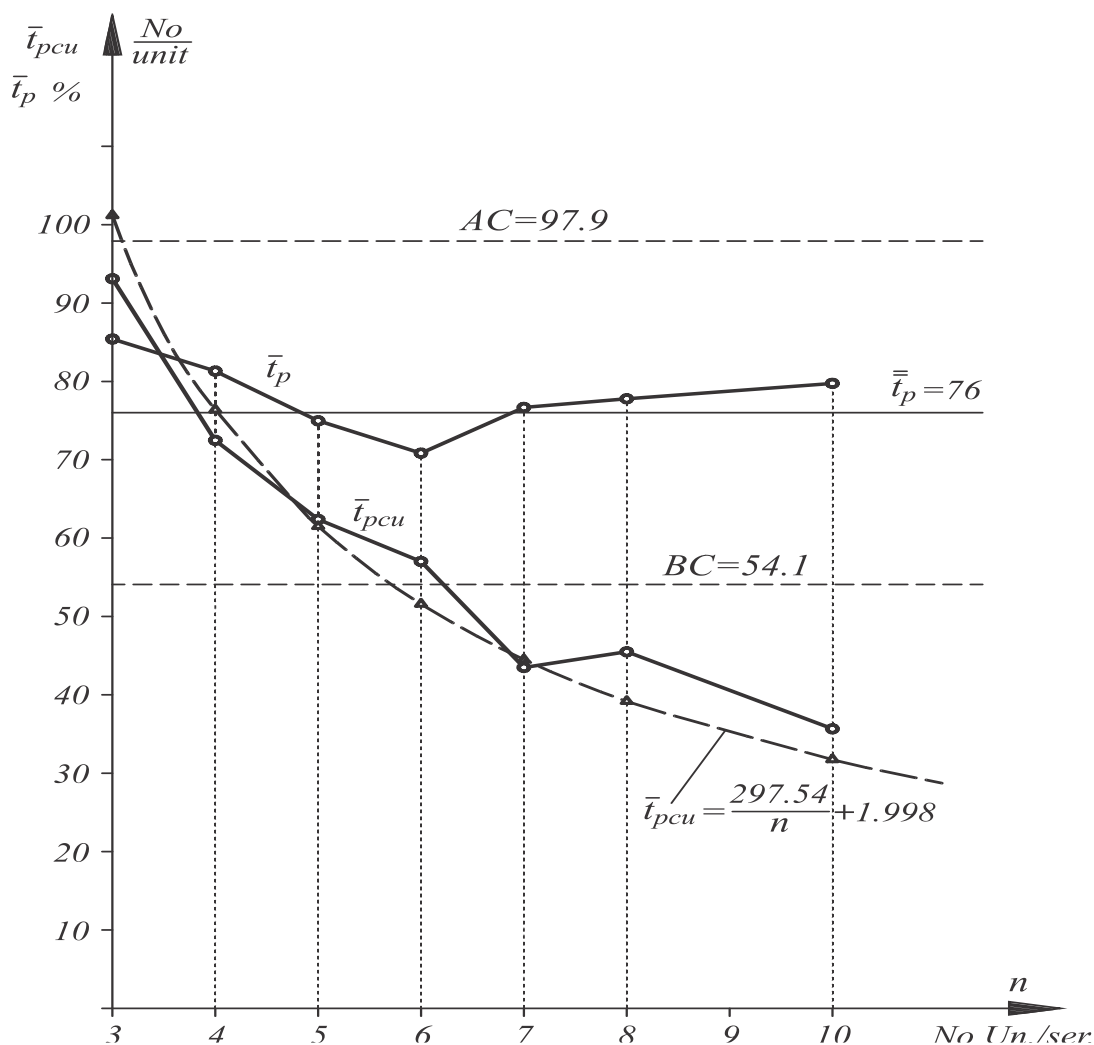
Вредности производног циклуса по броју комада у серији је $\bar{t}_{p\,cu\,ser} = 31.5$ минута, док се средња вредност производног циклуса по комаду у серији $\bar{t}_{p\,cu}$ креће по кривој, која је добијена апроксимацијом вредности 7 тачака за $\bar{t}_{p\,cu}$ по функцији $y = \frac{a}{x} + b$, где су а и б добијени помоћу методе најмањих квадрата, а по формулама:

$$a \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i^2} + b \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i} \dots \dots \dots (1)$$

$$a \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} + N \cdot b = \sum_{i=1}^n y_i \dots \dots \dots (2)$$

Добијено је а = 192, а б = 0.656.

Са дијаграма 20 се види да број комада у серији може бити већи од постојећих, и да серија од 10 комада има значајно мање време од оне са 4 комада. То значи да у производњи треба настојати да серија буде најмање са 10 комада, међутим, питање је са даљим повећањем да ли ће доћи до нарушавања оптималне организације радних места и нагомилавања комада, па тиме и до поновог повећања времена по комаду.



Дијаграм 20: Кретање вредности производног циклуса \bar{t}_p по броју комада у серији \bar{t}_{pcu}

Упоредивши податке за 2012. и 2013. годину, у табели 14 видимо да су по свим стратумима производног циклуса од оних са 4 комада до оних са 10 комада, просечна времена производних времена $t_{pком}$ смањена, за оне од 4 комада од 53.7 минута на 47 минута, а за оне од 10 комада од 29 минута на 24.7 минута. Ово значи да би много више циклуса требало да буде 8,9 и 10 комада, а не да их буде највише са 5,6 и 7, јер је то узрок да је укупно производно време од 194,у 2012.години, смањено на само 193 минута у 2013.години.

4.7. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА, РЕЗУЛТАТИ У 2013. ГОДИНИ, ПРЕДУЗЕЋЕ 3

У текстилним фабрикама су резултати праћења производног циклуса другачији, и ове фабрике представљају посебан статус, што се у 2011. години види на примеру дела предузећа 2, а у 2012. и у текстилном предузећу 3. Поновиљено је снимање у предузећу 3у 2013.години. Дати су упоређени резултати са претходном годином.

Прво снимање, у малој текстилној фабрици- предузећу 3, извршено је од 11.6.2012. до 5.7.2012. године. Серије су са различитим трајањима, од најмање 265 минута, до највише 11940 минута. Знатно се разликује и број опажаја по серији - од најмање 20, до највише 169. Производи су били потпуно различити, што није пружило могућност да се упореде параметри у зависности од броја комада у серији. Просечно време трајања једне серије је 3346 минута, а SD - је веће, 3665 минута, па су подаци по процентима, за поједине елементе времена у процентима, тешко упоредиви.

Међутим, на општем нивоу, подаци дати у процентима показују много већу прецизност у овој малој текстилној фабрици, од оних у предузећу 1. Тако, просечно технолошко машинско време \bar{t}_m износи 44,97%, припремно завршно време t_{pz} ; 14,53%, време контроле t_c ; 12,34%, док су времена транспорта t_{tr} и време паковања t_{pk} 6,7%, односно 6,12%. Укупни застоји, односно непроизводно време износи 14,78%. Најзначајнији су остали застоји са 7,1%, али су присутни и остали застоји предвиђени у снимачком листу.

Резултати праћења елемената рада стохастичким методом за 2013. годину, за производни циклус, дати су у табели 15 и дијаграму 21. Производно време просечно износи $t_p = 87.3\%$, а непроизводно $t_{pn} = 12.7\%$.

Времена производног циклуса су компаративно за 2012. и 2013. годину дата у табели 16. Из табеле се види да је у 2013. години дошло до већег повећања припремно завршног времена t_{pt} , на рачун машинског t_m , па је t_{pt} 2012. било 14.53%, а t_m 44.97% 2013. t_{pt} 21.18, а t_m 40.11%, збир времена контроле t_c , транспорта t_{tr} , и паковања t_{pk} за 2012. износило је 24.64% (12.34, 6.15, 6.15), а за 2013. годину 23.46% (11.66, 6.11, 5.79). Код непроизводног времена t_{np} једина већа разлика међу временима је код времена одржавања и застоја, где је у 2012. години било 1.91%, а у 2013. свега 0.13%, па је отуда разлика у укупном непроизводном времену од 14.78% у 2012. до 12.7% у 2013. години. Са дијаграма 21 се види да је процес овладан са прецизношћу контролних граница и са 2 SD и са 3 SD.

Табела 15: Производни циклус за предузеће 3, за 2013.годину

No	tc min	f	Vreme		tpt		Tm		tc		ttr		Tpk		Tmr		Ttl		To		tb		tto		ftp		ftnp %	tp min	(tp%i - tp%) ²
			pocetak	kraj	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	tp%	tnp			
1		68																											
2	120	68	8:30	10:30	11.76	8	39.7	27	11.76	8	7.39	5	5.88	4	5.88	4	2.94	2	0	0	0	0	14.71	10	76.5	23.5	16	91.8	116.64
3	225	23	8:25	12:10	8.7	2	43.48	10	17.39	4	8.7	2	8.7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13.04	3	87	13	3	196	0.09
4	215	37	8:15	11:50	10.81	4	40.54	15	13.51	5	8.11	3	8.11	3	2.7	1	0	0	2.7	1	2.7	1	10.81	4	81.1	18.9	7	174.4	38.44
5	200	27	9:00	12:20	11.11	3	40.74	11	18.52	5	11.11	3	7.41	2	3.7	1	0	0	0	0	0	0	7.41	2	88.9	11.1	3	177.8	2.56
6	350	22	8:10	14:00	13.64	3	41.91	9	13.64	3	9.09	2	9.09	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13.64	3	86.4	13.6	3	302	0.81
7	400	45	8:30	15:10	17.78	8	42.22	19	11.11	5	6.67	3	6.67	3	4.44	2	2.22	1	0	0	0	0	8.88	4	84.5	15.5	7	338	7.84
8	285	25	7:00	11:45	20	5	40	10	12	3	8	2	8	2	4	1	0	0	0	0	0	0	8	2	88	12	3	251	0.49
9	220	60	9:20	13:00	31.67	19	38.33	23	15	5	5	3	5	3	5	3	0	0	0	0	0	0	6.67	4	88.3	11.7	7	194	1
10	280	104	8:00	13:40	34.62	36	31.73	33	8.65	9	5.77	6	6.73	7	2.88	3	1	1	1	1	0	0	7.7	8	87.5	12.5	13	245	0.04
11	270	68	7:00	11:30	22.06	15	26.47	18	11.76	8	7.35	4	7.39	4	7.35	4	2.94	2	0	2	1	1	14.71	10	72	28	19	194	234.09
12	450	70	7:30	15:00	24.29	17	37.14	26	7.14	5	5.71	4	7.14	5	2.86	2	0	0	0	0	0	0	15.71	11	81.4	18.6	13	366	34.81
13	220	22	8:40	12:20	9.09	2	54.55	12	18.18	4	4.54	1	9.09	2	4.54	1	0	0	0	0	0	0	0	0	85.5	4.5	1	188	3.24
14	420	104	7:00	14:00	24.04	25	25	26	13.46	14	7.7	8	4.81	5	4.81	5	1.92	2	2.88	3	0	0	15.38	16	75	25	26	315	12.3
15	110	67	11:10	13:00	25.37	17	41.79	28	10.45	7	5.97	4	2.99	2	4.48	3	1.49	1	0	0	0	0	7.46	5	84.5	13.4	9	93	7.84
16	190	25	9:00	11:10	24	6	48	12	12	3	4	1	4	1	0	0	4	1	0	0	0	0	4	1	92	8	2	175	22.09
17	415	49	8:05	15:00	16.33	8	51.02	25	10.2	5	6.12	3	8.16	4	4.08	2	0	0	0	0	0	0	4.08	2	91.8	8.2	4	381	20.25
18	325	20	9:20	14:45	15	3	60	12	10	2	5	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	95	5	1	309	59.29
19	315	90	8:00	14:15	27.78	25	43.33	39	6.67	6	4.44	4	4.44	4	3.33	3	0	0	1.11	1	0	0	8.88	8	86.7	13.3	12	273	0.36
20	340	25	9:00	14:40	16	4	56	14	8	2	8	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	92	8	2	313	4.7
21	270	95	7:00	11:30	28.42	27	38.95	37	14.74	14	4.21	4	4.21	4	2.2	2	1.1	1	1.11	1	0	0	5.26	5	90.6	9.4	9	245	3.3
22	430	23	7:00	14:10	21.74	5	52.17	12	17.39	4	4.35	1	4.35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	430	161.3
23	330	70	9:30	15:00	20	14	42.86	30	14.29	10	4.29	3	5.71	4	5.71	4	1.42	1	0	0	0	0	5.71	4	87.1	12.9	9	287	0.04
24	320	61	9:00	14:20	14.75	9	39.34	24	14.75	9	8.2	5	3.28	2	4.92	3	1.64	1	3.28	2	0	0	9.84	6	80.3	19.7	12	257	49
25	255	20	8:00	12:15	20	4	60	12	10	2	5	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	255	161.3
	205	24	9:35	12:00	8.33	2	62.5	15	12.5	3	4.17	1	12.5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	205	161.3
Σ		1244		ti%	21.18	271	40.11	499	11.66	145	6.11	76	5.79	72	3.54	44	1	13	1	11	0.13	2	8.92	111					
min	7580			min	1605		3040		884		463		439		268		75		75		10		675		\bar{t}_p =87.3			12.7	

$$t_p\% = 87.3; t_{np}\% = 12.7$$

$$SD = 6.64\%$$

$$KG_{3SD} = 87.3 \pm 17.4$$

$$GKG_{3SD} = 104.7\% = 100\%$$

$$DKG_{3SD} = 69.9$$

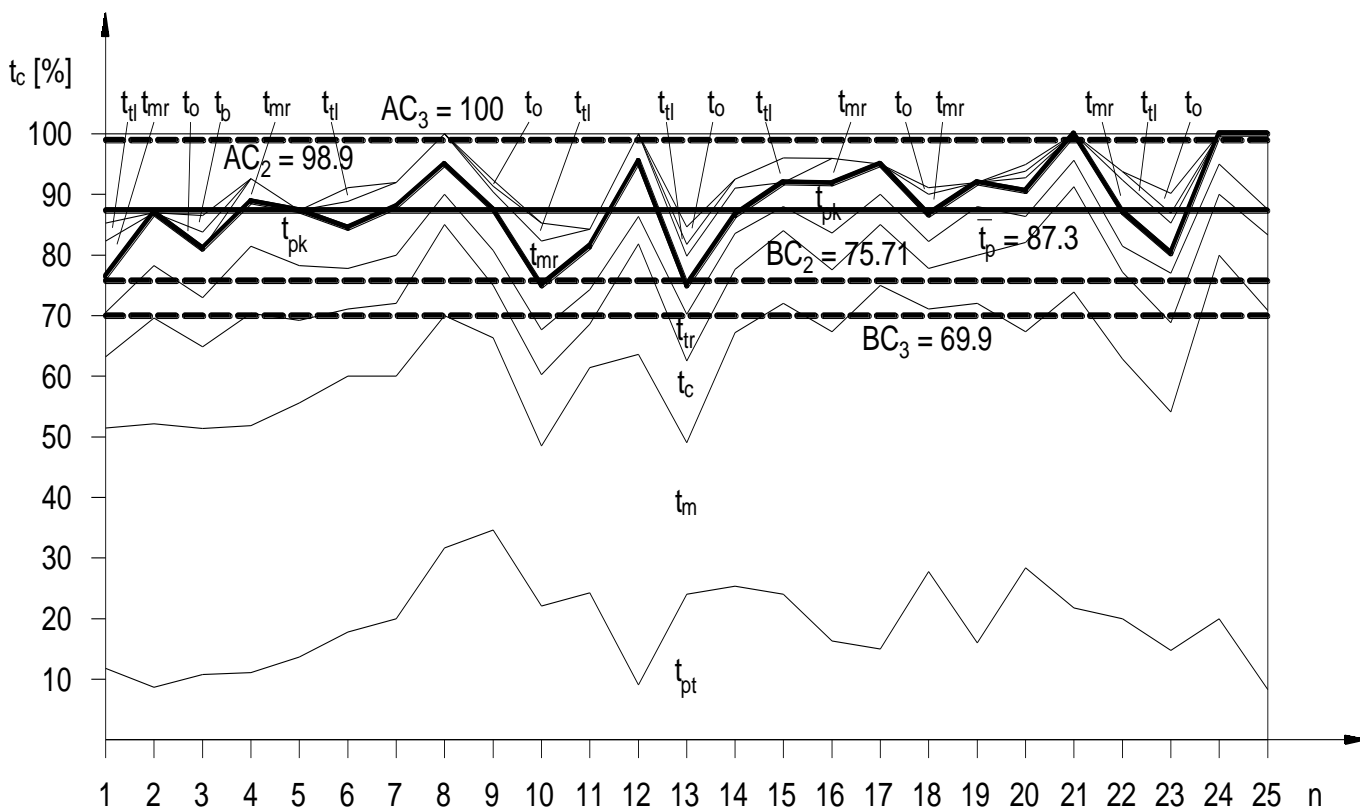
$$KG_{2SD} = 87.3 \pm 11.59$$

$$GKG_{2SD} = 98.9\%$$

$$DKG_{2SD} = 75.71\%$$

Табела 16: Упоредни подаци производног циклуса за предузеће 3, за 2012. и 2013. годину

God	br ciklusa	jed. mere	Tp								Tnp								
			tpt	tm	tt	Tc	ttr	tpk	tnt	Tc	tmt	tll	To	Tb	tto	tp	tnp	Tc	tp
2012	23	%	14.53	44.97	59.5	12.34	6.15	6.15	24.64	100	3.52	0.93	1.42	1.91	7.1	85.22	14.78	100	85.22
2013	25	%	21.18	40.11	61.29	11.66	6.11	5.79	23.46	100	3.54	1	1	0.13	8.9	87.3	12.7	100	87.3



Дијаграм 21: Елементи времена рада производног циклуса у предузећу 3, за 2013. годину

Контролне границе са 3SD су: $DKG_{3SD}=69.9\%$, $GKG_{3SD}=100\%$, а са 2SD: $DKG_{2SD}=75.7\%$, $GKG_{2SD}=98.9\%$

Средња вредност производног времена је висока $\bar{t}_p = 87.3$, што је било и у другој текстилној фабрици. Такође су већа машинска времена, што је последица различитих технологија, у првом предузећу и у текстилној индустрији, али и у дисциплинама радне снаге.

Ово указује на потребу паралелног праћења степена коришћења капацитета и производног циклуса, посебно у предузећу 1.

Упоредни приказ резултата показује све промене, као што је она да је дошло до промене производног времена \bar{t}_p од 249 мин. у 2011. до 193 мин. у 2013. години.

Са друге стране, текстилне фабрике, са разнороднијом производњом, са већом разликом у погледу броја комада, дале су веће производно време и прецизније контролне границе процеса.

4.8. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ, АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА У 2014. ГОДИНИ И ДИСКУСИЈА, ПРЕДУЗЕЋЕ 1

У предузећу 1 је снимање извршено у периоду од 4 године, и то у 10. и 11. месецу, 2011., 2012., 2013. и 2014. године.

Практична примена стохастичког модела утврђивања елемената времена рада своди се на тренутно опажање елемената времена, где се предмет рада креће по операционој листи кроз производњу. Серија производа је видљиво означена овим документом и аналитичар (снимач) је може лако идентификовати. Снимање се одвијало на исти начин као у претходним годинама, према случајно одабраним временима која су унесена у снимачки лист. Снимачки лист се односи на један производни циклус, а у њега се уноси број појединих елемената рада - фреквенција. На тај начин за предузеће 1 формирамо податке у табели 17. На основу фреквенција најпре израчунамо % појединих елемената, у односу на укупан производни циклус, а затим на основу % трајања производног циклуса, који је снимљен аналитички, време трајања појединих елемената времена рада.

Показало се да иако имамо различита трајања ПЦ, са различитим учешћем по појединим елементима времена, рачунајући проценат према фреквенцијама и према времену разлике у процентима, разлике су минималне, јасно се указује на одговарајућу величину узорка, што је доказано математички.

Табела 17а: Елементи времена рада у циклусима производње за предузеће 1, за 2014.годину

Бр	Датум	f	време	Производно време t_{pf}					Непроизводно време t_{npf}					%	%
				$t_{c\ min}$	t_{pt}	t_m	t_c	t_{tr}	t_{pk}	t_{mr}	t_{tl}	t_o	t_b			$t_{to}$	$t_p$	$t_{np}$
1	27.9.14.	37	900	5	12	5	2	4	1	0	3	0	5	75,7	24,3
2	28.9.14.	39	900	6	10	6	2	5	3	0	2	0	5	74,4	25,6
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Табела 17б: Елементи времена рада у процентима (%) за предузеће 1, за 2014.годину

Бр	Датум	f	време	Производно време t_{pf}					Непроизводно време t_{npf}					%	%
				$t_{c\ min}$	t_{pt}	t_m	t_c	t_{tr}	t_{pk}	t_{mr}	t_{tl}	t_o	t_b			$t_{to}$	$t_p$	$t_{np}$
1	27.9.14.	37	900	13,5	32,4	13,5	5,4	10,8	2,7	0	8,11	0	13,5	75,7	24,3
2	28.9.14.	39	900	15,4	25,6	15,4	2	12,8	7,7	0	5,13	0	12,8	74,4	25,6
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Табела 17с: Елементи времена рада производног циклуса за предузеће 1, за 2014.годину(мин.)

Бр	Датум	f	време	Производно време t_{pf}					Непроизводно време t_{npf}					%	%
				$t_{c\ min}$	t_{pt}	t_m	t_c	t_{tr}	t_{pk}	t_{mr}	t_{tl}	t_o	t_b			$t_{to}$	$t_p$	$t_{np}$
1	27.9.14.	37	900	122	292	122	49	97	24	0	73	0	122	75,7	24,3
2	28.9.14.	39	900	138	231	138	46	115	69	0	46	0	115	74,4	25,6
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Сви подаци елемената времена ПЦ за период од 2011-2014 за предузеће 1 су дати компаративно у табели 18, док је у табели 19 дат упоредни приказ средњих вредности ЦП и контролних граница.

Табела 18: Подаци о елементима времена рада производног циклуса за 2011., 2012., 2013. и 2014. годину, за предузеће 1

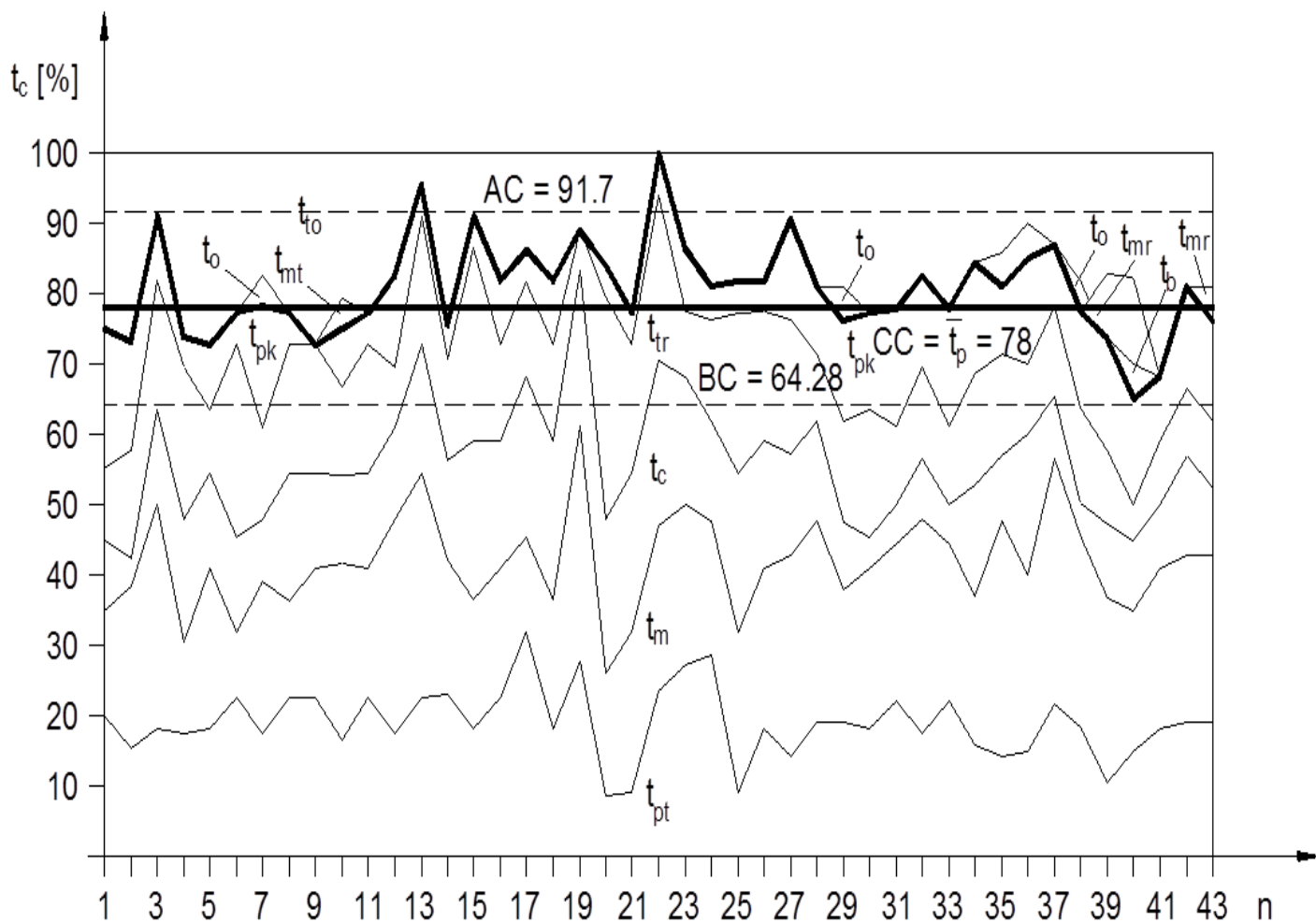
Јед мере	Производно време t_p								Непроизводно време t_{np}						
	t_{pt}	t_m	$t_{pt} + t_m$	t_c	t_{tr}	t_{pk}	t_{np}	t_{ekl}	t_{mr}	t_{ti}	t_o	t_b	t_{to}	t_p	t_{np}
%	10,7	24,6	35,3	12,7	15,2	10,6	38,5	100	5	0,3	0,27	1,6	16,5	76,4	25,2
мин	16,32	3762	5394	1939	2413	1709	6061	15. 993	704	40	376	2,71	2465	11. 451	3856
%	16,82	25,2 9	42,11	15,41	15,7	11,8 3	42,9 4	100	1,42	0	0,31	0,15	14,5 3	83,6	16,4
мин	11,24	1737	2861	10,55	1093	837	2985	6978	104	0	22	10	1022	5820	1158
%	16,15	23,7 3	39,88	13,57	5	14,1	39,7 2	100	0,99	0	0,68	0,36	18,3 3	97,7 7	20,3 3
мин	1560,4	2296	3856	12,92	1184	1362	3838	9662	96	0	66	34,8	1771	7694	1968
%	19	22,4	41,4	14,1	14,9	9,55	19,9	100	0,76	0,001	0,00 2	0,00 1	16,9	078	22
мин	2760	3254	6,014	2,040	2,16 4	1,38 7	3,22 5	14. 526	110	15	20	15	2,45 6	11. 301	3,22 5
t_{ty}	64,2	75,7	140	47,6	50	32,3	75		2,3	0,35	0,47	0,35	57	263	75

Табела 19: Упоредни приказ средњих вредности ЦП и контролних граница за предузеће 1, у периоду 2011-2014 године

Година	Број циклуса	min/ tc/N	tp/kom min	tp/min	tp %	AC %	BC %	SD
2011	46	326	56,2	249	74,4	94,9	52,6	9,5
2012	30	233	37,7	194	83,6	100	66,6	6,8
2013	39	248	31,5	193	80	95	65	6,35
2014	43	338	44,8	263	78	91,7	64,3	8,78

У табели 19 су дати средњи производни циклус, средње продуктивно време по циклусу и комаду, у серији у минутима, продуктивно време и контролне границе AC, BC и SD у %.

Кретање свих елемената производног циклуса средњег продуктивног времена t_p и контролних граница предузећа 1 за 2014. годину прецизније видимо на дијаграму 22.



Дијаграм 22: Процент елемената времена производног циклуса за предузеће 1, у 2014. години

Укупно време 43 производна циклуса је 14.526, а по производном циклусу је $14.526/43 = 338$ минута.

Исто тако је $t_{p/nc} = 11.301/43 = 263$ минута.

Средње време, по циклусу у процентима, добија се за продуктивно време из збира појединачних процената, по циклусу подељених са бројем циклуса $\Sigma t_p / \Sigma t_{nc} = 3317,35/43 = 77,98$ што је приближно 78%.

Стандардна девијација се добија преко формуле за нормалну функцију процеса:

$$SD_{tp} = \sqrt{\frac{\sum f_i (t_{pi} - \bar{t}_p)^2}{v_c}} = \sqrt{\frac{3317}{43}} = 8,78\%$$

Контролне границе приказане на дијаграму на сл. 10 су добијене према формули:

$$KG3 = \pm 3 \cdot SD_{tp}$$

$$KG3 = 77,98 \pm 3 \cdot 77,98 \cdot 0,0878$$

$$KG3 = 91,67 \%$$

$$DKG3 = 64,28\%$$

Табела 20: Време производног циклуса по комаду и серији за предузће 1, за 2014. годину.

Ред. број	Бр. ком.	Бр. сер.	t min/ком	t%
1	4	5	89,6	81,32
2	5	19	67,47	73,7
3	6	13	70,68	79,61
4	7	3	55,43	76,43
5	8	3	47,53	73,2

Ово показује осетљивост експерименталне методе одређивања оптималне серије на промену технологије и оправданост њене примене.

Најзначајнији проценат се односи на технолошко време t_{tm} по годинама 2011. – 24,6; 2012. – 25,9; 2013. – 23,76 и 2014. – 22,4% на припремно – завршно време 2011. – 10,9; 2012. – 16,82; 2013. – 16,15 и 2014. – 19%, што укупно чини технолошко време t_t . Може се запазити да је збирно за предузеће 1 проценат припремно – завршног времена велик, па би његовим смањивањем производни циклус могао бити смањен.

Ово време је 2011. године, за готово исто технолошко време, 24,6% и 23,73% износило свега 10,7%. Разлог овоме може бити што је фабрика у фази проширења својих капацитета, па тиме и реконструкције погона.

Просечно производно време у минутима, у 2013. години било је 93 мин, а у процентима $t_{p\%} = 79,77\%$. Непроизводно време износи =54,8 минута или $t_{p\%} = 20,23\%$.

Посматрајући табелу 18, у којој су дати подаци за четири године истраживања 2011., 2012., 2013. и 2014. годину, видимо да је просечно продуктивно време од 2011. до 2013. значајно смањено од 249 (76,4%) до 193 (79,77%) мин. Због подизања нивоа организације и уходавања производње, у читавој је години, због увођења нове операције у процес у трајању од 30 минута, поновно повећано на 263 минута.

Унутар производног времена најмање осцилације по годинама има машинско време од 24,5% 2011.; 25,29% 2012. и 23,73% 2013. године.

Припремно завршно време се константно повећавало од 10,7% до чак 19% 2014. године, када је уведена нова поменути операција у трајању од 30 мин.

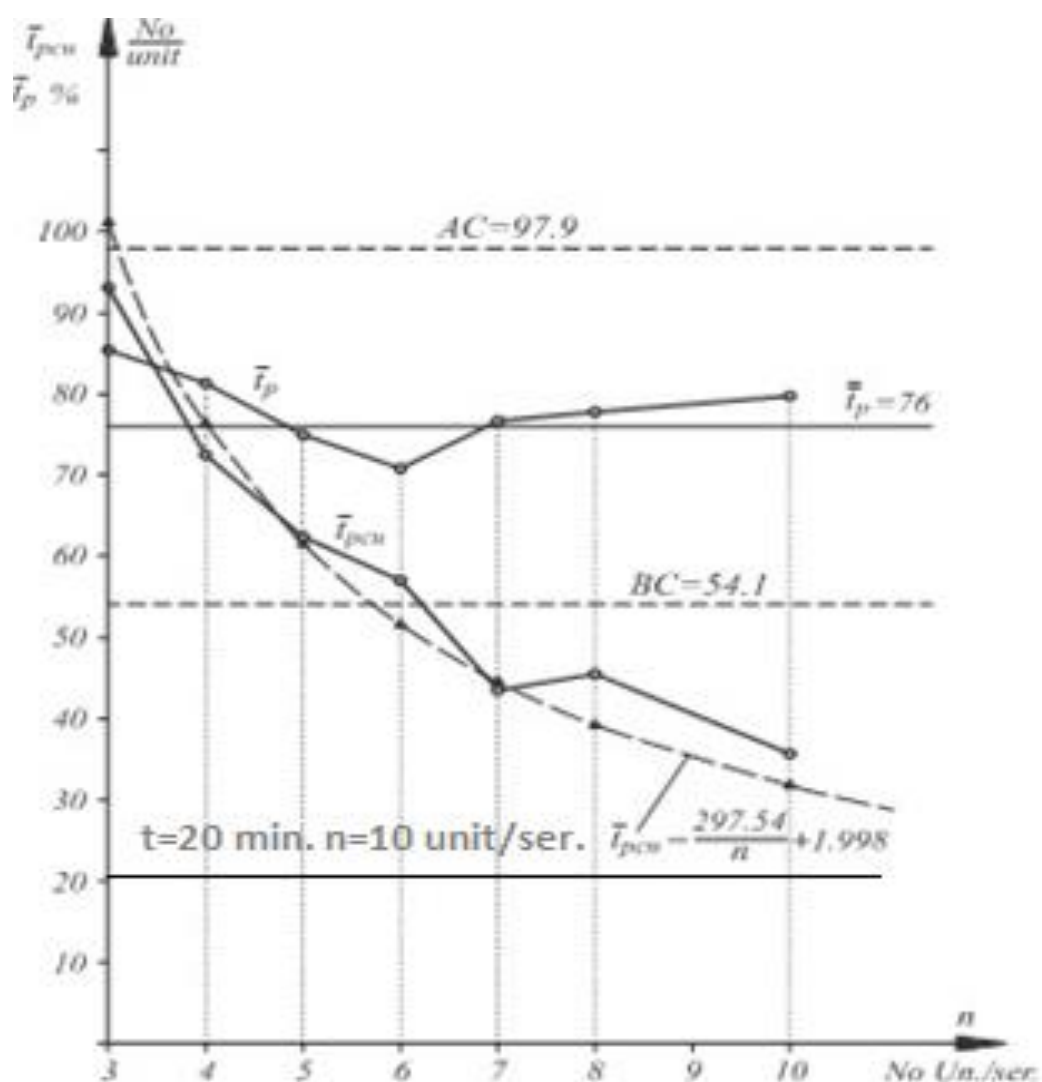
Средње продуктивно t_p време по годинама је (74,35; 83,6; 79,77; и 78 %) са стандардном грешком SD (9,49, 6,8, 6,35 и 8,78 %), што показује да су процеси овладани, да стандардна грешка прати вредности средњег продуктивног времена, веће вредности дају мању грешку за 2012. и 2013. годину, а за 2011. и 2014. годину већу, што говори да услови организације производње нису значајно мењани (табела 19).

Из табеле 18 се види да је у 2013. дошло до повећања припремно завршног времена t_{pt} на рачун машинског t_m , па је t_{pt} 2012. било 14,53 %, а t_m 44,97 % 2013. t_{pt} 21,18, а t_m 40,11 %, збир времена контроле t_c , транспорта t_{tr} , и паковања t_{pk} за 2012. годину износио је 24,64 % (12,34, 6,15, 6,15), а за 2013. 23,46 % (11,66, 6,11, 5,79). Код непродуктивног времена t_{np} једина већа разлика међу временима је код времена одржавања и застоја, где је у 2012. години било 1,91 %, а у 2013. свега 0,13 %, па је отуда разлика у укупном непродуктивном времену од 14,78 % у 2012. до 12,7 % у 2013. години.

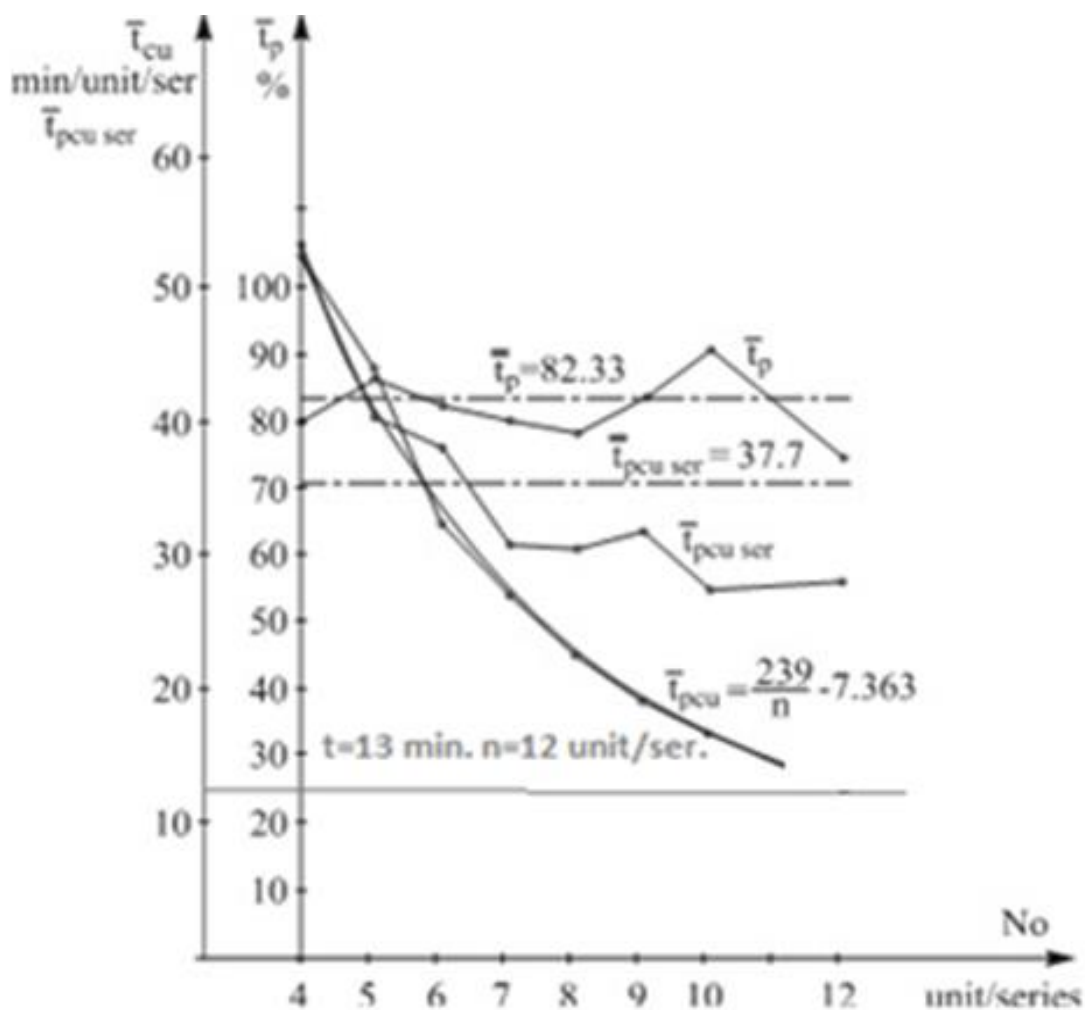
У оквиру непроизводног времена t_{np} од 2011. до 2013. године, значајно су смањени застоји због недостатка репроматеријала, 1,42 % (2012.) на 0,99 % 2013. године. Исто тако су смањени застоји услед одржавања и квара машина t_b од 1,6% (2012.) до 0,36% (2013.).

4.8.1. Оптимална серија за предузеће 1

Ако посматрамо дијаграм продуктивног времена, по броју комада и серији за предузеће 1 за 2011.годину,приближно одређена оптимална серија се добија из хоризонталне асимтоте са временом трајања од око 20 минута, а то је са бројем од преко 10 комада у серији, што је приказано на дијаграму 23. За 2012.годину оптимална серија је 12 комада, што је приказано на дијаграму 24.

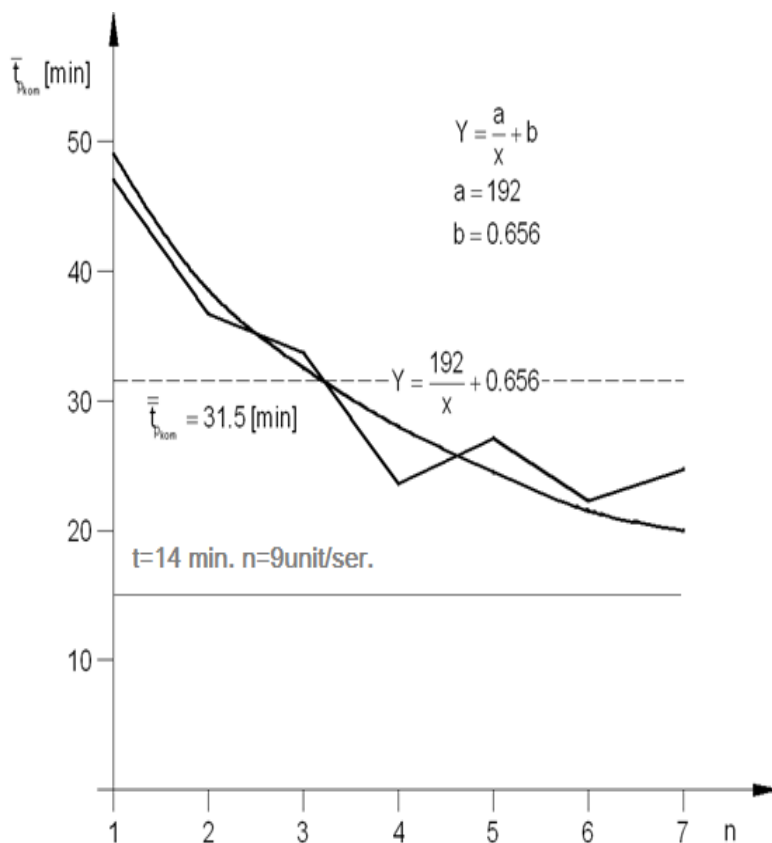


Дијаграм 23: Оптимална серија за предузеће 1, за 2011. годину



Дијаграм 24: Оптимална серија за предузеће 1, за 2012. годину

Са дијаграма 25 за 2013. годину се види да број комада у серији може бити већи од постојећих, и да серија од 10 комада има значајно мање време од оне са 4 комада.



Дијаграм 25: Кретање продуктивног времена по комаду и серији за предузеће 1, за 2013. годину

То значи да у производњи треба настојати да серија буде од најмање 10 комада, међутим, питање је са даљим повећањем да ли ће доћи до нарушавања оптималне организације радних места и нагомилавања комада, па тиме и до поновног повећања времена по комаду.

Упоређујући податке за 2012. и 2013. годину, у табели 14 видимо да су по свим стратумима производног циклуса, од оних са 4 комада до оних са 10 комада, просечна времена производног времена $t_{pком}$ смањена, за оне од 4 комада, у серији од 53,7 мин., на 47 мин., а за оне од 10 ком., у серији од 29 мин., на 24,7 мин. Ово значи да би много више циклуса требало да буде 8,9 и 10 комада, а не да их буде највише са 5,6 и 7, јер је то узрок да је укупно продуктивно време од 194 у 2012. години смањено на само 193 мин. у 2013. години, док је за 2014. повећано на 263 минута.

Са дијаграма и табела приказаних за 2014. годину, ради сагледавања односа времена, дат је однос времена по комаду за две величине серија, које су се појавиле у све четири године, а то су са 4 и 7 комада. Времена за 2011., 2012., 2013. и 2014. годину износе 74,48/43,5, 53,7/30,1, 47/23,6 и 89,6/55,43. Односи су 1,67; 1,78; 1,99 и 1,62. Из ових односа се види да је он константно растао до 2013., а да је 2014. смањен.

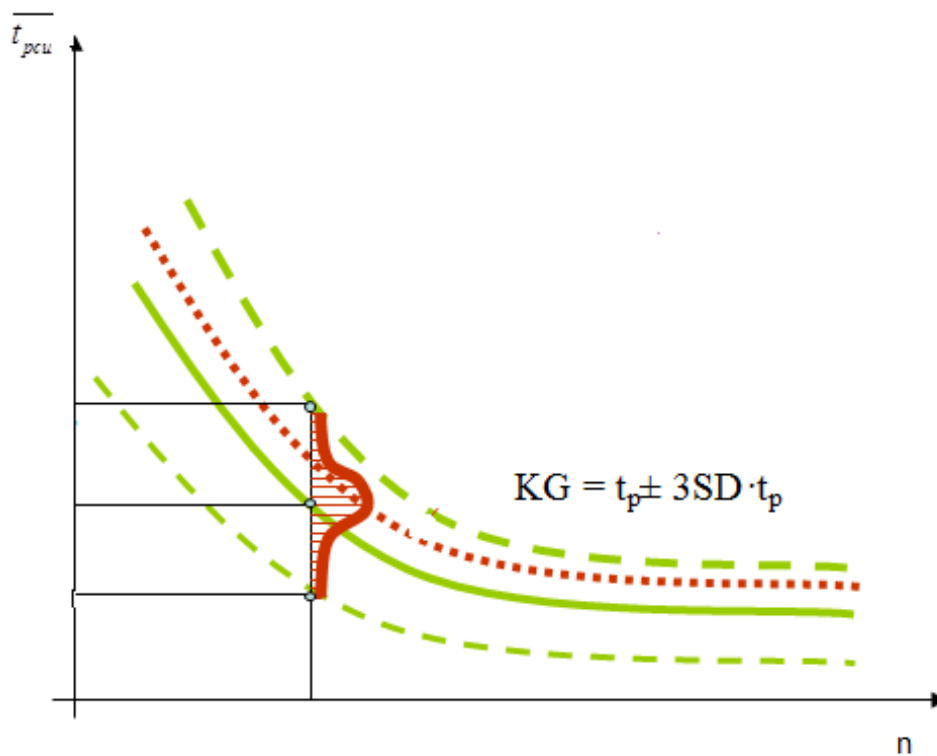
Са дијаграма се види да је број комада у серији оптималан и да је време по комаду мање за серије са већим бројем комада, а тиме је краћи и укупан производни циклус и продуктивно време. Ово значи да су серије од 10 комада, које су биле највеће 2011. и 2012. године, за овај ниво организације производње оптималне.

Још већим повећањем серија може се доћи до супротног ефекта, тако што ће се нагомилавати материјал по појединим машинама и правити уско грло.

Кретање свих елеманата времена рада са контролним границама по годинама претходно су дате дијаграмски.

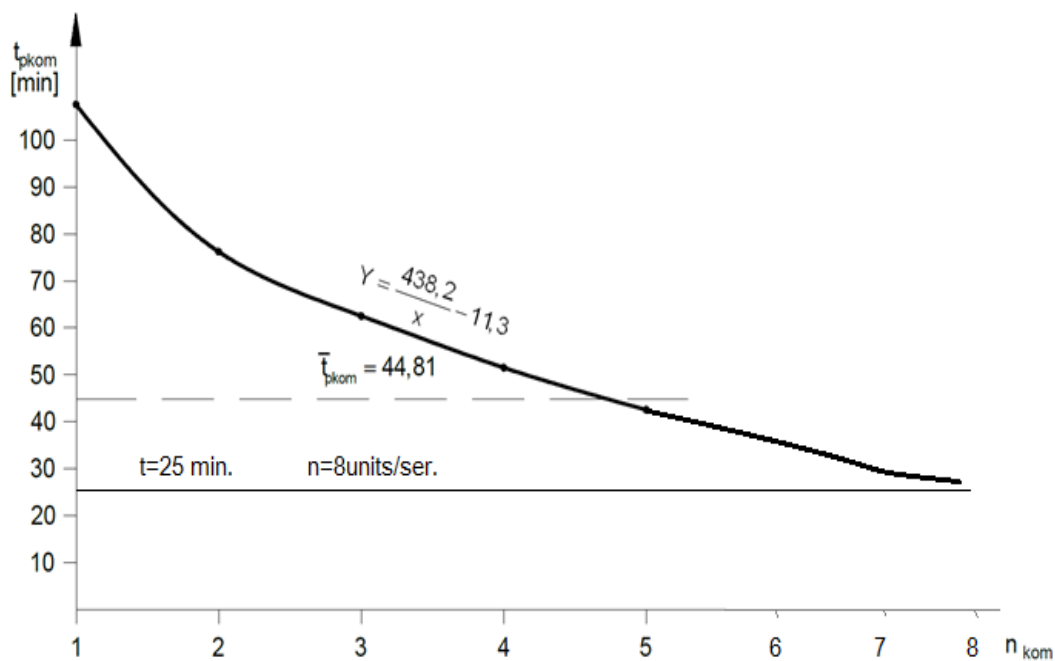
Као што је већ написано средње продуктивно t_p време по годинама је (74,35; 83,6; 79,77; и 78 %) са стандардном грешком SD (9,49; 6,8; 6,35; и 8,78 %) , што показује да су процеси овладани.

Контролне границе су, сходно томе, узимајући грешку са $\pm 3 SD$, такве да не прелазе вредности средњег продуктивног времена, као што је приказано на дијаграму 26.



Дијаграм 26: Тренд кретања средњег продуктивног времена према нормалној расподели

Учешће елемената времена у циклусу производње за 2014. годину се виде из табеле 21. Кретање средњег времена серија, по броју комада за предузеће 1, за 2014. годину, приказано је на дијаграму 27.



Дијаграм 27: Кретање средњег времена серија по броју комада 2014.годину

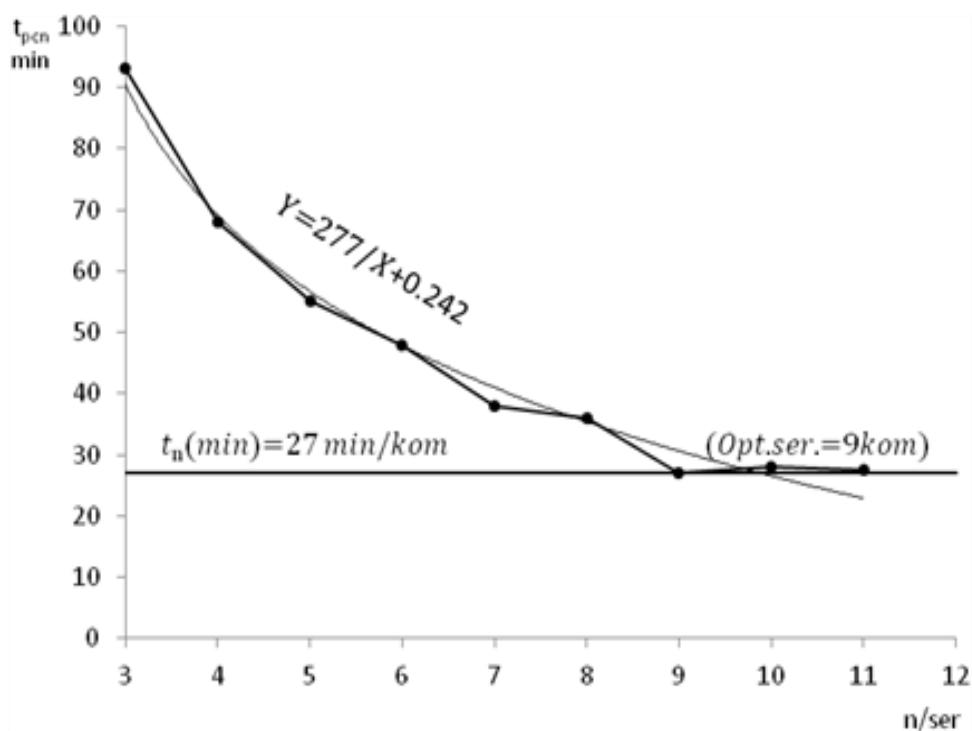
Табела 21: Елементи времена ЦП у % и минутама за предузеће 1, за 2014. годину

Производно време t_p						Непроизводно време t_{np}							
	t_{pt}	t_m	t_p	t_{tr}	t_{pk}	t_{mr}	t_{tl}	t_o	t_b	t_{to}	t_c	Σt_p	Σt_{np}
%	19	22,4	14,1	14,9	9,55	0,767	0,001	0,002	0,001	16,9	100	80,13	19,87
Min	2.7 60	3.254	2.048	2.164	1.387	110	15	20	15	2.455	14.526	11.640	2.886
$t=ti/\eta c$ (min)	64, 2	75,7	47,6	50	32,3	2,3	0,35	0,47	0,36	57	338	271	67

Из табеле се виде времена за 2014. годину, где се уочава да логично највеће технолошко машинско време (главно време) t_m износи 22,4 %, односно 75,7 минута по комаду. Друго време по величини је припремно – завршно време t_{pt} и износи 19 %, односно 64,2 мин. Време контроле t_c износи 14,1 %, односно 47,6 мин. Време транспорта износи 14,9 %, односно 50 минута, а укупно продуктивно време износи 80,13 % или 271 минута.

Укупно непроизводно време t_{np} од 25,19 % у 2011. драстично је смањено на 16,4 % у 2012. али се у 2013. вратило на 20,33 %, 2014. на 22 %.

Из просечних вредности за све четири године добијамо дијаграм 28, са ког се види да је оптимална серија од 9 – 14 комада или 16-26 минута по комаду.



Дијаграм 28: Просечне вредности за све четири године са оптималном серијом за предузеће 1

Оптимальна серија за сваку годину, као и оптимална серија за посматране године дата је у табели 22.

Табела 22: Оптимална серија за предузеће 1 по годинама

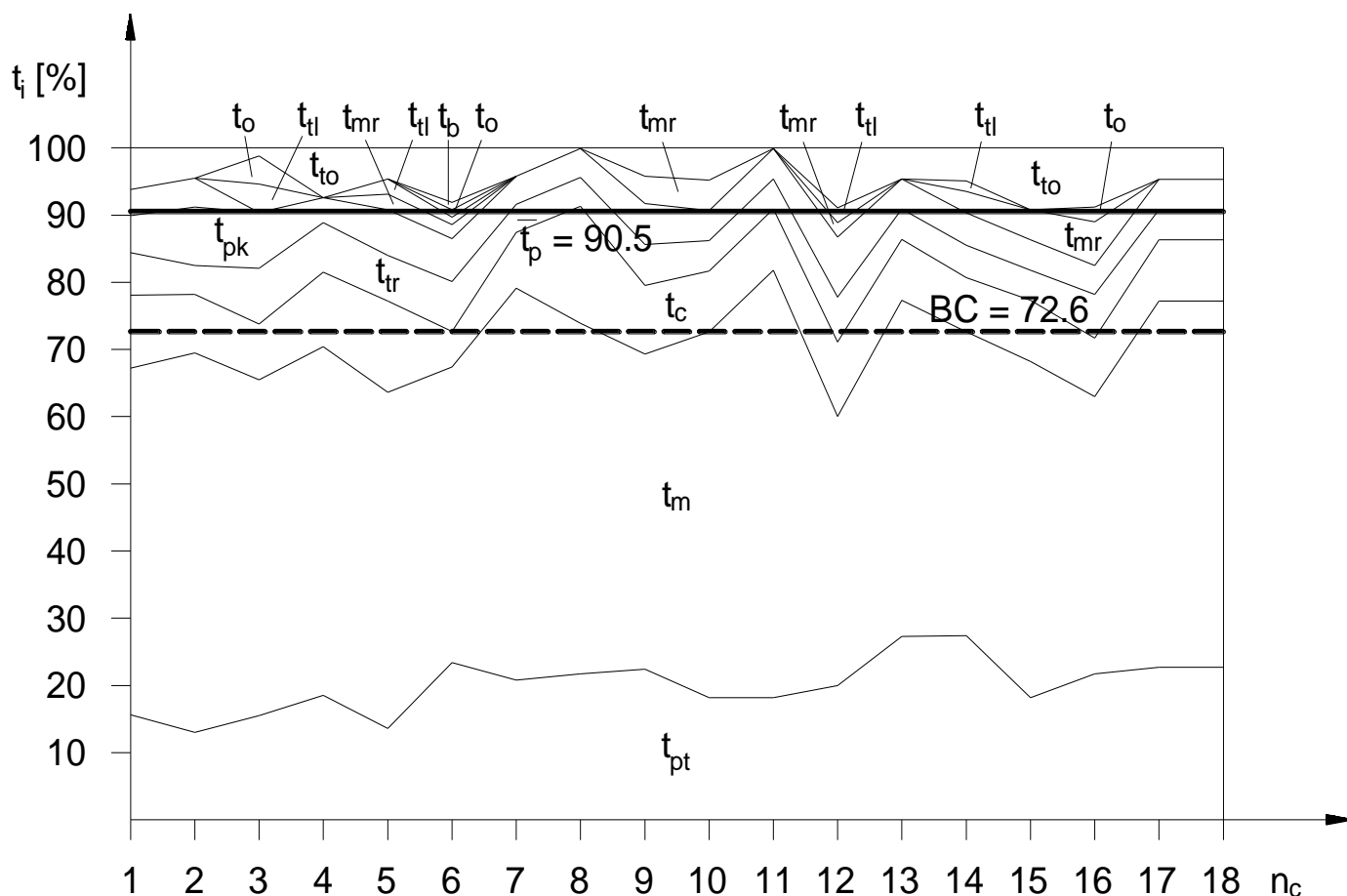
Година	Оптимална серија n unit/serija	Време по комаду t (min)
2011	10	20
2012	12	13
2013	9	14
2014	10	20
2011/2012/2013/2014	9/14	16/26

Обрадом добијених података, анализом и компарацијом резултата дијаграмски је доказано да је могуће, применом једноставног и економичног модела, одредити оптималну серију производње у малим и средњим предузећима серијске производње.

4.9. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ, АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА У 2014. ГОДИНИ И ДИСКУСИЈА, ПРЕДУЗЕЋЕ 3

Снимање се одвијало на исти начин као у претходним годинама, према случајно одабраним временима која су унешена у снимачки лист. Снимачки лист се односи на један производни циклус, а у њега се уноси број појединих елемената рада - фреквенција. За предузеће 3 у 2014. години посматрано је 18 циклуса производње.

Постоји 11 група које садрже најмање 9 комада у серији, док је највећа група са 115 комада у серији. Кретање свих елемената производног циклуса средњег продуктивног времена t_p и контролних граница предузећа 3, за 2014. годину приказано је на дијаграму 29.



Дијаграм 29: Кретање свих елемената производног циклуса, средњег продуктивног времена t_p и контролних граница предузећа 3, за 2014. годину

Са дијаграма и из табеле, види се да укупно производно време за посматране циклусе производње у процентима за 2014. Годину износи $t_p = 90.5 \%$, а непроизводно време износи $t_{np} = 9.5 \%$.

Резултати за текстилну фабрику – предузеће 3 за 2012., 2013. и 2014. годину, као и за предузеће 2 такође текстилно, за 2011 дати су у табели 23.

Табела 23: Елементи времена ЦП за текстилна предузећа 2011-2014

Предузеће	Год.	БрЦП	Производно време t_p							Непроизводно време t_{np}						t_p	t_{np}
			t_{pt}	t_m	t_{pt+m}	t_c	t_r	t_{pk}	t_{pt}	t_{nr}	t_{il}	t_o	t_b	t_{tot}			
3	2012	23	14,53	44,97	59,5	12,34	6,15	6,15	24,64	3,52	0,93	1,42	1,91	7,1	85,22	14,78	
3	2013	25	21,18	40,11	61,29	61,29	11,66	6,11	5,79	3,54	1	1	0,13	8,9	87,3	12,7	
3	2014	18	21,85	53,72	75,55	6,53	6,22	2,9	15,65	2,9	0,9	0,46	0,1	6,4	90,5	9,5	
3	2012 - 2014	66	19,2	46,3	65,5	10,2	6,2	4,9	21,25	3,3	0,94	0,96	0,71	7,5	87,7	12,3	
2	2011	23	11,67	23,34	35,01	14,54	8,71	12,66	35,91	6,64	1,35	6,37	0,1	13,82	70,92	29,08	

У 2013.години сва времена ПЦ су са малим разликама, изузев припремно завршног времена, код којег је дошло до повећања од 14,53% у 2012. години на 21,18% у 2013. години.

Још мање t_{pt} је код друге текстилне фабрике 11,67%, док је машинско време приближно преполовљено у односу на просечно и за три године за предузеће 3 износи 23,34% у односу на 46,3%.

Занимљиво је да су елементи времена рада у процентима готово идентични у предузећу 2, са оним у предузећу 1 за 2011.годину, t_{pz} је 11,67, односно 11,7, а t_{mj} је 23,34, односно 24,6.

5. ДИСКУСИЈА

Посматрајући податке, табеле и дијаграме добијене за предузеће 1 може се запазити да је збирно за предузеће 1 проценат припремно – завршног времена велик, па би његовим смањивањем производни циклус могао бити смањен. Најзначајнији проценат се односи на технолошко време t_{tm} по годинама 2011. – 24,6; 2012. – 25,9; 2013. – 23,76 и 2014. – 22,4% на припремно – завршно време 2011. – 10,9; 2012. – 16,82; 2013. – 16,15 и 2014. – 19%, што укупно чини технолошко време t_t .

Ово време је 2011. године, за готово исто технолошко време, 24,6% и 23,73% износило свега 10,7%. Разлог овоме може бити што је фабрика у фази проширења својих капацитета, па тиме и реконструкције погона.

Просечно производно време у минутама, у 2013. години било је 93 мин, а у процентима $tr\% = 79,77\%$. Непроизводно време износи =54,8 минута или $tr\% = 20,23\%$.

Посматрајући табелу 18, у којој су дати подаци за четири године истраживања 2011., 2012., 2013. и 2014. годину, видимо да је просечно продуктивно време од 2011. до 2013. значајно смањено од 249 (76,4%) до 193 (79,77%) мин. Због подизања нивоа организације и уходавања производње, у читавој је години, због увођења нове операције у процес у трајању од 30 минута, поновно повећано на 263 минута.

Унутар производног времена најмање осцилације по годинама има машинско време од 24,5% 2011.; 25,29% 2012. и 23,73% 2013. године.

Припремно завршно време се константно повећавало од 10,7% до чак 19% 2014. године, када је уведена нова поменута операција у трајању од 30 мин.

Средње продуктивно tr време по годинама је (74,35; 83,6; 79,77; и 78 %) са стандардном грешком SD (9,49, 6,8, 6,35 и 8,78 %), што показује да су процеси контролисани, да стандардна грешка прати вредности средњег продуктивног времена, веће вредности дају мању грешку за 2012. и 2013. годину, а за 2011. и 2014. годину већу, што говори да услови организације производње нису значајно мењани (табела 19).

Из табеле 18 се види да је у 2013. дошло до повећања припремно завршног времена t_{prt} рачун машинског t_m , па је t_{prt} 2012. било 14,53 %, а t_m 44,97 % 2013. t_{prt} 21,18, а t_m 40,11 %, збир времена контроле t_c , транспорта t_{tr} , и паковања t_{pk} за 2012. годину износио је 24,64 % (12,34, 6,15, 6,15), а за 2013. 23,46 % (11,66, 6,11, 5,79). Код непродуктивног времена t_{np} једина већа разлика међу временима је код времена одржавања и застоја, где је у 2012. години било 1,91 %, а у 2013. свега 0,13 %, па је отуда разлика у укупном непродуктивном времену од 14,78 % у 2012. до 12,7 % у 2013. години. У оквиру непроизводног времена t_{np} од 2011. до 2013. године, значајно су смањени застоји због недостатка репроматеријала, 1,42 % (2012.) на 0,99 % 2013. године. Исто тако су смањени застоји услед одржавања и квара машина t_b од 1,6% (2012.) до 0,36% (2013.). Упоредивши податке за 2012. и 2013. годину за предузеће 1, у

табели 14 видимо да су по свим стратумима производног циклуса, од оних са 4 комада до оних са 10 комада, просечна времена производног времена $t_{\text{рком}}$ смањена, за оне од 4 комада, у серији од 53,7 мин., на 47 мин., а за оне од 10 ком., у серији од 29 мин., на 24,7 мин. Ово значи да би много више циклуса требало да буде 8,9 и 10 комада, а не да их буде највише са 5,6 и 7, јер је то узрок да је укупно продуктивно време од 194 у 2012. години смањено на само 193 мин. у 2013. години, док је за 2014. повећано на 263 минута.

Из табеле 21 се виде времена за 2014. Годину за предузеће 1, где се уочава да логично највеће технолошко машинско време (главно време) t_m износи 22,4 %, односно 75,7 минута по комаду. Друго време по величини је припремно – завршно време $t_{\text{пт}}$ и износи 19 %, односно 64,2 мин. Време контроле t_c износи 14,1 %, односно 47,6 мин. Време транспорта износи 14,9 %, односно 50 минута, а укупно продуктивно време износи 80,13 % или 271 минута. Укупно непроизводно време $t_{\text{нр}}$ од 25,19 % у 2011. драстично је смањено на 16,4 % у 2012. али се у 2013. вратило на 20,33 %, 2014. на 22 %. Из просечних вредности за све четири године добијен је дијаграм 28, са ког се види да је оптимална серија од 9 – 14 комада или 16-26 минута по комаду.

Из табеле 16 која се односи на текстилне фабрике, предузеће 2 и предузеће 3, се види да је у 2013. години дошло до већег повећања припремно завршног времена $t_{\text{пт}}$, на рачун машинског t_m , па је $t_{\text{пт}}$ 2012. било 14.53%, а t_m 44.97% 2013. $t_{\text{пт}}$ 21.18, а t_m 40.11%, збир времена контроле t_c , транспорта $t_{\text{тр}}$, и паковања $t_{\text{пк}}$ за 2012. износило је 24.64% (12.34, 6.15, 6.15), а за 2013. годину 23.46% (11.66, 6.11, 5.79). Код непроизводног времена $t_{\text{нр}}$ једина већа разлика међу временима је код времена одржавања и застоја, где је у 2012. години било 1.91%, а у 2013. свега 0.13%, па је отуда разлика у укупном непроизводном времену од 14.78% у 2012. до 12.7% у 2013. години. Са дијаграма 21 се види да је процес овладан са прецизношћу контролних граница и са 2 SD и са 3 SD.

Истраживање је показало да је, у погледу могућности примене модификоване методе, најповољнија примена код малосеријске и серијске производње, а да је то посебно видљиво у текстилним фабрикама, као што су предузеће 2 и предузеће 3.

Унутар текстилних фабрика могуће је идентификовати различите стратуме, као што су фабрике код којих је на основу производног програма и технологије могуће експериментално одредити оптималну серију и оне кад којих није. Заједничко је да средње продуктивно време може бити приказано као процес по производним циклусима, да се оно креће у врло уским контролним границама и по правилу је више него у металопрерађивачким фабрикама, а да су границе уже. Креће се по нормалном закону расподела. Анализирано је 10 најзначајнијих елемената времена рада, при чему је технолошко машинско време t_m највеће, у просеку 46,3 %, што је двоструко веће него у примеру високо организоване фабрике – предузеће 1.

Основна разлика у кретању времена је у томе да је у текстилним фабрикама средње продуктивно време у много ужим границама (0,616-0807) него у предузећу

1(0,526-0961), при чему је највећа разлика у времену транспорта t_{tr} , које у текстилној фабрици износи 8,7%, а у предузећу 1 је 14,9 %.

Показало се у истраживању да је у предузећу 1 могуће одредити оптималну серију преко коефицијента протока, док је код предузећа 2 и 3 немогуће направити стратусе по броју комада у серији, јер производни програм садржи серије са врло ризичним бројем комада, и врло великим разликама у трајању времена израде једног комада. Зато је тај прорачун изостао у овом раду.

У предузећу текстилне индустрије 3 средња вредност производног времена је висока $= 87,3$, што је било и у предузећу 3, текстилним фабрикама у оквиру истраживања у 2011., 2012. и 2013. години. Такође су већа машинска времена, што је последица различитих технологија у предузећу 1 и текстилној индустрији предузећа 2 и 3, али и дисциплине радне снаге жене у текстилној индустрији.

Ово указује на потребу паралелног праћења степена коришћења капацитета и производног циклуса, посебно у металопрерађивачкој индустрији, јер код снимања степена коришћења машинских капацитета не постоје елементи рада транспорта, паковања и највећег дела контроле, али су присутни помоћно машинско време и помоћно ручно. Тако је степен коришћења капацитета, као и његови елементи времена рада, стављен под увећање, а степен коришћења капацитета и ова времена су највећи део времена ПЦ.

Већа разлика у временима између предузећа 3 и предузећа 1 је у транспортном времену, код текстилних просечно износи 6,2%, а код предузећа 1 износи 15,2. Исто тако су остали застоји значајно већи 16,5% у односу на само 7,5%.

6. ЗАКЉУЧАК

На основу теоретских поставки стохастичког модела оптимизације времена трајања циклуса производње у малим и средњим предузећима и експерименталних истраживања, анализе добијених резултата и дискусије, може се закључити и потврдити, да је производни циклус најзначајнији техничко-економски показатељ у производњи, и да га је потребно стално пратити и скраћивати. Да је уместо захтевног континуалног снимања и праћења елемената времена рада, аналитичким путем, много једноставније праћење стохастичким модификованим моделом. Да стохастички модел оптимизације времена трајања циклуса производње може бити постављен и примењен у пракси малих и средњих предузећа (X1). Да је скраћење производног циклуса могуће утицањем на факторе, везане за трајање појединих елемената времена рада, што потврђује да је новопројектовани стохастички модел ефикасан и квалитетан за оптимизацију производног циклуса у малим и средњим предузећима (X2).

Боље управљање производњом у малим и средњим предузећима постиже се одређивањем оптималне серије која се на основу коефицијената протока, применом новог стохастичког модела, може одредити експериментално (X3), што је доказано на примеру предузећа где је модел примењен.

Анализом добијених резултата, и учешћа елемената времена рада у укупном трајању циклуса производње у малим и средњим предузећима, средње продуктивно време, посматрано у циклусима производње у МСП, може се утврдити, и креће се у уским контролним границама, што је у дијаграмски приказано у дисертацији (X4).

Средње продуктивно време \bar{t}_p добијамо праћењем циклуса, а оно може бити приказано дијаграмски као процес. Овладаност тим процесом меримо контролним границама са стандардном девијацијом од $\pm 2SD$ или $\pm 3SD$, при чему је доња контролна граница у овом истраживању имала најмању вредност 2011. године од 61,14 % , а највећа горња граница је била 2013. и 2014. године од 100%. Средње продуктивно време по годинама од 2011. до 2014. године било је 70,92; 85,22; 87,3 и 90,5 %.

Експериментално истраживање праћења производње по годинама истих делатности предузећа показало је, у научном погледу, добре резултате, што се види из упоредне анализе снимка у предузећу 1, где су снимања извршена у истом периоду године, за исте серије и у истом погону. Упоредни приказ резултата показује све промене, као што је она да је дошло до промене производног времена $t_{pод}$ од 249 минута у 2011. до 193 минута у 2013. години, а увођење нове операције у трајању од 30 минута у 2014. по $t_{pизноси}$ 268 минута.

С друге стране, текстилне фабрике са разнороднијом производњом, са већом разлоком у погледу броја комада, дале су веће производно време и прецизније

контролне границе процеса, али по коадима и серијама не могу бити посматране као статистички скуп, јер су огромне разлике у броју коада по серији.

Кретање елемената времена ЦП може се пратити математички, преко успостављања контролних граница са одступањем $\pm 3SD$ од средње вредности. Средња вредност циклуса производње, група формираних по броју коада у серији t_{pcu} , крећесе по функцији хиперболе, која има асимптоту C , $t_{pcu} = C + b/n$.

Процес је више контролисан код већег степена коришћења свих степена елемената времена рада (или %), а за процес је најзначајније производно време t_p . Ово значи да је за примену стохастичког модела утврђивања елемената времена производног циклуса повољнији виши ниво организације и производње.

Удаљим експерименталним истраживањима треба оптимизирати број елемената времена рада застоја према врсти производње.

Обезбеђивање рационалне производње, и поштовање рокова у производњи, захтева квалитетно планирање производње и одговарајући техничко-технолошки прорачун, који дају режиме рада машине и времена трајања операција, као и активности у процесу производње. На тај начин су они нормирани, нормализовани и стандардизовани, па се елементи времена рада производног циклуса могу унапред одредити за машине, за средства механизације, као и за ручни рад. У пракси они нису детерминистички него стохастички, посебно у условима малих и средњих предузећа, па их је потребно као такве пратити.

ВЕЗА ЗА ШИРЕ ПРОЈЕКТЕ

Истраживање, у докторској дисертацији, проналази практичну подршку у оквиру циклуса пројекта ТР 35017, Министарства науке 2011-2015, чији је носилац Универзитет у Новом Саду, Технички факултет „ Михајло Пупин “ у Зрењанину, а докторант је члан пројектног тима.

МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ОЧЕКИВАНИХ РЕЗУЛТАТА

Резултати истраживања, у оквиру докторске дисертације, омогућиће предузећима, поготово малим и средњим, да применом стохастичког модела прате и утврде времена рада ЦП, оптимизирају их, уз квалитетно праћење и анализу времена ЦП, што ће за резултат имати мање замрзавање средстава, смањење нивоа залиха, и већи обрт средстава у производним процесима, као и бржи одговор на захтеве купаца, са крајњим резултатом постизања и побољшања конкурентности.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Affisco, F. J., Paknejad, J. M., & Nasri, F. (2002). [Quality improvement and setup reduction in the joint economic lot size model](#). *European Journal of Operational Research*, 142, 497-508. Accessed November 3, 2002. DOI: 10.1016/S0377-2217(01)00308-3.
2. Agrawal, A., Minis, I., & Nagi, R. (2000). [Cycle time reduction by improved MRP-based production planning](#). *International Journal of Production Research*, 38,4823-4841. Accessed December 15, 2000. DOI: 10.1080/002075400 50205659.
3. Alfieri, A., Tolio, T., Urgo, M. (2011). A project scheduling approach to production planning with feeding precedence relations. *International Journal of Production Research*, vol. 49, no. 4, p. 995-1020
4. Almomani, A. M., Aladeemy, M., Abdelhadi, A., & Mumani, A. (2013). [A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques](#). *Computers & Industrial Engineering*, 66, 461-469. Accessed October 2013. DOI: 10.1016/j.cie.2013.07.011.
5. Amir Zizi (2014) A Decision Model to Assess Current Methods in Capacity Planning for Semiconductor, *Australien Journal of Basic and Applied Sciences*, ((15) Special , Pages: 319-325.
6. Ata, A. T., Seyed, J. S., & Seyed, T. A. N. (2011). [Multiproduct EPO model with single machine, backordering and immediate rework process](#). *European J. of Industrial Engineering*, 5, 388-411. Accessed May 22, 2010. DOI: 10.1504/EJIE.2011.042738.
7. Audretsch, D.B., Keilbach, M. (2004), "Entrepreneurship capital and economic performance",
8. Baggaley, B. & Maskell, B. (2003a) Value stream management for lean companies – Part I, *Cost Management*, Vol. 17, No. 2, 23-27
9. Barbiroli, G. & Raggi, A. (2003). [A method for evaluating the overall technical and economic performance of environmental innovations in production cycles](#). *Journal of Cleaner Production*, 11, 365-374. Accessed June, 2003. DOI: 10.1016/S0959-6526 (02)00058-6.
10. Barnes, M. R. (1957). *Work Sampling*. (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.
11. Beker Ivan, Moraca S., Lazarevic M., Sevic S, Tesic Z., Rikalovic A., (2014) Radlovacki V., Lean sistem, Takt proizvodnje, Univerzitet u Nivom Sadu, FTN, str 54-56.
12. Berlec, T., Govekar, E., Grum, J., Potocnik, P., Starbek, M. (2008). Predicting order lead times. *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, vol.54, no. 5, p. 308-321.
13. Bicheno, J. & Holweg, M. (2009) *The Lean Toolbox – The Essential guide to lean transformation*, PICSIE Books, Buckingham

14. Bohm, R. M., Haapala, R. K., Kerry, P., Stone, B. R., & Tumer, Y. I. (2010). [Integrating life cycle assessment into the conceptual phase of design using a design repository](#). *Journal of Mechanical Design*, 132. Accessed September 16, 2010. DOI: 10.1115/1.4002152.
15. Bulat V., Klarin M., Menadžment proizvodnih procesa, CIM Kruševac, Kruševac, 2001
16. By Naveen Kumar & Dalgobind Matho Assembly Line Balancing: A review of Developments and Trends in Approach to Industrial Application, *Global Journal of Research in Engineering Industrial Engineering*, Volume 13 Issue 2 Version 1,0, Year 2013.
17. C. Criscuolo, P.N. Gal and C. Menon, (2014), The dynamics of employment growth: New evidence from 18 countries, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 14.
18. Čala I., Klarin M., Radojčić M., (2011) Development of a Stochastic model for determining the elements of production cycle time and their optimization for serial production in Metal processing industries and recycling processes, I International Symposium Engineering Management and Competitiveness, Technical faculty "M. Pupin", Zrenjanin, Serbia, 21-24
19. Čočkalović D., Stanisavljević S., Đorđević D., Klarin M., Spasojević-Brkić V., (2014) *Determination of the elements of production cycle time in serial production: The Serbian case*, *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering*, Vol. 38, No. 3,
20. Čosić, I., Anišić, Z. & Lazarević, M. (2012) Tehnološki sistemi u montaži, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
21. David Đ. Dašić, Safet Kurtović, "Ekonomija", Grafos internacional, Pančevo, 2004., str.64 – 69
22. Diaby, M., Cruz, M. J., & Nsakanda, L. A. (2013). [Shortening cycle times in multi-product, capacitated production environments through quality level improvements and setup reduction](#). *European Journal of Operational Research*, 228, 526-535. Accessed August 1, 2013. DOI: 10.1016/j.ejor.2013.02.026.
23. Donny, J., Johnson (2000) Analyzing cycle time Probabilistic for paced or hinked assembly lines, Iowa State University Iowa 50011-2063, (515) 249-0629.
24. Dossenbach, T. (2000). Manufacturing cycle time reduction - a must in capital project analysis. *Wood & Wood Products*, vol. 105, no. 11, p. 31-35.
25. Dostić, M. (2003), *Menadžment malih i srednjih preduzeća*, Ekonomski fakultet univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, pp 23-34
26. Drucker Peter, Menadžment za budućnost, PS Grmeč- Privredni pregled, Beograd, 1996., str. 35, str 231
27. E. Berner, G. Gomez and P. Knorrinda, (2012) "Helping a large number of people become a little less poor": The logic of survival entrepreneurs", *European Journal of Development Research* Vol. 24.3, pp 23
28. Eckert, C., Clarkson, P. (2010). Planning development processes for complex products. *Research in Engineering Design*, vol. 21, no. 3, p. 153-171

29. El-Homsi, A. and Slutsky, J. 2010. *Corporate Sigma: Optimizing the Health of Your Company with Systems Thinking*, New York: Taylor & Francis Group.
30. Elnekave, M. & Gilad, J. (2006). [Rapid video-based analysis system for advanced work measurement](#). *International Journal of Production Research*, 44, 271-290. Accessed January 15, 2006. DOI: 10.1080/00207540500160920.
31. Fajol A., Opsti I industrijski menadzment, Adizes, Novi Sad, 2006, str 27.
32. Giri B., C., Yun W., Y. (2005), *Optimal lot sizing for an unreliable production system under partial backlogging and at most two failures in a production cycle*, Int.J. Production Economics Vol.95, pp 229-243.
33. Guinée, B. J., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T., & Rydberg, T. (2010). [Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future](#). *Environmental Science & Technology*, 45, 90-96. Accessed January 1, 2011. DOI: 10.1021/es101316v.
34. Hackstein, R., & Budenbender, W. (1989). Flexible manufacturing systems as modules for the factory of the future. *In Proceedings of the Symposium on Determination of utilization capacity level, Belgrade*.
35. Haller, M., Peikert, A., & Thoma, J. (2003). Cycle time management during production ramp-up. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 19(1), 183-188.
36. Harold, B. M. (1971). *Industrial Engineering Handbook*. (3d ed.). Pittsburgh, PA: McGraw – Hill.
37. Harris, Ford, W. (1915) What quantity to make at once. *The Library of Factory Management*, Vol. V Operation and Costs. A. W. Shaw Company, Cicago, p. 47-52.
38. Haushang Togluzadeh, Amin Zeinalzadeh (2011) H Sudy of Cycle Time Role in Product Safety Margin, *World Applied Sciences Journal* 12 (10): 1931-1938, ISSN 1818-4952.
39. Hendrick, T.E., Moore, F.G.: *PRODUCTION/ OPERATIONS MANAGEMENT*, Homewood, IL: Irwin, 1989.
40. Herrmann, J. W., & Chincholkar, M. M. (2000, September). Design for production: a tool for reducing manufacturing cycle time. *In Proc. of the 2000 ASME Design Engineering Technical Conference* (pp. 10-13).
41. <http://www.leanbih.com/index.php/hr/just-in-time>
42. Hu, S. J., Ko, J., Weyand, L., ElMaraghy, H. A., Lien, T. K., Koren, Y. & Shpitalni, M. (2011). Assembly system design and operations for product variety. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, vol. 60, no. 2, p. 715-733.
43. Ilić, Lj. (1978) Projektovanje postupaka za utvrđivanje ciklusa proizvodnje složenog proizvoda, Magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd.
44. James A. R., & Keenan D. Y. (2008). [A model for level-loading production in the process industries when demand is stochastic](#). *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 19, 686-701. Accessed December 05, 2008. DOI: 10.1080/09537280802573726.

45. Jelena R. Jovanovic, Dragan D. Milanovic, Radisav D. Djukic, Manufacturing Cycle Time Analysis and Scheduling to Optimize Its Duration, *Journal of Mechanical Engineering* 60(2014)7-8, 512-524
46. Johnson, J.D. (2003). A framework for reducing manufacturing through put time. *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 22, no. 4, p. 283-298
47. Joseph, F., Hair, Jr., William, C., Black, Barry, J., Babin & Rolph, E., Anderson. (2010). *Multivariate data analysis*. (7th ed.). New Jersey: Prentice-Hall Inc.
48. Jovanović A., Mihajlović I., Živković Ž. (2005), *Upravljanje proizvodnjom*, Univerzitet u Beogradu, TF Bor, Odsek za industrijski menadžment, pp 52.
49. Jovanovic, J.R. – Milanovic, D.D. – Djukic, R.D (2014), Manufacturing Cycle Time Analysis and Scheduling to Optimize Its Duration, *Strojniški vestnik, Journal of Mechanical Engineering*, vol.607, no. 8,p. 512-524
50. K. Kushnir, M.L. Mirmulstein and R. Ramalho, (2010), *Micro, small, and medium enterprises around the world: How many are there, and what affects the count?* World Bank/IFC MSME Country Indicators, Washington, DC, 2010.
51. Kendall, K., Mangin, C. & Ortiz, E. (1998) Discrete event simulation and cost analysis for manufacturing optimisation of an automotive LCM component, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Vol. 29, No. 7, 711-720
52. Klarin M.,M., Milanović D.,D., Spasojević-Brkić K.,V.,Misita M.,Jovanović A., A method to assess capacity utilization in short cycle functional layouts, *Jour.of Process Mech.Eng., Part E*, Vol.224, No E1, 2010.
53. Klarin M.,M., Milanović D.,D., Spasojević-Brkić K.,V.,Misita M.,Jovanović (2010) A., *A method to assess capacity utilization in short cycle functional layouts*, *Jour.of Process Mech.Eng., Part E*, Vol.224, No E1.
54. Klarin, M (1995) *Organizacija i planiranje proizvodnih procesa*, Mašinski fakultet, Beograd.
55. Klarin, M. M., Cvijanović, M. J., & Spasojević-Brkić, V. (2000). [The shift level of the utilization of capacity as the stochastic variable in work sampling](#). *International Journal of Production Research*, Vol. 38 No.12, 2643-2651. Accessed November 14, 2010. DOI: 10.1080/002075400411402.
56. Klarin, M. M., Milanović, D., Misita, M., Spasojević-Brkić, V., & Jovović, M. A. (2010). [A method to assess capacity utilization in short cycle functional layouts](#). *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E-Journal of Process Mechanical Engineering*, 224, 49-58. Accessed February 1, 2010. DOI: 10.1243/09544089JPME280.
57. Klarin, Stanislavljev, Spasojević, Sajfert, Radojčić, Nikolić, Jovanovski, 2012, Stohastički metod utvrđivanja elemenata vremena rada proizvodnog ciklusa u preduzeću , II International Symposium Engineering Management and Competitiveness, Tehnical Faculty "M.Pupin" Zrenjanin, Serbia pp 23-29.

58. Kodek D., M., Krisper M., (2004) *Optimal algorithm for minimizing production cycle time of a printed circuit board assembly line*, Int. J. Prod. Res., Vol 42, No 23, pp 5031-5048.
59. Koprivica, D. (1979) Prilog istraživanju proizvodnog ciklusa u uslovima maloserijske proizvodnje, Magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd.
60. Kostić, M. 2009. „Radionica (workshop) – Kako da postanete najbolja kompanija u Srbiji?“ Profit magazin, 15. avgust., <http://www.poslovnaznanja.com/objavljeniautorski-tekstovi/profit/17-najbolje-kompanijeu-srbiji-kako-postati-najbolji.html>
61. Kovačević Mladen. 2002. Međunarodna trgovina. Ekonomski fakultet. Beograd, str. 243
62. Kraljev T., (1991) The study of the dependence of the coefficients of the technological and the amount of time series, Tehnika, Organization work Vol. 41, No 11-12, p 821-824, Belgrade Serbia.
63. Kraljev, T., (1981) Prilog proučavanju vremenske dimenzije toka materijala u proizvodnim organizacijama. Doktorski rad, Mašinski fakultet, Beograd.
64. Kumar, D. M. (2013). Assembly Line Balancing: A Review of Developments and Trends in Approach to Industrial Application. *Global Journal of Researches in Engineering*, vol.13, no.2, P.28-50.
65. Kun-Jen, C., Kuo-Lung, H., & Shaw-Ping, L. (2009). [The optimal production cycle time in an integrated production-inventory model for decaying raw materials](#). *Applied Mathematical Modelling*, 33, 1-10. Accessed January, 2009. DOI: 10.1016/j.apm. 2007.10.010.
66. Kuo, C., Chien, C., & Chen, C. (2011). Manufacturing intelligence to exploit the value of production and tool data to reduce cycle time. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 8(1), 103–111.
67. Kusar, J., Berlec, T., Zefran, F., Starbek, M. (2010). Reduction of machine setup time. *Journal of Mechanical Engineering*, vol.56, no.12, p. 833-845.
68. Lanza, G., Jondral A. & Drotleff, U. (2012) Valuation of increased production system performance by integrated production systems, *Journal of Production Engineering*, Vol. 6, No. 1, 79-87
69. Lanza, G., Jondral, A. & Book, J. (2011) Capability Assessment and Valuation of the Implementation of Lean Production Methods in Turbulent Environment, *Proceedings of the 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV 2011)*, 524-53
70. Lati, N., Gilad, I. (2010). Minimising idle times in cluster tools in the semiconductor industry. *International Journal of Production Research*, vol. 48, no. 21, p. 6443-6459
71. Li, L., Chang, Q., Ni, J., Biller, S. (2009). Real time production improvement through bottleneck control. *International Journal of Production Research*, Vol.47, no.21, p6145-6158, DOI: 10.1080/00207540802244240

72. Li, X., Sawhney, R., Arendt, E. J. & Ramasamy, K. (2012) A comparative analysis of management accounting systems' impact on lean implementation, *International Journal of Technology Management*, Vol. 57, No. 1/2/3, 33-48
73. Ljiljana Tanasić, Lean proizvodnja inovacija za 21 vek, *Proceedings of the Faculty of Economics*, 2012, 6, p. 307 – 322
74. M. Grimm, P. Knorringer and J. Lay (2012), Constrained gazelles: High potentials in West Africa's informal economy", *World Development* Vol. 40, No. 7.
75. Majski, B, (2011) Unapređenje procesa proizvodnje štamparije „Stojkov” primenom alata “LEAN” koncepta, master rad, Novi Sad, FTN. Str. 17-18
76. Mark, A. R. (2009). [Work sampling: Methodological advances and new applications](#). *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 20, 42-60. Accessed November 12, 2009. DOI: 10.1002/hfm.20186.
77. Marshall Jonathan, Cheap Truckin, *National Review*, November 7, 1994.
78. Matic B., Predgovor novom izdanju knjige Anri Fajola Opsti I industrijski menadžment, Adizes, Novi Sad, 2006, str 8.
79. Maynard, H. B., 1971, *Industrial Engineering Handbook*, (Pittsburgh, PA: McGraw-Hill)
80. Mincsovcis, G., Tan, T., Alp, O. (2009) Integrated capacity and inventory management with capacity acquisition lead times. *Eur. J. Oper. Res.*, 196, 949-958.
81. Mitrofanov (1976) Naučna organizacija metaloprerađivačke proizvodnje, Mašinstvo, Leningrad, (Sredstvo operativnog upravljanja u složenom serijskoj proizvodnji, daje podelu vremena, zastoja i sredstva praćenja od strane dispečera).
82. Moder, J.J., 1980, *Selection of work sampling observation times – Part I : Stratified sampling*. *AIIE Transactions*, 12, 23-31.
83. Molovi, M., Hamzeli, h., V. M. Dalfard (2014) Multy-Objective Lead-Time Control Problem with Stochastic Constraints, *Journal of Applied Research and Technology*. JART.
84. Naveen Kumar & Dalgobind Matho Assembly Line Balancing: A review of Developments and Trends in Approach to Industrial Application, *Global Journal of Research in Engineering Industrial Engineering*, Volume 13 Issue 2 Version 1,0, Year 2013.
85. Niebel W.B., 1982, *Time Study, Handbook of Industrial Engineering*, Salvendi G., editor, John Wiley & Sons
86. Ohno, T. (1988) *Toyota Production System – Beyond Large-Scale Production*, CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton
87. Patti, A.L., Watson, K.J. (2010). Downtime variability: the impact of duration-frequency on the performance of serial production systems. *International Journal of Production Research*, vol.48, no. 19, p. 5831-5841, DOI: 10.1080/00207540903280572.

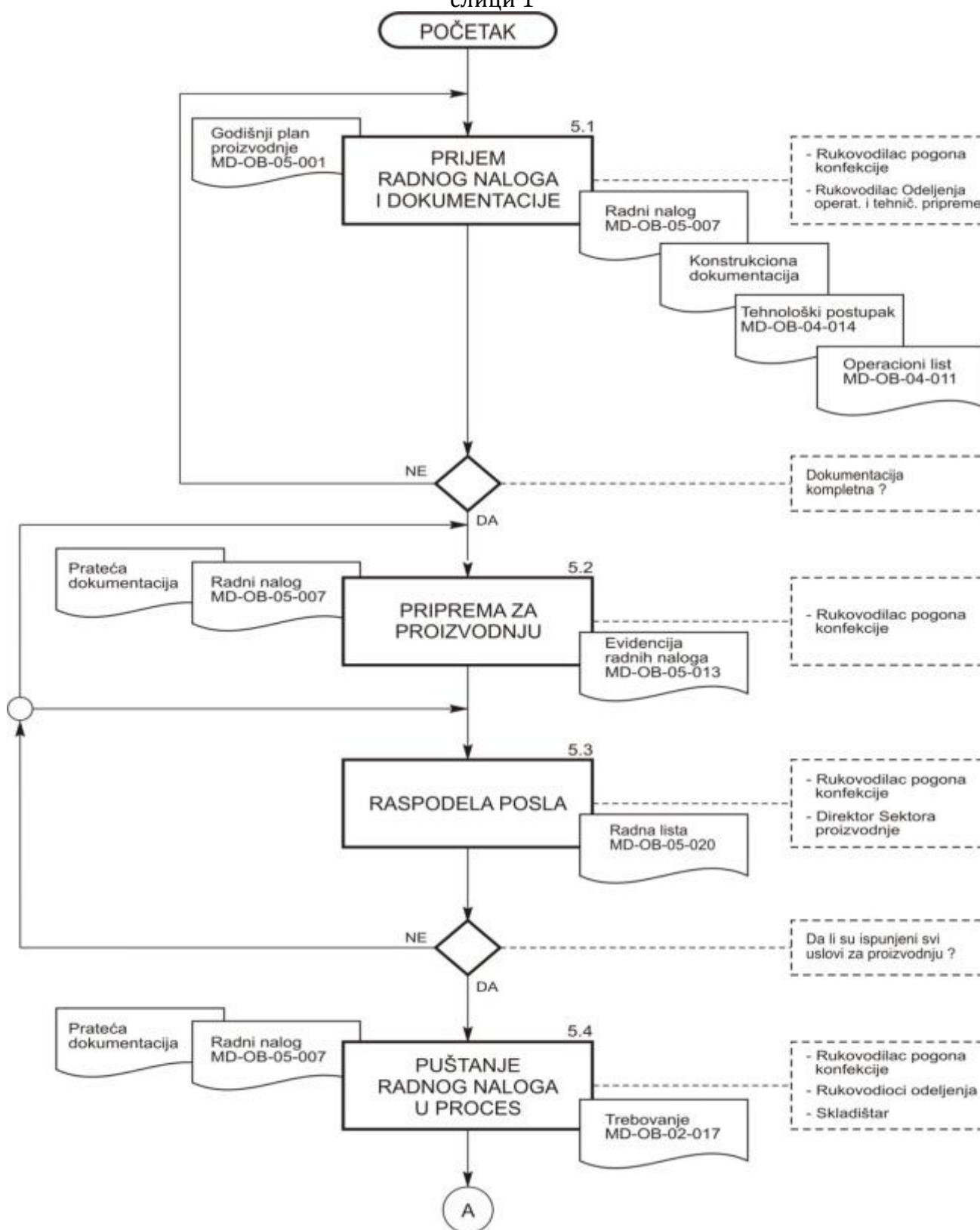
88. Porter, M., presentation: Regional Competitiveness in a Global Economy, The Summit for American Prosperity, The Brookings Institution, Washington, June 2008.
89. Prija Dhamija Gupto Samapti Guha and Subamanion Kisch (2013) naswani "Firm growth and its deter minat. Journal of inovation and Enterpreneurship
90. Radaković Nikola, Ilija Ćosić , (2012), Osnove proizvodnih i uslužnih tehnologija, pp 7-33
91. Radisav Đukić & Jelena Đukić, Determination of technological duration of production cycles in combined movement of working object in small series production , Nacionalna konferencija o kvalitetu , Kragujevac 2007
92. Radulović, M. (2006) ,*Razvoj institucija i organizacija za podršku malim i srednjim I preduzetništvu u Srbiji i uticaj inostranih iskustava (2001-2005)*, Republika Srbija, Republička agencija za razvoj malih i srednjih preduzeća i preduzetništva, Beograd, pp 25-26
93. Ramani, K., Ramanujan, D., William, Z. B., Zhao, F., Sutherland, J., Handwerker, C., Jun-Ki, C., Harrison, K., & Thurston, D. (2010). [Integrated sustainable life cycle design: a review](#). *Journal of Mechanical Design*, 132, 1-15. Accessed September, 2010. DOI: 10.1115/1.4002308.
94. Rappold, J. & Yoho, K. D. 2008. A model for level-loading production in the process industries when demand is stochastic, *Production Planning & Control*, 19(7), pp. 686-701.
95. Ravić Nenad, Gavrić G., Uloga i značaj inovacija za razvoj malih i srednjih preduzeća u Republici Srbiji, *Ekonomija Teorija i praksa*, Vol. 8, No 4, str. 47-63
96. Regodić D., Jovanović S., Stankić M., Lean proizvodni sistemi i reagibilnost lanca snabdevanja, *Singidunum revija* 209-223
97. Richardson, W. J., & Eleanor S. P. (1982). *Work Sampling, Handbook of Industrial Engineering*. (Edited by Gavriel Salvendy). New York: John Wiley & Sons Inc.
98. S.J. Hu, J. Ko, L. Weyand, H.A. ElMaraghy, T. K. Lien, Y. Koren, H. Bley, G. Cheyssoloruris, N. Nasr, M. Shpitalni (2011) Assembly system design and operations for product variety, *Journal homepage, CIRP Annals – Manufacturing Tehnology*.
99. Sala-i-Martin, X., J. Blanke, M. D. Hanouz, T. Geiger, I. Mia and F. Puaa, „The Global Competitiveness Index: Measuring the Productive Potential of Nations“, u: Porter, M. E., X. Sala-i-Martin and K. Schwab, *The Global Competitiveness Report 2007-2008*, Palgrave Macmillan, 2007, s. 3.
100. Salvendi, G. (1982) *Handbook of Industrial Engineering*, John Wiley & Sons, New York.
101. Schroeder G. Roger; *Upravljanje proizvodnjom: odlučivanje u funkciji proizvodnje*; četvrto izdanje; Zagreb, 1999.
102. Schultz, C.R. (2004). Spare parts inventory and cycle time reduction. *International Journal of Production Research*, vol. 48, no. 4, p.759-776, DOI:10.1080/00207540310001626210

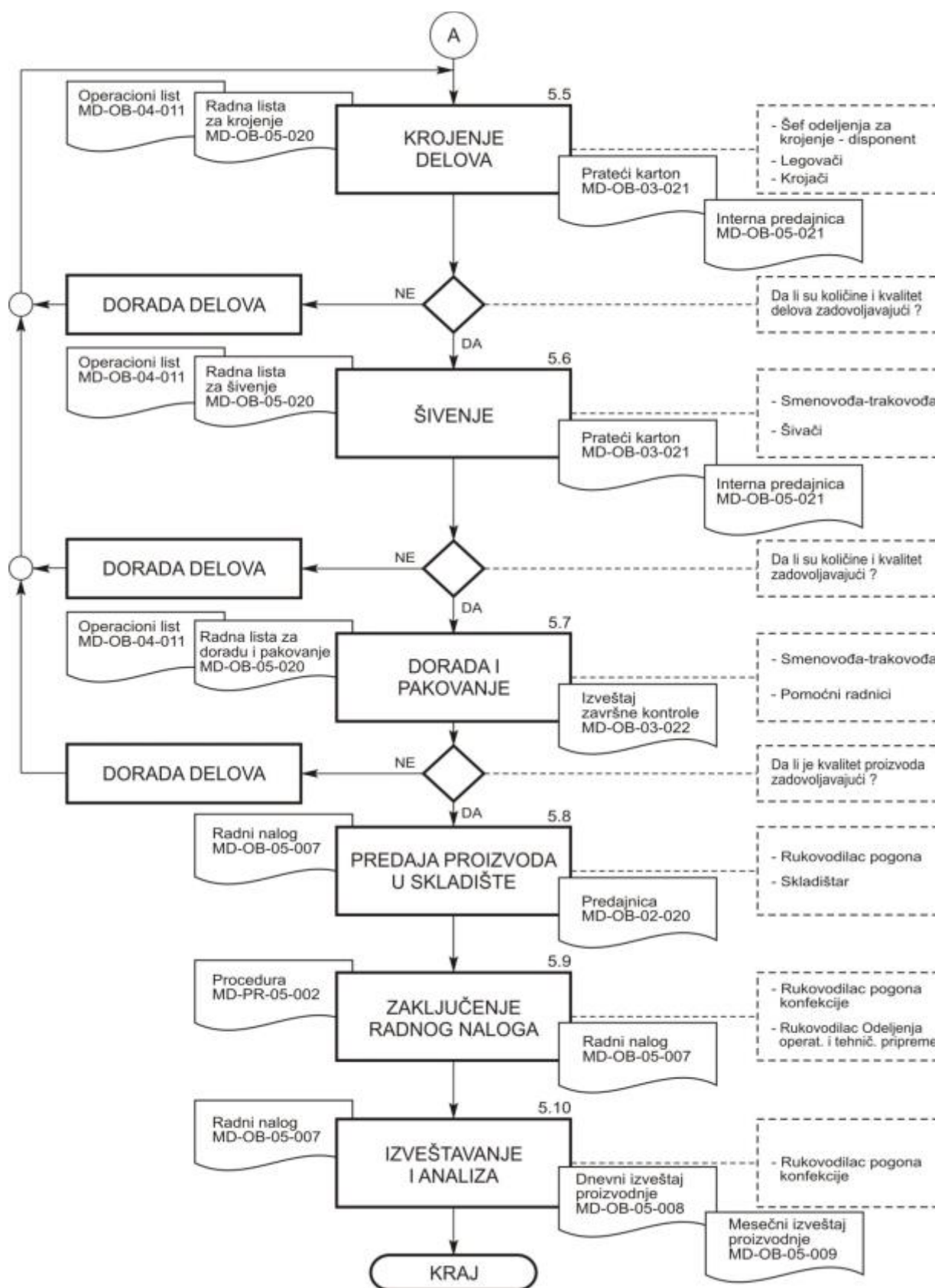
103. Selma Ikić, Faruk Gudžević, (2012), – Perspektive za razvoj malih i srednjih preduzeća u Novom Pazaru, Socioeconomica – The Scientific Journal for Theory and Practice of Socioeconomic Development, Vol. 1, N° 2, pp. 362 – 378. December
104. Šingo, Š, (1995) Nova japanska proizvodna filozofija, Novi Sad, Prometej. Str. 78
105. Small and medium-sized enterprises and decent and productive employment creation, 104th Session of the International Labour Conference, International Labour Office, Geneva, 2015.
106. SMEs News., Sa dvadeset odsto kapitala pedeset procenata dobiti,, Beograd, 2002., str.4.
107. Smith, R. and Hawkins, B. 2004. *Lean Maintenance*, Oxford: Elsevier Inc.
108. Stanisavljev S., Klarin M., Spasojević-Brkić V., Čočkalović D., Đorđević D.,(2015), A stochastic model to determine the elements of production cycle time in textile industry in Serbia, Tekstil ve Konfeksiyon 25(3) pp 196
109. Strategija za podršku razvoja MSP, preduzetništva i konkurentnosti za period 2015-2020 godine, "Službeni glasnik RS", broj 35/2015 Srbija, mart 2015.
110. Study on the SME's impact on the EU labour market, European Commission, 2012
111. The New SMEs Definiton - User guide and model declaration, Official Journal of EU, European Commission, May 2003.
112. Tunjo Perić,(1991), Linearno programiranje-Linearni model proizvodnje, Split.
113. Tzu-Hsien, L. (2009). [Optimal production run length and maintenance schedule for a deteriorating production system](#). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*,43, 959-963. Accessed December, 2009. DOI: 10.1007/s00170-008-1773-1
114. Vila, A., Leicher, Z. (1972) Planiranje proizvodnje i kontrola rokova, Informator, Zagreb, str. 54-60.
115. Ward, Y. & Graves, A. (2004) A new costs management and accounting approach for lean enterprises, University of Bath, School of Management, Working paper Series No. 2004.05
116. Wasim, A., Shehab, E., Abdalla, H., Al-Ashaab, A., Sulowski, R., & Alam, R. (2013) An innovative cost modelling system to support lean product and process development, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 65, No. 1-4, 165-181
117. Wasim, A., Shehab, E., Abdalla, H., Al-Ashaab, A., Sulowski, R., & Alam, R. (2013) An innovative cost modelling system to support lean product and process development, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 65, No. 1-4, 165-181
118. WIPO (2008). Recommendations for strengthening the role of small and medium-sized innovation enterprises in countries of the commonwealth of independent states, Prepared by the Division for Certain Countries in Europe and Asia, tool_6.

119. Womack, J. P. & Jones, D. T. (2010) *Lean Thinking*, Free Press - Simon and Schuster, New York
120. Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (2007) *The Machine That Changed the World*, Free Press, New York
121. Yeh, R. H., Ho, W. T., & Tseng, S. T. (2000). Optimal production run length for products sold with warranty. *European Journal of Operational Research*, 120(3), 575-582.
122. Yu, C., & Huang, H. (2002). On-line learning delivery decision support system for highly product mixed semiconductor foundry. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 15(2), 274-278.
123. Zahra, S., Dess, G. (2001), "Entrepreneurship as a Field of Research: Encouraging Dialogue and Debate", *The Academy of Management Review*, Vol. 26, No.1, 8-20.
124. Zelenović D., *Projektovanje proizvodnih sistema*, Fakultet Tehničkih Nauka, 272-286.

8. ПРИЛОГ - ПРОЦЕС РАДА ПОГОНА КОНФЕКЦИЈЕ ПРЕДУЗЕЋЕ 2

Процедура рада погона конфекције садржи активности приказане дијаграмом тока на слици 1





Слика 1: Дијаграм тока рада погона конфекције

Процес рада погона конфекције заснива се на следећим подлогама:

- ✓ конструкциона документација за производ,
- ✓ цртежи производа,
- ✓ цртежи делова,
- ✓ саставница производа,
- ✓ утрошак материјала,
- ✓ технолошка документација за производ,
- ✓ операциони лист за све фазе израде – кројење, шивење и монтажа,
- ✓ технолошки поступак – технолошке карте,
- ✓ шаблони и алати и
- ✓ оверен узорак производа.

Подлоге за производњу – важећа копија конструкционе и технолошке документације, шаблони, алати и оверен узорак производа.

У случају када се одређени тип производа први пут пушта у производњу, наведене подлоге, одељење оперативне и техничке припреме, погону доставља заједно са одговарајућим радним налогом.

ПРИЈЕМ РАДНОГ НАЛОГА И ДОКУМЕНТАЦИЈЕ

На основу годишњег плана производње и оперативног плана производње диспонент-лансер, у одељењу оперативне и техничке припреме, погону доставља:

- ✓ радни налог, као основни носилац трошкова израде,
- ✓ пратећи картон операција међуфазне контроле,
- ✓ требовање ради преузимања материјала из складишта.

Наведену документацију, као подлоге за производњу – пуштање радног налога у процес, одељење оперативне и техничке припреме достављена руководиоцу погона конфекције.

Руководилац погона конфекције дужан је да провери комплетност достављене документације, и у случају да документација није комплетна, од руководиоца одељења оперативне и техничке припреме, путем интерног дописа, тражи одговарајуће допуне.

ПРИПРЕМА ЗА ПРОИЗВОДЊУ

Евидентирање налога

За сваки радни налог руководилац погона конфекције отвара посебан регистар - фасциклу у коју улаже комплет примљене документације, а податке о радном налогу уноси у евиденцију радних налога.

Одређивање приоритета и редоследа пуштања налога у процес

Узимајући у обзир врсту и количине производа, рокове завршетка налога, стање у складишту материјала и расположиве капацитете опреме и учесника, руководилац погона конфекције утврђује приоритете и редослед пуштања радних налога у процес. Планирани датум пуштања уноси у предвиђено поље радног налога и у евиденцију радних налога за сваки радни налог.

РАСПОДЕЛА ПОСЛА

Припрема фазних радних листи

У складу са утврђеним редоследом и временом пуштања радних налога у процес, руководилац погона конфекције припрема радне листе за кројење, радне листе за шивење и радне листе за дораду и паковање.

Провера спремности за пуштање налога у процес

Пре пуштања радног налога у процес руководилац погона конфекције је дужан да изврши проверу испуњености свих напред описаних услова за почетак израде производа по текућем радном налогу и да, у случају неиспуњења, у сарадњи са директором сектора производње, организује њихово обезбеђење.

ПУШТАЊЕ РАДНОГ НАЛОГА У ПРОЦЕС

Преизимање материјала из складишта

На основу требовања, достављеног уз радни налог, руководилац погона конфекције организује преузимање материјала из складишта, што подразумева ангажовање помоћних радника за преношење материјала до одговарајућих радних места и оверу документације о преузимању материјала (требовања).

Материјал из складишта се, по требовању, преузима у складу са динамиком одвијања фаза процеса – кројења, шивења, дораде и паковања, дефинисаних одговарајућим фазним радним листама.

Дистрибуција погонске документације

На основу текућег радног налога руководилац погона конфекције шефовима одговарајућих одељења издаје:

- ✓ за одељење кројења – операциони лист за кројење и одговарајуће радне листе,
- ✓ за одељење шивења – операциони лист за шивење и одговарајуће радне листе,
- ✓ за одељење дораде и паковања – операциони лист за дораду, паковање и одговарајуће радне листе.

Шефовима одељења и сменовођама-пословођама је на располагању конструкциона и технолошка документација, и оверен узорак за предмет рада, из одговарајућег радног налога.

КРОЈЕЊЕ ДЕЛОВА

Израда кројних слика

На основу радне листе, и уз употребу договарајућих шаблона, радници у одељењу врше израду кројних слика, уклапањем одређеног броја комада одговарајућег величинског броја на конкретном материјалу, који је истребован, са циљем потпуног искоришћења материјала. Радници су дужни да се придржавају технолошког поступка, упутстава пословође и да врше аутоконтролу операција рада које изводе.

Надзор над квалитетом кројних слика врши шеф одељења за кројење – диспонент.

Припрема – леговање материјала

На основу радне листе, и уз употребу договарајућих алата, леговачи врше припрему материјала за сечење – леговање – слагањем слојева материјала по дужини кројне слике. У зависности од врсте материјала (лаки или тешки) одређује се број слојева који, помножен са бројем уцртаних комада на кројној слици даје број искројених комада. По наношењу шеме на леговане слојеве врши се њихово причвршћивање кројачким штапалкама. Радници су дужни да се придржавају технолошког поступка и упутстава шефа одељења за кројење-диспонента, и да врше аутоконтролу операција рада које изводе.

Надзор над квалитетом операција леговања врши шеф одељења за кројење – диспонент.

Кројење – сечење материјала

Након извршене припреме, на основу радне листе и уз употребу договарајућих алата, кројачи врше сечење легованог материјала, обавезно по нацртаној линији, дефинисаном кројном сликом. Радници су дужни да се придржавају технолошког поступка и упутстава шефа одељења за кројење – диспонента, и да врше аутоконтролу операција рада које изводе.

Надзор над квалитетом операција кројења врши шеф одељења за кројење – диспонент.

Међуфазна контрола операција кројења

Контролу делова након операција кројења врши међуфазни контролор, у свему према одредбама документа – процедура међуфазног (процесног) контролисања. На основу налаза међуфазни контролор оверава квалитет серије/партије делова, у фази кројења у пратећем картону операција међуфазне контроле, у који уноси одговарајући статус.

Физичка идентификација серија/партија делова, односно њиховог статуса у фазама чекања до предаје у фазу шивења, обезбеђује се путем пратећег картона операција међуфазне контроле постављеног у помоћно транспортно средство (кутију) са деловима.

Докројавање материјала

У случају негативног налаза међуфазне контроле – услед могућих грешака у материјалу или грешака при кројењу, за неисправне делове шеф одељења за кројење – диспонент издаје радницима усмени налог за дораду – поправку. Ако дорада – поправка није

могућа, руководилац погона конфекције издаје додатне радне листе и требовања за израду – докрожавање недостајућих делова.

Предаја делова у фазу шивења

У фазу шивења се предају само делови који су, након операција кројења, примљени од стране међуфазне контроле. Примопредају врше шефови одељења за кројење и шивење, на основу:

- ✓ налаза међуфазне контроле из пратећег катрона операција међуфазне контроле
- ✓ интерне предајнице у коју сменовођа-траковођа уноси серије/партије делова, према динамици њиховог пристизања из фазе кројења.

Када се искроји укупна количина делова по радном налогу, остатак материјала се, путем повратнице, враћа у складиште улазних материјала.

ШИВЕЊЕ

Састављање – шивење подсклопова

На основу радне листе, и уз употребу договарајућих алата, шивачи извршавају операције састављања – шивења подсклопова. Шивачи су дужни да се придржавају технолошког поступка, упутстава за рад на одговарајућој опреми, упутстава сменовође-траковође и да врше аутоконтролу операција рада које изводе. Надзор над квалитетом операција шивења врши сменовођа – пословођа.

Састављање – шивење готових производа

На основу радне листе, и уз употребу договарајућих алата, шивачи извршавају операције састављања – шивења готових производа. Шивачи су дужни да се придржавају технолошког поступка, упутстава за рад на одговарајућој опреми, упутстава сменовође – траковође, и да врше аутоконтролу операција рада које изводе. Надзор над квалитетом операција шивења врши сменовођа – траковођа.

Међуфазна контрола операција шивења

Контролу, након операција шивења (подсклопова и производа), врши међуфазни контролор, у свему према одредбама документа – процедура међуфазног (процесног) контролисања. На основу налаза, међуфазни контролор оверава квалитет серије/партије подсклопова/производа за фазу шивења у пратећем картону операција међуфазне контроле, у који уноси одговарајући статус.

Физичка идентификација серија/партија подсклопова/производа, односно њиховог статуса у фазама чекања до предаје у фазу дораде и паковања, обезбеђује се путем пратећег картона операција међуфазне контроле, постављеног у помоћно транспортно средство (кутију) са подсклоповима/производима.

У случају негативног налаза међуфазне контроле, за неисправне подсклопове/производе, сменовођа - траковођа издаје радницима усмени налог за дораду, односно, ако дорада није могућа, у сарадњи са руководиоцем погона конфекције организује издавање додатних радних листи и требовања за израду (кројење и шивење) недостајућих делова и подсклопова/производа.

Предаја производа у фазу дораде и паковања

У фазу дораде и паковања се предају само подсклопови/производи који су, након шивења, примљени од стране међуфазне контроле. Предају врше сменовође – траковође, на основу налаза међуфазне контроле из пратећег картона операција међуфазне контроле и интерне предајнице, у коју се уноси серија /партија подсклопова/производа према динамици њиховог пристизања из фазе шивења.

ДОРАДА И ПАКОВАЊЕ

Извршавање операција дораде

На основу радне листе, и уз употребу договарајућих алата, радници у одељењу извршавају операције дораде производа. Радници су дужни да се придржавају технолошког поступка, упутстава за рад на одговарајућој опреми, упутстава сменовође, и да врше аутоконтролу операција рада које изводе. Надзор над квалитетом операција дораде врши сменовођа.

Завршна контрола производа

Коначну оверу квалитета свих количина производа, по радном налогу, врши контролор завршне контроле, према одредбама документа – процедура завршног контролисања. Резултати контролисања се уносе у извештај завршне контроле.

Физичка идентификација серија/партија производа, односно њиховог статуса до предаје у фазу паковања, обезбеђује се путем пратећег картона операција међуфазне контроле постављене у помоћно транспортно средство (кутију) са производима.

У случају негативног налаза завршне контроле, руководиоца погона конфекције организује издавање додатних радних листи и требовања за израду (кројење, шивење и дораду) недостајућих производа.

Паковање производа

Производи се пакују у посебно издвојеном простору, након операције завршне контроле. Паковати се могу само производи који су прихваћени приликом завршног контролисања. Паковање се врши под надзором руководиоца погона конфекције у амбалажу, и уз идентификационе документе и доказе о квалитету, како је прописано техничком документацијом за производ.

ПРЕДАЈА ПРОИЗВОДА У СКЛАДИШТЕ

У складиште производа могу бити предати само производи који су прихваћени приликом завршног контролисања и упаковани на прописан начин. Руководилац погона конфекције организује транспорт производа до складишта и њихову предају.

Предаја производа врши се у свему према одредбама документа – процедура рада складишта производа, путем предајнице.

ЗАКЉУЧЕЊЕ РАДНОГ НАЛОГА

Пре овере радног налога, од стране руководиоца погона конфекције, морају бити оверени сви документи који су, у складу са одредбама ове процедуре, били издати ради реализације радног налога.

Оверен радни налог руководиоца погона конфекције, са овереним потребама и повратницама, прослеђује у одељење оперативне и техничке припреме, ради обраде података према одредбама документа – процедура припреме производње.

АНАЛИЗА И ИЗВЕШТАВАЊЕ

Руководилац погона конфекције је дужан да врши стални надзор над степеном завршености радних налога, да остварује планове производње и да директору сектора производње редовно доставља:

- ✓ дневни извештај производње и
- ✓ месечни извештај производње.

Руководилац погона конфекције је дужан да анализира евентуалне проблеме у процесу израде конфекцијских производа, да о изведеним анализама саставља, и да директору сектора производње доставља, извештај о анализи у слободној форми, најмање једном годишње, или на његов захтев.

ОДГОВОРНОСТ ЗА ПРИМЕНУ ДОКУМЕНТА

Овог документа се морају придржавати сви учесници у процесима рада погона конфекције, и други учесници и организационе целине, како је наведено у опису активности. За контролу поступања по овом документу овлашћен је директор сектора производње.