

Универзитет у Београду
Машински факултет

Марија Д. Милановић

**Унапређење процеса планирања производних ресурса у условима
неизвесности**

Докторска дисертација

Београд, 2021.

University of Belgrade
Faculty of Mechanical Engineering

Marija D. Milanović

**Improvements of the production resources planning process under
conditions of uncertainty**

Doctoral dissertation

Belgrade, 2021.

Комисија за преглед и одбрану:

Ментор: др Мирјана Мисита, редовни професор,
Универзитет у Београду, Машински
факултет

**Чланови
комисије:** др Александар Жуњић, редовни
професор, Универзитет у Београду,
Машински факултет

др Александар Седмак, редовни
професор, Универзитет у Београду,
Машински факултет

др Драгослав Словић, редовни професор,
Универзитет у Београду, ФОН

др Данијела Тадић, редовни професор,
Универзитет у Крагујевцу, Факултет
инжењерских наука

Датум одбране:

Предговор

Овај рад је настао на Машинском факултету Универзитета у Београду после вишегодишњег истраживања у области индустријског инжењерства. Користим ову прилику да се захвалим свима који су ме подржавали и учествовали на било који начин у изради ове докторске дисертације.

Највише се захваљујем ментору Мирјани Мисити, редовном професору Машинског факултета Универзитета у Београду, на научној и стручној помоћи при изради докторске дисертације, на иницијативи и безрезервној подршци током израде доктората. Захваљујем јој се на високој професионалности, као и на стрпљењу и разумевању да савладам све препреке и изазове које докторат носи.

Захваљујем се свим члановима Комисије за одбрану докторске дисертације на помоћи и подршци током вишегодишњег рада на изради докторске дисертације. Посебну захвалност дугујем Данијели Тадић, редовном професору Факултета за инжењерске науке Универзитета у Крагујевцу, за консултације при пројектовању математичког модела истраживања.

Велику захвалност и мојој породици на подршци и разумевању током израде докторске дисертације.

У Београду, 12.02.2021.

Марија Милановић, маг. инж. маш.

Апстракт

Научни циљ докторске дисертације је унапређење процеса управљања производним ресурсима у условима неизвесности применом модификованих модела оптимизације. У раду се интегришу постојећи модели, методе и технике савремене производње у условима ризика, при чему се пројектују решења која су осетљива на промену услова пословања.

У докторској дисертацији су обрађене бројне методе и технике које се примењују у оптимизацији производних ресурса. Посебан значај је у имплементацији методе ФЛП (фази линеарног програмирања) и ФАХП (фази аналитичко хијерархиског процеса) за процену параметара циљне функције при оптимизацији.

Добијени резултати исраживања омогућавају рационално планирање производних ресурса у условима неизвесности, како би се обезбедило оптимално управљање предузећем. Идентификација узрочно-последичне везе између вредности критеријума и алтернатива, омогућила је пројектовање модела за оптимално управљање предузећем. Предложена је шема методолошких корака анализе производних ресурса у којима је присутна неизвесност, кључна за оптимизацију процеса планирања.

Основни ресурси у процесу производње који су истражени су: неизвесност потражње за производима, неизвесност у погледу машинских капацитета и неизвесност у погледу расположивих кадровских ресурса. Набавка материјала је анализирана као стохастичка функција и за одређене репроматеријале генерисана је функција расподеле вероватноћа. Важан допринос је укључивљење неизвесности у процес планирања производних капацитета, применом фази линеарног програмирања. Спроведена је упоредна анализа класичног линеарног програмирања и фази линеарног програмирања у циљу добијања максималног профита и минималних трошкова.

Пројектовани план производње у условима неизвесности указује на реализацију већег профита ако се примене предложена решења.

Кључне речи: планирање производње, неизвесност, оптимизација, линеарно програмирање, управљање, производни ресурси, ограничења, алтернативе, фази линеарно програмирање, фази аналитичко хијерархиски процес

Научна област: Машинство

Ужа научна област: Индустијско инжењерство

УДК 658.5.018.2(043.3)

658.512(043.3)

Abstract

Scientific goal of the doctoral dissertation is to improve the production resources management process under uncertainty by applying modified optimization models. The paper integrates the existing models, methods and techniques of modern-day production under conditions of risk, while designing solutions that are sensitive to a change in business environment.

In the doctoral dissertation are discussed numerous methods and techniques used in the production resources optimization. The implementation of FLP (Fuzzy linear programming) and FAHP (Fuzzy analytic hierarchy process) methods for estimation of target function parameters in the optimization is of particular importance.

The obtained research results provide rational planning of production resources under conditions of uncertainty in order to ensure optimal management of the company. The identification of the cause-and-effect relationship between the values of the criteria and the alternatives allowed the designing of a model for optimal management of the company. An outline of methodological steps is proposed for the analysis of production resources where uncertainty is present, which is crucial for the planning process optimization.

The basic resources in the production process that have been explored are: product demand uncertainty, uncertainty in terms of machine capacity, and uncertainty in terms of available human resources. Material procurement was analyzed as a stochastic function and a probability distribution function was generated for certain raw materials. An important contribution is the inclusion of uncertainty in the production capacity planning process using the fuzzy linear programming. A comparative analysis of classical linear programming and fuzzy linear programming was performed for the purpose of obtaining the maximum profit and the minimum costs.

The designed plan of production under conditions of uncertainty indicates the realization of higher profits if the proposed solutions are applied.

Key words: production planning, uncertainty, production resources, optimization, linear programming, management, restrictions, alternative, fuzzy linear programming, fuzzy analytic hierarchy process

Scientific Area: Mechanical engineering

Specific Scientific Area: Industrial engineering

UDK 658.5.018.2(043.3)

658.512(043.3)

НОМЕНКЛАТУРА

ФЛП - фази линеарно програмирање

ФАХП - фази аналитички хијерархијски процес

ФФЛП – потпуно фази линеарно програмирање

ЛП - линеарно програмирање

АХП - аналитички хијерархијски процес

MRP - планирање материјалних потреба

ERP - планирање потреба предузећа

MPS - главни распоред производње

LRP – планирање потреба за производну линију

DAA - приступ динамичког предвиђања

NPV - нето садашња вредност

MRPDet - нови модел линеарног програмирања

SCSIM - понашање ланаца снабдевања и перформанси у условима неизвесности

СИМПЛЕХ - Конзорцијум за интегрисано интелигентно планирање и извршење производње

PPB - неизвесност потражње помоћу расподеле вероватноће

Q-GERT - језик за мрежно моделовање

МОЛП - модел линеарног програмирања са више циљева

PID - пропорционални, интегрални и диференцијални

ТФН - троугаони фази број

МИЛП - мешовито-целобројно линеарно програмирање;

НЛП - нелинеарно програмирање;

ДП - динамичко програмирање;

МОП - вишециљно програмирање.

ЕОQ - економске количине наруџбине

P - низ производа

F - низ постојења (фабрика/производних линија)

S^f - низ капацитета

M - низ тржишта

T - низ временских периода

N - низ захтева за потражњом

W - низ смена

r_t - каматна стопа за израчунавање вредности капитала у периоду t

k_{pf}^{PI} - износ специфичне инвестиције за производ p , ако је производ p додељен постројењу f

k_{sf}^{KI} - износ инвестиције за капацитета s , покренут у постројењу f

k_{psft}^{PV} - ироменљиви производни трошкови производа p , у фази s , капацитету f и периоду t

k_{pft}^{PF} - фиксни трошкови производа p , у постројењу f и периоду t

k_{sft}^{KF} - фиксни трошкови капацитета за покретање капацитета s , у постројењу f и периоду t

$k_{pff't}^{TI}$ - стопа трошкова за унутрашњи транспорт једне јединице производа p , од постојења f до постојења f' у периоду t

k_{pfmt}^{TE} - стопа трошкова за спољни транспорт једне јединице производа p од постојења f до тржишта m у периоду t

k_{pmt}^{SF} - опортунитетни трошкови због мањка једне јединице производа p на тржишту m и у периоду t

k_{sft}^{MIN} - трошкови смањења капацитета у фази s , у постројењу f , за период t , коришћењем организационих инструмената од стране једне јединице (линеарна апроксимација)

k_{sft}^{MAX} - трошкови повећања капацитета у фази s , у постојењу f , за период t , коришћењем организационих инструмената за једну целину (линеарна апроксимација)

y_{pft}^{PI} - индикатор: 1 ако је алокација производа p у постројењу f покренута у периоду t ,
обратно 0

y_{pft}^{PA} - индикатор: 1 ако је производ p произведен у постројењу f у периоду t , обратно 0

y_{sft}^{KI} - индикатор: 1 ако је капацитет s , у постројењу f , покренут у периоду t , обратно 0

y_{sft}^{KA} - индикатор: 1 ако је капацитет s , у постројењу f , искључен у периоду t , обратно 0

x_{psft}^P - стварна ненегативна варијабла: количина производа p , произведена у постројењу f , у периоду t , коришћењем капацитета s

x_{pffit}^{TI} - стварна ненегативна варијабла: количина производа p , транспортована од постојења f до постојења f' у периоду t (унутрашњи транспорт)

x_{pfmt}^{TE} - стварна ненегативна варијабла: количина производа p , транспортована од постојења f до тржишта m у периоду t (спољашњи транспорт)

x_{sft}^{MIN} - стварна ненегативна варијабла: количина капацитета s у постројењу f који је смањен организационим инструментима

x_{sft}^{MAX} - стварна ненегативна варијабла: количина капацитета s у постројењу f који је повећан организационим инструментима

z_{pmt}^{SF} - стварна ненегативна варијабла: недостатак производа p , на тржишту m , у периоду t

I – број предмета (сирових материјала или коначних производа);

K – количина ресурса;

a_{ik} – количина ресурса k по јединици производње предмета i ;

b_{kt} – количина ресурса k , доступна за време периода t ;

d_{it} – потражња i -тог предмета за време периода t ;

r_{it} – јединични приход за i -ти предмет за време периода t ;

cr_{it} – јединични варијабилни производни трошак за i -ти предмет за време периода t ;

cu_{it} – јединични трошак незадовољене потражње i -тог предмета за време периода t ;

cq_{it} – јединични трошак чувања залиха за i -ти предмет за време периода t ;

p_{it} : обим производње i -тог предмета у периоду t ;

q_{it} : количина залиха i -тог предмета на крају временског периода t ;

u_{it} : количина незадовољене потражње i -тог предмета у периоду t ;

m - *средња вредност* (midpoint value)

w - *пречник интервалног броја*

I - укупан број разматраних производа

i - индекс производа, $i=1, \dots, I$

J - укупан број ограничења која проистичу из производног предузећа

j - индекс ограничења која проистичу из производног предузећа, $j=1, \dots, J$

K - укупан број ограничења која проистичу из тржишта

k - индекс ограничења која проистичу из тржишта, $k=1, \dots, K$

V - вероватноћа

U - учесталост (време излагања опасностима / штетностима)

R - ниво – ранг ризика

САДРЖАЈ

1.	УВОД.....	1
1.1	Научни циљ докторске дисертације.....	2
1.2	Полазне хипотезе.....	3
2.	ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋИХ ИСТРАЖИВАЊА О МОДЕЛИМА НЕИЗВЕСНОСТИ У ПЛАНИРАЊУ ПРОИЗВОДЊЕ.....	4
2.1	Концептуални модели.....	6
2.1.1	Планирање потражње материјала (MRP).....	6
2.1.2	Планирање ланца снабдевања.....	8
2.2	Аналитички модели.....	8
2.2.1	Хијерархијско планирање производње.....	9
2.2.2	Планирање потребних материјала.....	9
2.2.3	Планирање капацитета.....	10
2.2.4	Планирање производних ресурса.....	11
2.2.5	Управљање залихама.....	12
2.2.6	Планирање ланца снабдевања.....	13
2.3	Модели вештачке интелигенције.....	13
2.3.1	Збирно (агрегатно) планирање.....	13
2.3.2	Планирање потреба за материјалом.....	14
2.3.3	Планирање производних ресурса.....	15
2.3.4	Управљање залихама.....	16
2.3.5	Планирање ланца снабдевања.....	17
2.4	Симулациони модели.....	18
2.4.1	Збирно планирање (агрегатно).....	18
2.4.2	Планирање потреба за материјалом.....	18
2.4.3	Планирање капацитета.....	20
2.4.4	Планирање производних ресурса.....	20
2.5	Стратешко и тактичко планирање производних ресурса.....	22
2.5.1	Детерминистички модел.....	23
2.5.2	Стохастички модел.....	25
2.6	Уопштен проблем планирања производње под интервалном неизвесношћу.....	25
2.6.1	Оптимизациони приступ.....	27
2.7	Утврђивање оптималног плана производње применом фази линеарног програмирања (ФЛП)	32

3.	ДЕФИНИСАЊЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПЛАНИРАЊА ПРОИЗВОДНИХ РЕСУРСА У УСЛОВИМА НЕИЗВЕСНОСТИ	34
3.1	Глобална шема методолошких корака	34
3.2	Моделовање неизвесности	42
3.3	Одређивање нормализоване вредности јединичног профита	43
3.4	Моделовање граничних вредности	45
3.5	Предложени алгоритам.....	46
4.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ	48
4.1	Основи подаци о фабрици „Инса“ Земун.....	48
4.1.1	Врсте водомера	52
4.1.2	Пословни резултати фабрике “Инса“.....	53
4.2	Истраживање степена искоришћења производних ресурса.....	57
4.3	Анализа потражње за производима у ИНСА а.д.	64
4.3.1	Водомер 3/4"	64
4.3.2	Водомер 1/2"	67
4.3.3	Водомер 1/2" вертикални.....	70
4.4	Збирна анализа за све посматране врсте водомера.....	72
4.5	Анализа потражње за посматране врсте водомера	79
4.5.1	Водомер 3/4"	79
4.5.2	Водомер 1/2"	84
4.5.3	Водомер 1/2" вертикални.....	87
4.6	Анализа расположивих машинских капацитета	92
4.7	Анализа ризика радног места	99
4.7.1	Груписане опасности на радном месту	99
4.7.2	Препознавање (груписање) штетности:	100
4.7.3	Матрица процене ризика	101
4.8	Примена пројектованог математичког модела за унапређење процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности и предузећу ИНСА а.д.	117
5.	АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА.....	123
6.	ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	130
7.	ЛИТЕРАТУРА	136
8.	ПРИЛОГ 1 - ПОСТОПТИМАЛНА АНАЛИЗА	146
8.1	Функција циља – максимум јединичне цене продаје	147
8.2	Функција циља – минимум јединичне цене коштања	150

8.3	Функција циља – максимум јединична добит (разлика јединичне цене продаје и јединичне цене коштања)	152
9.	ПРИЛОГ 2 - ПРОЦЕНА РАДНИХ МЕСТА	157
10.	ПРИЛОГ 3 - ОРГАНИЗАЦИОНА СТРУКТУРА ФАБРИКЕ	210
11.	ПРИЛОГ 4 - ВОДОМЕРИ - ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА.....	217

СПИСАК СЛИКА

- Слика 3.1. Глобална шема методолошких корака за планирање производних ресурса у условима неизвесности, 35
- Слика 3.2. ТФН-ови који описују релативне вредности јединичног профита, 44
- Слика 4.1. Фабрика "ИНСА", 47
- Слика 4.2. Производни програм фабрике „Инса“, 49
- Слика 4.3. Организациона структура лабораторије, 50
- Слика 4.4. Компарација референтних вредности извора производних губитака за два узастопна периода, 58
- Слика 4.5. Компарација оцена извора производних губитака за два узастопна периода, 59
- Слика 4.6. Наруџбенице у 2016.г. за водомере 3/4", 63
- Слика 4.7. Преглед збирних дневних наруџбина по купцима за 2016.г. и за водомере 3/4", 63
- Слика 4.8. 3Д приказ наруџбина по купцима за 2016.г. и за водомере 3/4", 64
- Слика 4.9. Дијаграм наруџбеница граница за водомере 3/4", 64
- Слика 4.10. Дијаграм наруџбеница унутар контролних граница за водомере 3/4", 65
- Слика 4.11. Наруџбенице у 2016.г. за водомере 1/2", 66
- Слика 4.12. Преглед збирних дневних наруџбина по купцима за 2016.г. и за водомере 1/2", 66
- Слика 4.13. 3Д приказ наруџбина по купцима за 2016.г. и за водомере 1/2", 67
- Слика 4.14. Дијаграм наруџбеница граница за водомере 1/2", 67
- Слика 4.15. Дијаграм наруџбеница унутар контролних граница за водомере 1/2", 68
- Слика 4.16. Наруџбенице у 2016.г. за вертикалне водомере 1/2", 69
- Слика 4.17. Преглед збирних дневних наруџбина по купцима за 2016.г. и за вертикалне водомере 1/2", 69
- Слика 4.18. 3Д приказ наруџбина по купцима за 2016.г. и за вертикалне водомере 1/2", 70
- Слика 4.19. Дијаграм наруџбеница граница за вертикалне водомере 1/2", 70
- Слика 4.20. Дијаграм наруџбеница унутар контролних граница за вертикалне водомере 1/2", 71
- Слика 4.21. Наруџбенице у 2016.г. за све посматране врсте водомера, 72
- Слика 4.22. Збирни приказ наруџбеница по наручиоцима са увидом у динамику наручивања током 2016.г., 72
- Слика 4.23. Број наручених комада водомера по наручиоцима, 73
- Слика 4.24. Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016.г, 75
- Слика 4.25. Рангирање критеријума, 77

- Слика 4.26. Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016.г, 80
- Слика 4.27. Рангирање критеријума, 82
- Слика 4.28.. Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016.г, 84
- Слика 4.29. Рангирање критеријума, 86
- Слика 4.30. Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016.г, 88
- Слика 4.31. Рангирање критеријума, 90
- Слика 4.32 . Преглед ризика по радним местима, 111
- Слика 4.33. Ризици по радним местима: РМ1-РМ6, 112
- Слика 4.34. Ризици по радним местима: РМ7-РМ10, 113
- Слика 4.35. Високоризични фактори радних места, 113
- Слика 4.36. Структура високоризичних фактора радних места, 114
- Слика 4.37. Графички приказ фреквенције фактора ризика по радним местима, 115
- Слика 4.38. Оптимална количина за производ x_5 на нивоу сваког квартала, 120
- Слика 4.39. Оптимална количина за производ x_6 на нивоу сваког квартала, 120
- Слика 4.40. Профит по кварталима, 121
- Слика 5.1 . Структура потражње за водомерима у 2018.г, 122
- Слика 5.2 . Структура потражње за водомерима по кварталима у 2018.г, 123
- Слика 5.3. Графички приказ фреквенције фактора ризика по радним местима за 2018.г., 125

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 2.1. Класификација општих типова модела несигурности у производним системима (Мула и остали, 2006b), 4

Табела 2.2. Приказ броја истраживачких радова о моделима за планирање производње под неизвесношћу Мула и остали (2006b), 5

Табела 4.1. Производни програм Инсе за 2018. годину и 2019. годину, 53

Табела 4.2. Финансијски резултати фабрике „Инса“ за 2018. годину и 2019. годину, 54

Табела 4.3. Запосленост и квалификациона структура у „Инса“ а.д., 55

Табела 4.5. Оцена степена искоришћења производних ресурса у фабрици ИНСА а.д. за претходни временски период, 57

Табела 4.4. Оцена степена искоришћења производних ресурса у фабрици ИНСА а.д. за посматрани временски период, 57

Табела 4.6. Јединичне продајне цене по производима, 61

Табела 4.7. Јединични трошкови по производима, 62

Табела 4.8. Приказ броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016.г., 74

Табела 4.9. Приказ проценуталног броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016.г., 74

Табела 4.10. Укупан број наручених комада водомера и укупна цена по класификационим групама, 76

Табела 4.11. Рангирање критеријума, 76

Табела 4.12. Структура прихода од водомера у 2016.г., 78

Табела 4.13. Приказ броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016.г. за водомер 3/4", 78

Табела 4.14. Приказ проценуталног броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016.г. за водомер 3/4", 79

Табела 4.15. Укупан број наручених комада водомера и укупна цена по класификационим групама за водомер 3/4", 80

Табела 4.16. Рангирање критеријума, 81

Табела 4.17. Приказ броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016.г. за водомер 1/2", 83

Табела 4.18. Приказ проценуталног броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016.г. за водомер 1/2", 83

Табела 4.19. Укупан број наручених комада водомера и укупна цена по класификационим групама за водомер 1/2", 84

Табела 4.20. Рангирање критеријума, 85

Табела 4.21. Приказ броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016.г. за водомер 1/2" вертикална, 86

Табела 4.22. Приказ проценуталног броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016.г. за водомер 1/2" верикални, 87

Табела 4.23. Укупан број наручених комада водомера и укупна цена по класификационим групама за водомер 1/2" вертикални, 88

Табела 4.24. Рангирање критеријума, 89

Табела 4.25. Времена израде посматраних водомера по машинама, 93

Табела 4.26. Време израде по производима, 96

Табела 4.27. Матрица процене ризика по методологији – 5 x 5, 101

Табела 4.28. Ниво ризика, 101

Табела 4.29. Назив радног места: Председник, ознака: РМ1, 102

Табела 4.30. Назив радног места: Магационер, ознака: РМ2, 102

Табела 4.31. Назив радног места: Помоћни радник, ознака: РМ3, 102

Табела 4.32. Назив радног места: Реглер аутоматских стругова, ознака: РМ4, 103

Табела 4.33. Назив радног места: Металостругар, ознака: РМ5, 103

Табела 4.34. Назив радног места: Помоћни радник, ознака: РМ6, 104

Табела 4.35. Назив радног места: Шлајфер, ознака: РМ7, 105

Табела 4.36. Назив радног места: Технологи у површинској заштити, ознака: РМ8, 105

Табела 4.37. Назив радног места: Галванизер, ознака: РМ9, 106

Табела 4.38. Назив раног места: Фарбар, ознака: РМ10, 106

Табела 4.39 . Рангирање фактора ризика, 107

Табела 4.40. Фреквенција фактора ризика по радним местима, 114

Табела 4.41. Број поруџбина за сваки тип водомера током претходне године, 118

Табела 5.1. Разлика профита пре и после оптимизације, 123

Табела 5.2. Динамика оптималног плана производње по кварталима, 124

Табела 5.3. Компарација података по структури потражње, 124

Табела 5.4. Оптимални план производње, 128

1. УВОД

Унапређење процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности састоји се у рационализацији коришћења свих производних ресурса и примени иновативног приступа намењеног сагледавању и унапређењу конкурентске способности наших предузећа, у односу на земље у окружењу и развијене земље света. У планираним истраживањима суочени смо са изузетном сложености бројних елемената у наглашеној интеракцији (производни капацитети, радна снага, материјал, алати и прибори, захтеви потрошача – количина, квалитет, цена и рокови), на којој се формирају очекивања за разрешавање сложене материје пројектовања оптималног решења.

Постојећи модели оптимизације производних ресурса узимају у обзир ограничења као што су максимални машински капацитети, технолошка времена, норме радника и сл. У оваквим прорачунима не води се рачуна о сензитивности решења, па се догађа да тако добијено решења може бити високо сензитивно на промену услова пословања, односно да постоји велика вероватноћа да може бити неприменљиво у измењеним условима пословања. Из тих разлога анализа производних ресурса у условима ризика представља квалитативно побољшано решење.

Квалитет овог истраживања је интеграција метода и техника за оптимизацију потрошње материјала, енергије, алата, нормирање потрошње рада, коришћења производних капацитета и других производних ресурса предузећа у јединствен систем за управљање производним ресурсима који би омогућио постизање снижавања трошкова, уз побољшање квалитета производа и задовољење еколошких захтева.

Пројектовање новог модела за планирање производних ресурса у условима неизвесности представља основу за рационално управљање предузећима, а мери се у теоријском доприносу у погледу развоја области индустријског инжењерства. С друге стране, неопходност провере приступа у условима неизвесности, у конкретним условима, наводи на респектовање специфичних околности у неком реалном производном систему, чије се решење види у брзој обради великог броја информација.

Примена постојећих софтверских пакета за одлучивање омогућава да се овај проблем решава, али се тежиште истовремено помера на пројектовање модела као незаобилазне

основе на који ће се постојћи софтвери применити. Практична корист од истраживања биће доказана у реалним условима предузећа које ће послужити као полигон за примену предложених решења. Поред оптималних решења биће сагледана уска грла у производњи, неискоришћени капацитети, оптимални производни програм, оптимална серија, што је од изузетног значаја за припрему производње.

Опсег истраживачког проблема обухвата проблематику индустријских предузећа с тим што ће се експериментални део истраживања реализовати у предузећу Инса а.д. Земун где ће се снимити постојеће стање и анализирати производни ресурси. Планира се и истраживање резултата производње у условима предложених промена.

Значај истраживања унапређења процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности је и у имплементацији чиме би се обезбедила квалитетнија и рационалнија реализација процеса производње. Поред тога очекују се посредни ефекти у смислу очувања животне средине, безбедности на раду и побољшања квалитета услова рада у складу са директивама ЕУ.

1.1 Научни циљ докторске дисертације

Научни циљ докторске дисертације је успостављање теоријског оквира и модела за унапређење процеса управљања производним ресурсима у условима неизвесности, заснованог на имплементираном стандарду квалитета, уважавајући постојећи производни програм, документацију одабраног предузећа и кључне концепте, методе и технике савремене производње.

У односу на општи циљ, подциљеви су: оптимизација производног програма, одређивање оптималне серије, повећање степена коришћења производних капацитета, побољшање квалитета производа, смањење трошкова, оптимизација трајања производног циклуса. Такође, предложена решења која ће бити резултат ових истраживања мора да буду једноставна за имплементацију, да имају универзални карактер, односно да су применљива пре свега у малим, а затим и средњим и великим предузећима као и да остваре уштеде у предузећу.

Резултати овог истраживања треба да омогуће нови приступ у планирању и управљању производним ресурсима у условима неизвесности уз примену апликативних софтверских решења која омогућавају управљање и одзив производног система у реалном времену чиме ће се омогућити рационализација производних ресурса и повећати ефикасност производње.

1.2 Полазне хипотезе

У предметној докторској дисертацији полази се од следећих основних хипотеза:

- Могуће је унапредити процес планирања производних ресурса у условима неизвесности,
- Могуће је дефинисати оптималну серију производа уз максимализацију укупног профита предузећа и рационално коришћење расположивих производних ресурса у условима неизвесности.

Биће пројектован модел оптималног производног програма у условима неизвесности који ће имати директан утицај на повећање степена коришћења капацитета, рационално коришћење радне снаге, оптимални начин ангажовања обртних средстава и поштовање рокова испоруке. Оптимизацијом производног програма – по структури производног програма као и динамици производње, директно се утиче на рационализацију коришћења производних ресурса у условима неизвесности.

2. ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋИХ ИСТРАЖИВАЊА О МОДЕЛИМА НЕИЗВЕСНОСТИ У ПЛАНИРАЊУ ПРОИЗВОДЊЕ

Анализа објављених истраживања о проблему унапређења процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности је веома обимна и разноврсна. Приказ и анализа истраживања фокусирана је на моделе неизвесности у планирању производње.

Galbraith (1973) дефинише неизвесност као разлику између количине информација потребне за извршење задатка и већ познате количине информације. У реалности, постоје многи облици неизвесности који утичу на производне процесе. Но (1989) их категорише у две групе: (1) еколошка неизвесност и (2) системска неизвесност. Неизвесност околине укључује неизвесности изван производног процеса, као што су несигурност потражње и понуда.

Системска неизвесност повезана је са неизвесностима унутар производног процеса, као нпр. несигурност приноса рада, неизвесност времена производње, неизвесност квалитета, неуспех производног система и промене у структури производа. Током година било је много истраживања и апликација чији је циљ да се униформише неизвесност у производним системима (Yano и Lee, 1995; Sethi, 2002). Mula и остали (2006b) дали су преглед постојећих модела за третирање неизвесности у пословно-производним системима, табела 2. 1.

Табела 2.1. Класификација општих типова модела несигурности у производним системима (Мула и остали, 2006b)

<i>Концептуални модели</i>	<i>Аналитички модели</i>
Фактори приноса	Процеси хијерархије
Сигурносне залихе	Математичко програмирање: (ЛП, МИЛП, НЛП, ДП и МОП)*
Сигурносно време реализације	
Хеџинг	Стохастичко програмирање
Претерано планирање (Препланирање)	Детерминистичке апроксимације
Планирање захтева за линију	Лапласове трансформације
Флексибилност	Марковљеви процеси одлучивања

<i>Модели засновани на вештачкој интелигенцији</i>	<i>Симулациони модели</i>
Експертски системи	Технике Монте Карло
Појачано учење	Расподеле вероватноће
Теорија фази скупа	Хеуристичке методе
Фази логика	Параметри смрзавања
Неурална мрежа	Мрежно моделирање
Генетски алгоритми	Теорија редова чекања
Мулти-агентни системи	Динамички системи

*ЛП = линеарно програмирање; МИЛП = мешовито-целобројно линеарно програмирање;

НЛП = нелинеарно програмирање; ДП = динамичко програмирање; МОП = вишециљно програмирање.

Мула и остали (2006b) истраживали су моделе за планирање производње у условима неизвесности, и то тактичке моделе средњорочног планирања и оне које су применљиви у пракси на производним системима.

У табели 2.2 дат је приказ броја истраживачких радова о моделима за планирање производње под неизвесношћу који су Мула и остали (2006b) анализирали и класификовали према: 1) подручју планирања производње и 2) приступа моделовању.

Табела 2.2. Приказ броја истраживачких радова о моделима за планирање производње под неизвесношћу Мула и остали (2006b)

Категорија планирања производње	Број радова
агрегатно планирање	Модели вештачке интелигенције (8) Симулациони модели (2)
хијерархијско планирање производње	Аналитички модели (3)
планирање потреба за материјалом	Концептуални модели (9) Аналитички модели (6) Модели вештачке интелигенције (4) Симулациони модели (10)
планирање капацитета	Аналитички модели (4)

	Симулациони модели (1)
планирање производних ресурса	Аналитички модели (7) Модели вештачке интелигенције (5) Симулациони модели (2)
управљање залихама	Аналитички модели (10) Модели вештачке интелигенције (5)
планирање ланца снабдевања	Концептуални модели (1) Аналитички модели (5) Модели вештачке интелигенције (5)

Мула и остали (2006b) наводе да су седам главних категорија планирања производње: агрегатно планирање, хијерархијско планирање производње, планирање потреба за материјалом, планирање капацитета, планирање производних ресурса, управљање залихама и планирање ланца снабдевања.

Мула и остали (2006b) указују на присутност четири приступа моделовању у претходно дефинисаним категоријама: концептуални, аналитички, вештачка интелигенција и симулациони модели. Ова четири приступа моделовању су првобитно дефинисали у Giannoccaro и Pontrandolfo (2001).

У даљем тексту дат је детаљан преглед модела неизвесности у планирању произвође према присуству моделовању који је у научно-стручној литератури анализирани.

2.1 Концептуални модели

2.1.1 Планирање потражње материјала (MRP)

MRP/MRP II I (Orlicky, 1975; Vollmann и остали, 1988) је једна од методологија за планирање производње и контролу коју користе предузећа. Такође, примећено је велико интересовање у истраживачкој заједници да се неизвесност укључи у MRP системи.

Концепт „фактора приноса“ користи се за прихватање системске неизвесности. Сложени фактор приноса повезује количине потребних улазних података да би се задовољио захтевани резултат на излазу система, када системске неизвесности узрокују губитке на различитим нивоима процеса производње. Фактор приноса је стога функција производних

фактора у различитим фазама процеса производње. Hegseth (1984) разматра производни процес у серијама неизвесности. Аутор користи детерминистичку формулацију која подразумева производне факторе за различите фазе процеса.

Списак сирових материјала се модификује коришћењем фактора приноса и планирање материјала се врши након ове модификације. New и Mapes (1984) такође се баве губицима у процесу производње под неизвесношћу. Аутори разматрају процесе са високим губицима и великом варијабилношћу губитака као, на пример, производња интегрисаних кола. Они дају предлог модела који повезује количине улазних и излазних података са насумичним фактором приноса. New и Mapes проучавају различите приступе засноване на сигурносним залихама, сигурносном времену и мерама за ублажавање губитака. Murthy и Ma (1991) дају преглед још неке истраживачке литературе о MRP моделима са несизвесношћу код квалитета.

Приступ деноминираним “препланирања” користи се за прихватање неизвесности повезане са количином и квалитетом производа. У овом приступу, произведено је више ентитета од наведених у главном распореду производње (MPS) поруџбина, тако да процес може задовољити потенцијалну прекомерну потражњу. Вишак, као последица прекомерног планирања, може се суочити са варијацијама потражње, уз увећање трошкова залиха, док ће у супротном, недовољна производња смањити трошкове залиха, али може резултирати у трговини добрима која још нису произведена (backorders).

Donselaar (1992) уводи и оцењује алтернативни концепт назван планирање потреба за производну линију (LRP) у стохастичкој средини. LRP се заснива на концепту „нивоа“, а увели су га Clark и Scarf (1960). Суштина LRP-а је чињеница да информације о потражњи од крајњег купца се директно преноси на сваки део ланца снабдевања, тако да коначна информација о потражњи није искривљена.

Donselaar и остали (2000) упоређује перформансе MRP и LRP система у стохастичком окружењу, перформансе се процењују према нивоу услуге, нивоима залиха и фреквентним променама распореда. Резултати експеримента показују да оба MRP и LRP концепта планирања поседују карактеристике значајне за стохастичка окружења, али је свакако неопходан развој нових модела који ће бити засновани на комбинацијама наведених карактеристике.

За одређене индустрије (аеронаутика, електронска опрема итд.) у којима се јавља проблем неизвесних рокова завршетка производње, Hatchuel и остали (1997) су развили модел, који се назива приступ динамичког предвиђања (DAA), базиран на класичној хијерархијској двостепеној декомпозицији планирања и процеса формирања распореда. Фаза планирања користи комбиновани PERT/MRP приступ, док мањи системи за производњу појединачних ентитета (job shop control) користе правило формирања динамичког распореда.

Bertrand и Rutten (1999) су истражили три различите процедуре планирања производње које користе флексибилност решења за предвиђање неизвесности понуде и потражње. Поступци су рачунарски симулирани у експерименталном окружењу.

Caridi and Cigolini (2000) пружају нову методологију за димензионисање бафера неизвесности потражње у MRP окружењима. За ту сврху је дат скуп препоручених смерница да димензионише и постави сигурносне оквире и/или стратешке залихе у оквиру саставница и производних токова.

2.1.2 Планирање ланца снабдевања

Das и Abdel-Malek (2003) предлажу методу за процену нивоа флексибилности ланца снабдевања у функцији различитих обима потражње и различитих времена испоруке. Модел даје процене годишњих трошкова набавке у посматраном односу купац-добављач и сумира прегледане концептуалне моделе, у односу на (1) врсту неизвесности, (2) тему истраживања и (3) детаље приступа.

2.2 Аналитички модели

Проблем планирања производње је једно од најзанимљивијих подручја примене алата за оптимизацију, коришћењем математичког програмирања. Идеја о увођењу неизвесности у математичке моделе појављује се са Dantzig-ом, добро познатим као „отац линеарног програмирања (Dantzig, 1955).

2.2.1 Хијерархијско планирање производње

Једно од важнијих достигнућа на пољу планирања производње помоћу математичког програмирања је био концепт хијерархијског планирања производње (Нах и Meal, 1975). Хијерархијско планирање производње привукло је широко истраживачко ангажовање, укључујући додавање параметара неизвесности. Gfrerer and Zäpfel (1995) су представили више-периодни хијерархијски модел планирања производње са два нивоа планирања, тј. Агрегатно (збирно) и детаљно, и са неизвесном потражњом. Meybodi and Foote (1995), с друге стране, развили су више-периодни модел за хијерархијско планирање производње и распоређивање са случајном потражњом и отказом производње. Zapfel (1996) представља хијерархијски модел који се може уградити у MRPII систем за програмирање производње са неизвесношћу потражње.

2.2.2 Планирање потребних материјала

Vüchel (1983) разматра поступак планирања на основу стохастичких показатеља употребе неких делова када је њихова потражња стохастичке природе. „Однос употребе“ за специфичну компоненту је однос између потражње те компоненте и укупне потражње свих финалних производа. Мали односи (и/или мали број наруџбина) проузрокују значајне варијације потражње, које захтевају велике количине сигурносних залиха. Vüchel показује како се могу укључити односи употребе у MRP-у ради смањења неизвесности потражње.

Burstein и остали (1984) разматрају вишестепеност производних процеса упоредно са познатим обимом потражње, али са неизвесношћу у датумима испоруке. Аутори предлажу динамички квантитативни приступ базиран на стохастичком динамичком програмирању.

Wacker (1985) развија статистички модел који процењује просек и варијансу резултата финалних производа и компонената уважавајући неизвесности. Аутор користи приступ сигурносних залиха. Код направи-поручи захтева, сигурносне залихе коначних производа не ублажавају неизвесност потражње. Модел користи стандардну „грешку у прогнози“ за компоненте као процену сигурносних залиха. Аутор коментарише да MRP систем не би смео подразумевати софистициране мере контроле за надгледање системске неизвесности и неизвесности окружења, али да треба да укључи ове варијације у систем.

Wijngaard и Wortmann (1985) проучавају различите приступи за MRP са стохастичким неизвесностима. Аутори сматрају вишестепени производни процес са конвергентним и дивергентним чворовима. Они уводе три облика за генерисање размака између степена, а затим пореде три приступа: (1) сигурносне залихе, (2) сигурносна времена и (3) хединг.

Yano(1987) користи аналитички приступ за решавање проблема стохастичког времена испоруке. Прво, одређује оптимално планирано време завршетка процеса састављања/производње (assembly operation) са неизвесним временом трајања. Аутор користи нелинеарну програмску формулацију.

Escudero и Kamesam (1993) предлажу MRP модел са неизвесном потражњом, у мрежи вишестепеног, више-периодног, вишенаменског окружења. Они користе разне поставке за карактеризацију неизвесности потражње, што резултује моделом стохастичког програмирања.

2.2.3 Планирање капацитета

Bitran и Yanesse (1984) предлажу детерминистичке апроксимације несеквенцијалног модела планирања капацитета и анализирају његову ефикасност када је потражња окарактерисана стандардном расподелом вероватноће.

Erpen и остали (1989) моделују проблем стратешког планирања капацитета великог произвођача аутомобила. Користе приступ стохастичког програмирања заснован на сценаријима потражње са нагласком на одлукама у вези са избором постројења за производњу.

Paraskevopoulos и остали (1991) описују проблем планирања производних капацитета са неизвесном потражњом. Користе робустан приступ избегавајући инхерентне сложености у нелинеарним стохастичким формулацијама.

Karabuk и Wu (1999) развијају модел за стратешко планирање капацитета за великог произвођача полупроводника. Они формулишу вишестепени стохастички програм са ресурсима, где се неизвесност потражње и капацитета укључује унутар структуре сценарија.

2.2.4 Планирање производних ресурса

Billington и остали (1983) проучавају везу између рокова испоруке, величином серије и ограничења капацитета у производном процесу са сложенom структуром материјала и неизвесном потражњом. Аутори предлажу целобројно линеарно програмирање. Модел израчунава захтевано време завршетка производње на основу захтева, расположивог капацитета, истовремено смањујући залихе у току рада. Рачунски напор потребан за добијање решења зависи од величине модела, а ово се може ублажити оптимизацијом потребног материјала.

Escudero и остали (1993) анализирају различите приступе моделовању проблема производње и капацитета користећи стохастичко програмирање. Escudero и Kamesam (1995) развијају моделе са линеарним програмирањем проблема стохастичког планирања и методологију за њихово решавање. Користе проблем производње са неизвесном потражњом, окарактерисан сценаријима из посматраног случаја.

Kira и остали (1997) предлажу хијерархијски приступ за моделовање проблема програмирања вишепериодног и вишепроизводног процеса производње са коначним скупом захтева, посредством стохастичког линеарног програмирања.

Rota и остали (1997) представљају модел целобројног линеарног програмирања за решавање неизвесне природе и сложености производних окружења. Њихов предложени модел укључује ограничења капацитета, извесне поруџбине, прогнозу потражње и одлуке о добављању и подуговарању за текући процес планирања.

Grubbström (1998) даје преглед над теоријским развојем MRP/MRPII система за које се анализа улазно-излазних параметара у комбинацији са Лапласовом трансформацијом показала као корисна методологија.

На основу овог приступа, Grubbström (1999, a, b) одређује оптималне нивое сигурносних залиха у вишестепеним MRP системима са захтевима за капацитетом када је потражња на тржишту стохастичка. Циљ је максимизирати нето вредност (NPV) протока новца, повезану са производњом и потражњом. Grubbström and Tang (1999) проширују овај рад за случај да је временски интервал потражње дат Гама расподелом која се користи за проучавање променљивих које имају обрнуту расподелу.

2.2.5 Управљање залихама

Модели за координацију расподеле залиха приступају проблему управљања залихама попут производно-дистрибутивних система. Циљ је утврдити оптималну политику залиха за цео систем. Ови модели су познати као модели на више нивоа. Теорија вишестепеног система у основи обухвата проблем неизвесне потражње на различитим нивоима процеса планирања и омогућава насумична времена испоруке (мада је у овом случају теорија мање развијена).

С друге стране, оно је, углавном, оријентисано на материјале јер намера да се укључи и ограничење капацитета није била врло успешна (Zijm, 2000). Многи аутори, Erpen и Schrage (1981), Federgruen и Zipkin (1984), Van Houtum и остали (1996) и Diks и De Kok (1996), проучавају вишестепене проблеме инвентара у несеријским системима у стохастичким поставкама. Rosling (1989) и Langenhoff and Zijm (1990) доказују везу између несеријских система и серијских система.

Централна идеја је да се одлуке о производним количинама уобичајених компоненти могу доносити, одлажући одлуку о начину алокације количине одређених производа што је дуже могуће (Zijm, 1992).

Ganeshan (1999) разматра ланац снабдевања у три нивоа са више добављача који надокнађује централно складиште из којег се врши дистрибуција великом броју трговаца. Аутор одређује тачку поновног наручивања која минимизује логистичке трошкове под ограничењима корисничке услуге.

Kelle and Milne (1999) развијају вишестепени систем дистрибуције залиха и квантитативни алат за анализирање утицаја варијабилности потражње на политику наручивања залиха, параметре потражње и логистичке трошкове.

Ould-Loudy and Dolgui (2004) предлажу математичку формулацију засновану на Марковљевим ланцима за мерење просечних трошкова и нови уопштени Newsboy модел за решавање вишепериодног и вишекомпонентног проблема планирања снабдевања за системе склапања са случајним временима испоруке и фиксном потражњом.

2.2.6 Планирање ланца снабдевања

Escudero (1994) предлаже модел за планирање ланца снабдевања под неизвесношћу потражње на основу стохастичког планирања. Schumann конзорцијум (1998) бави се проблемом управљања ланца снабдевања аутомобилске индустрије кроз стохастичко програмирање и путем моделовања сценарија. Koutsoukis и остали (2000) развили су систем подршке у одлучивању за одлуке у подручју планирања ланца снабдевања. Систем има уграђен софтвер за одлучивање који користи двостепени стохастички програм као шаблон за оптимизацију под неизвесношћу.

Lagio и остали (2001) описују моделовање посредством сценарија као алат за планирање ланца снабдевања са неизвеним окружењем у ланцу снабдевања аутомобилске индустрије.

Такође, Gupta and Maranas (2003) разрађују проблем тактичког планирања ланца снабдевања под неизвесношћу користећи приступ заснован на стохастичком програмирању. Истраживање сумира аналитичке моделе које су прегледане у односу на (1) врсту неизвесности, (2) тему истраживања и (3) детаље приступа.

2.3 Модели вештачке интелигенције

2.3.1 Збирно (агрегатно) планирање

Фази моделовања је приступ заснован на теорији фази скупова (Bellman и Zadeh, 1970).

У овом приступу прави се разлика између случајности и непрецизности. Аутори доводе у питање употребу пробабилистичког приступа, јер по њиховом мишљењу непрецизност се у многим ситуацијама не изједначава са случајношћу.

Rinks (1981) развија алгоритме за фази агрегатно (збирно) планирање користећи фази условно „if-then“ гранање. Робусност фази збирног модела планирања уз варијабилну структуру трошкова је испитан у делу Rinks-a (1982a).

Дат је скуп четрдесет правила о стопи производње и радној снази у Rinks (1982b). Turksen (1988a,b) користи чланске функције са интервалним вредновањем да дефинише лингвистичка производна правила за збирно планирање кроз тачкасте функције припадности

предложене од стране Rinks-a. Ward и остали (1992) развијају фази контролер у чијој је основи програмски језик C и који користи дискретне чланске функције за збирно планирање, и репродукују резултате блиске његовим.

Gen и остали (1992) предлажу фази модел са више циљева за збирно планирање, са коефицијентима функције, технолошким коефицијентима и ограничењима десне стране ресурса представљеним троугластим фази бројевима.

Wang и Fang (2001) расправљају о ограничењима код примене класичних техника математичког програмирања за решавање проблема средњерочног планирања производње и предлажу модел фази линеарног програмирања за решавање проблема збирног планирања са вишеструким циљевима где се цена производа, трошкови подуговарања, ниво радне снаге, производни капацитет и потражња на тржишту сматрају фази величинама. Фази параметри су представљени трапезоидним фази бројевима.

2.3.2 Планирање потреба за материјалом

Lehtimäki (1987) проучава MPS у MRP окружењу које максимизира фази ниво задовољства купаца из перспективе проблема доношења вишециљних одлука. Мотив за максимизацију задовољства купаца је двосмислен и може бити моделован коришћењем теорије фази скупова.

Lee и остали (1990, 1991) предлажу начин за разумевање ефекта варијабилне потражње у MRP системима у којима потражња не може бити представљена као насумични параметар и праве упоредну анализу три алгорита за одређивање величине серије:

1) part-period balancing (PPB), 2) silver-meal, и 3) Wagner–Whitin

Неизвесна потражња моделује се помоћу фази скупова. Аутори показују да се приступ теорије фази скупова може користити за успешно моделовање неизвесности, варијабилности и/или субјективности у PPB алгоритму.

Du и Wolfe (2000) предлажу активни MRP систем у реалном времену. Активни MRP систем користи хибридную архитектуру која укључује објектно-оријентисану база података, фази логичке контролере и вештачке неуралне мреже. Фази логички контролери комбинују се са

објектно-оријентисаном базом података, као што је интеграција динамичког и статичког знања.

Вештачке неуралне мреже користе се за учење „if-then“ фази правила и да симулирају фази чланске функције. Вештачке неуралне мреже комбиноване су са фази логичким контролерима за класификацију инвентара. Активни MRP систем анализира водеће време, залихе и динамички одређује и специфицира датуме завршетка сваког захтева, програмираног пријема захтева и планиране поруџбине.

2.3.3 Планирање производних ресурса

Sommer (1981) користи приступ заснован на фази динамичком програмирању за решавање реалног проблема планирања производње. Лингвистичке реченице, попут „ниво залиха би у најбољем случају требало да буде на нули до краја планираног временског хоризонта“ и да се „што је могуће континуираније умањује производни капацитет“, описују фази тежње планера. Фази динамичко програмирање се користи за одређивање нивоа производње и оптималне количине залихе.

Miller и остали (1997) развијају формулацију фази линеарног програмирања за одређивање производног плана компаније за паковање свежег парадајза. Примењују се три типа оператора: „мин-оператор“ (Zadeh 1965), „фази и“ (Werners, 1987) и „компензацијско и“ (Zimmermann and Zysno, 1980), тј. конвексна линеарна комбинација мин-оператора и макс-оператора. Оператор „компензацијско и“ пружа боље резултате уз релативно мале разлике. Аутори показују да су просечни трошкови добијени линеарним програмирањем приближно 10 пута већи у односу на трошкове добијене фази моделом.

Hsu и Wang (2001) предлажу пробабилистички програмски модел за управљање проблемима планирања производње у окружењима склапања по поруџбини. Предложени модел узима у обзир изглађивање прогнозе, координације материјала и производних активности. Трошкови, застарелост материјала и временска вредност новца сматрају се фази величинама. Фази параметри су представљени троугластом расподелом вероватноће. Затим аутори замењују фази циљну функција са три детерминистичке функције са следећим циљевима: минимизација трошкова, максимизација могућности постизања најнижих трошкова, и минимизација ризика од појаве високих трошкова.

Reynoso и остали (2002) предлажу MRP^{II} приступ заснован на теорији фази скупова. Овај приступ, назван F-MRP (Фази-MRP), прави разлику између неизвесне и непрецизне потражње и узима оба у обзир. Потражња је неизвесна ако је њена појава неизвесна, док је потражња непрецизна онда када обим потражње није тачно одређен.

Mula (2006a) пружа нови модел линеарног програмирања, назван MRPD_{et}, за средњерочно планирање производње у MRP са ограниченим капацитетом за вишестепено, вишенаменско, вишепериодно производно окружење. Затим је овај модел трансформисан у 15 фази модела заснованих на различитим приступима фази математичког програмирања, где се коефицијенти трошкова у циљној функцији, тржишна потражња, потребан капацитет и расположиви капацитет могу узети у обзир (у зависности од сваког појединачног модела) као променљиве. Коначно, модели су тестирани са стварним подацима произвођача аутомобилских седишта.

2.3.4 Управљање залихама

Kasprzyk и Staniewski (1982) прихватају проблем контроле залиха на бесконачном временском хоризонту. Систем инвентара представљен је као фази систем, са фази нивоима залиха, улазним и излазним подацима. Аутори развијају алгоритам који одређује оптималну стратегију за одређивање надокнаде постојећих нивоа залиха.

Park (1987) проучава модел економске количине нарудбине (ЕОК) из перспективе теорије фази скупова. Трошкови порудбина и залиха моделују се трапезоидним фази бројевима. Аутор предлаже правила за претварање фази информација о трошковима у прецизни улазни податак за ЕОК модел.

Hoјати (2004) преко симулација упоређује резултате Lowe и Schwarz (1983) ЕОQ модела, заснованог на пробабилстичким параметрима и Vuјoseviћ и остали(1996) ЕОQ модела са фази параметрима.

Porter и остали (1995) развијају генетски алгоритам за решавање проблема залиха, производње и дистрибуције. Циљ је одредити оптималну количину залиха, обим производње и транспорт како би се смањили укупни трошкови система.

Samanta и Al-Araimi (2001) предлажу модел заснован на фази логици за контролу залиха. Модел обухвата периодичну ревизију инвентара са варијабилном количином порудбина. Управљачки модул комбинује фази логику са PID (пропорционални, интегрални и диференцијални) регулатором. Овај модел симулира систем подршке у одлучивању за одржавање количине финалног производа на жељеном нивоу, узимајући у обзир варијације потражње и динамику производног система.

2.3.5 Планирање ланца снабдевања

Petrović и остали (1998, 1999) описују фази моделовање и симулацију ланца снабдевања у неизвесном окружењу. Њихов циљ је да се одреди ниво залиха и количина порудбина за сваки инвентар на ограниченом временском хоризонту да би се добио постигао прихватљив перформанс испоруке уз оправдане укупне трошкове за читав ланац снабдевања. Потражња купца и екстерна понуда сирових материјала су представљени фази скуповима.

Петровић (2001) развија симулациони алат, SCSIM, за анализу понашања ланца снабдевања и перформанси у присуству неизвесности, моделованих помоћу фази скупова.

Фох и остали (2000) представљају две апликације: координацију тима у виртуелном предузећу и анализу механизма координације за суочавање са неочекиваним догађајима који ометају операције у ланцу снабдевања. Ланац снабдевања виде као систем интелигентних агенаса, где је сваки од њих одговоран за једну или више активности и интеракција са другима у планирању и извршавању у складу са својим одговорностима.

Конзорцијум за интегрисано интелигентно планирање и извршење производње (SIMPLEX) формиран је да би се развило окружење за интелигентно интегрисано планирање и извршење производње, где би се производни планови могли заснивати на информацијама о капацитету у реалном времену, као и да се формира отворена апликација која ће омогућити производњу софтвера за доношење интегрисаних решења за планирање-извршење (Chu и остали, 2000).

2.4 Симулациони модели

2.4.1 Збирно планирање (агрегатно)

Thompson и Davis (1990) и Thompson и остали (1993) представљају интегрисани приступ за моделовање неизвесности присутне у агрегатном планирању производње. Они формулишу модел линеарног програмирања у којем су неизвесност трошкова, капацитета, рока производње и испоруке и потражње, моделовани користећи Монте Карло технику симулације. Процењују шест производних стратегија без процеса раздвајања.

2.4.2 Планирање потреба за материјалом

Callarman и Hamrin (1983) упоређују динамичка правила за одређивање величина производних серија за производе са независном потражњом у једностепеном MRP систем. Аутори проучавају три методе: EOQ, Wagner–Whitin и PPB. Аутори закључују да је PPB поступак најбољи за димензионисање серија у једностепеном систему инвентара са неизвесном потражњом. Аутори моделују неизвесност потражње помоћу расподеле вероватноће.

De Bodt и Wassenhove (1983) проучавају доношење одлука у вези са одређивањем величине производне серије, сигурносним залихама и утицају трошкова у једностепеном MRP окружењу са неизвесношћу у потражњи и дугорочним планирањем. Аутори показују да грешке прогнозе имају важан ефекат на релативне трошкове димензионисања серија и одлуке по питању сигурносних залиха, као и да су разлике у процењеним трошковима значајне за различите технике у случају погрешних предвиђања. Такође, њихови резултати показују да су политика сигурносних залиха и политика величине производне серије, важне за компаније које користе MRP у неизвесном окружењу.

Grasso и Taylor (1984) испитују утицај оперативне политике на MRP систем са неизвесним роковима завршетка процеса производње и испоруке. Њихов приступ моделовању симулација проучава утицај четири фактора на укупне трошкове: варијабилност рокова завршетка процеса производње и испоруке, количина сигурносних залиха, сигурносна времена завршетка процеса производње и правила за димензионисање производних серија.

John (1985) говори о трошку продужених рокова завршетка производње и испоруке у MRP систему.

Аутор користи симулациони модел са неколико стохастичких параметара потражње и времена испоруке. Студија показује да је неопходно смањити времена завршетка процеса и испоруке, како се не би генерисали повећани трошкови.

Melnyk и Piper (1985) предлажу методу за предвиђање неизвесности код водећег времена које произилази из коришћених метода за насумичну потражњу. Аутори су утврдили водеће време као просечну вредност претходних водећих времена, утврђују планирана времена испоруке према просечној вредности времена испоруке.

Marlin (1986) развија модел са стохастичком симулацијом за MRP систем производње појединачних ентитета. Модел, изведен помоћу SIMSCRIPT II.5, затвара петљу између пуштања захтева путем MRP-а и извршења захтева за производну линију и екстерне добављаче. Модел симулира две врсте неизвесности потражње: обим и датум испоруке. За изражавање неизвесности у обиму потражње, Marlin користи Hegseth-ов (1984) фактор приноса.

Carlson и Yano (1986) истражују MRP систем са дугорочним планирањем (rolling horizon – дугорочни план, годишњи хоризонт који се ажурира у складу са текућом ситуацијом) и неизвесном потражњом. Аутори претпостављају да се грешке у предвиђању равномерно расподељују. Развијају хеуристичку методу и показују да постоји значајан пораст трошкова при одређивању величине серије, изазваних неочекиваним, ужурбаним припремама и да сигурносне залихе на ниову компоненти смањују потребу за журбом, па стога доприносе ефикасношћу.

Kurtulus и Pentico (1988) проширују приступ преко фактора приноса (Hegseth, 1984) кроз симулацију у MRP окружењу.

Anderson and Lagodimos (1989) разматрају проблем предвиђања нивоа услуге у једностепеном MRP систему, где је обим потражње неизвестан. Аутори развијају аналитички израз за оцену нивоа услуге у make-to-stock окружењима и проучавају на који начин количина сигурносних залиха утиче на ниво услуге.

Kadipasaoglu and Sridharan (1997) развијају симулационе моделе за проучавање нестабилности MRP система. Циљ ових експеримената је да анализа утицај параметара процеса (величина серије, текуће планирање, итд.) на извршење MRP-а у неизвесном окружењу. Један од предложених приступа решавању овог проблема је да се одређени периоди MPS зауставе/замрзну.

Затим, Хие и остали (2003) истражују перформансе параметара заустављања MPS-а у једностепеним, вишенаменским системима са ограничењем једног ресурса под неизвесношћу потражње.

2.4.3 Планирање капацитета

Wilhelm (2000) представља динамичан и континуиран модел производње који се назива контрола аутоматске производње, заснована на методама теорије управљања. Циљ је развити контролу преко повратних информација за планирање капацитета са дефинисаним контролним и референтним величинама на основу логистичких циљева. Програм је тестиран преко симулација са подацима од добављач ауто-делова.

2.4.4 Планирање производних ресурса

Huang и остали (1982) развијају симулациони модел за имплементацију основну логику MRP-а у производном процесу, користећи Q-GERT симулацију и језик за мрежно моделовање. Циљ је пружити потребне информације за планирање капацитета и потребног материјала, као и за контролу производног процеса под неизвесношћу. Симулациони модел даје одговоре на питања у вези са производним одлукама сваког постројења, производним капацитетом и роковима испоруке у циљу да задовољи дефинисану потражњу финалног производа. Huang и остали (1985) проширују симулациони модел базиран на теорији редова са Q-GERT симулацијом која интегрише MRP са контролисаним постројењем у производни процес и сумира све симулационе моделе у односу на (1) врсту неизвесности, (2) тему истраживања и (3) детаље приступа.

Мула и остали (2006b) су на основу систематског истраживања постојеће научно-стручне литературе модела неизвесности у планирању производних процеса утврдили да је највише

коришћена метода је метода аналитичког моделовања и стохастичко програмирање. У случају динамичког програмирања, утврдили су да примену неколико модела који су углавном били теоретски. Већина аналитичких модела проучава само једну врсту неизвесности и претпостављена је једноставна структура производног процеса. За сложеније процесе, са много различитих коначних производа и више врста неизвесности, аналитичка приступ се замењује методологијама заснованим на вештачкој интелигенцији и симулацијама.

Иако се у многим радовима користе симулациони приступи да би се моделовала неизвесност, постоји врли број случајева чије је истраживање фокусирано на упоредну оцену предности и мана различитих типова симулација.

Поред важности модела са вештачком интелигенцијом, модели засновани на теорији фази скупова представљају атрактиван алат за помоћ у истраживању управљања производњом.

На крају, систематику употпуњују концептуални модели са различитим приступима. Иако је прегледан велики обим литературе о моделовању планирања производње под неизвесношћу, утврђена је потреба за даљим истраживањима:

(1) истраживање нових приступа моделовању неизвесности. Немогуће је потпуно уклонити неизвесност из ланца снабдевања, као и из сваког појединачног дела ланца снабдевања (Mula и остали, 2005).

Проблеми оптимизације у контексту планирања производње у ланцу снабдевања, под неизвесном условима су, генерално, врло комплексни проблеми. Из тог разлога, потребно је развити нове приступе за планирање и контролу производње за управљање неизвесношћу унутар сваке компаније у ланцу снабдевања. То се исто може ланцима снабдевања који функционишу у неизвесним окружењима за постизање агилности.

За ова истраживања, модели засновани на вештачкој интелигенцији изазивају посебно интересовање практиканата како би се решио проблеми планирања производње под неизвесношћу. Према нашем ставу, теорија фази скупова је одговарајућа методологија са којом се може постићи велики напредак у тренутним системи за планирање производње (Mula и остали, 2006b);

- (2) развој нових модела који садрже додатне изворе и врсте неизвесности, као што су рокови испоруке, време транспорта, неизвесност квалитета, отказ производног система и промене у структури производа итд. будући да модели са неизвесном потражњом имају већи значај у поређењу са другим врстама неизвесности;
- (3) истраживање укључивања свих врста неизвесности на интегрисан начин;
- (4) развој емпиријских радови који упоређују различите приступе моделовању са стварним студијама случаја;
- (5) развој упоредне анализе постојећих модела за различите производне системе.

2.5 Стратешко и тактичко планирање производних ресурса

Bihlmaier и остали (2009) разматрали су проблем стратешког и тактичког планирања капацитета у условима неизвесности код захтева међу производним мрежама произвођача у аутомобилској индустрији. Аутори наводе да су неопходна висока улагања у производне погоне у аутомобилској индустрији, тако да степен коришћења капацитета директно утиче на фиксне трошкове. Неизвесност у погледу потражње на трижишту излаже ове произвођаче високом ризику пословања. Стратешке одлуке у аутомобилској индустрији углавном се односе на будућа тржишта. У том смислу, с обзиор на присутност неизвесности приликом стратешког планирања капацитета за будућа тржишта, веома је битно одредити неизвесне величине нпр: тражња, тржишна цена, животни циклус производа и сл.

Након утврђивања променљивих код којих је пристуна неизвесност, аутори наводе даље да је неопходно утврдити опсег, односно границе у којима се те величине могу налазити. У свом истраживању Bihlmaier и остали (2009) разматрали су случај када је неизвесност присутна у погледу потражње, а опсег је дефинисан преко дискретне расподеле вероватноће. Аутори су у погледу стратешких одлука претпоставили да се постављају питања где отворити или затворити нова производне погоне, где производити који производ и одакле допремати до купца за сваки временски период. Капацитети производних линија су фиксни. Временски хоризонт планирања односи се на један животни циклус за сваки производ (рачуна се отприлике да је у аутомобилској индустрији 5-7 година живодни циклус једног производа). За краткорочно планирање узима се период од годину дана.

Нека су:

P - низ производа

F - низ постојења (фабрика/производних линија)

S^f - низ капацитета

M - низ тржишта

T - низ временских периода

N - низ захтева за потражњом

W - низ смена

Параметри трошкова:

r_t - Каматна стопа за израчунавање вредности капитала у периоду t

k_{pf}^{PI} - Износ специфичне инвестиције за производ p , ако је производ p додељен постројењу f

k_{sf}^{KI} - Износ инвестиције за капацитета s , покренут у постојењу f

k_{psft}^{PV} - Променљиви производни трошкови производа p , у фази s , капацитету f и периоду t

k_{pft}^{PF} - Фиксни трошкови производа p , у постојењу f и периоду t

k_{sft}^{KF} - Фиксни трошкови капацитета за покретање капацитета s , у постојењу f и периоду t

$k_{pff't}^{TI}$ - Стопа трошкова за унутрашњи транспорт једне јединице производа p , од постојења f до постојења f' у периоду t

k_{pfmt}^{TE} - Стопа трошкова за спољни транспорт једне јединице производа p од постојења f до тржишта m у периоду t

k_{pmt}^{SF} - Опортунитетни трошкови због мањка једне јединице производа p на тржишту m и у периоду t

k_{sft}^{MIN} - Трошкови смањења капацитета у фази s , у постојењу f , за период t , коришћењем организационих инструмената од стране једне јединице (линеарна апроксимација)

k_{sft}^{MAX} - Трошкови повећања капацитета у фази s , у постојењу f , за период t , коришћењем организационих инструмената за једну целину (линеарна апроксимација)

2.5.1 Детерминистички модел

Стратешке и тактичке одлуке о токовима трошкова дате су засебно преко функција $ZF^S(t)$ и $ZF^T(t)$ респективно. Стратешке одлуке укључују инвестиције и фиксне трошкове. Одлуке на тактичком нивоу су у зависности од варијаблних трошкова, текућих трошкова и профита.

$$\min ZF = \sum_T \frac{ZF^S(t) + ZF^T(t)}{(1 + r_t)^t}$$

$$ZF^S(t) = \sum_P \sum_F (k_{pft}^{PI} y_{pft}^{PI} + k_{pft}^{PF} y_{pft}^{PA}) + \sum_S \sum_F (k_{sft}^{KI} y_{sft}^{KI} + k_{sft}^{KF} y_{sft}^{KA})$$

$$\begin{aligned} ZF^T(t) = & \sum_S \sum_F (k_{sft}^{MIN} x_{sft}^{MIN} + k_{sft}^{MAX} x_{sft}^{MAX}) \\ & + \sum_P \sum_S \sum_F k_{psft}^{PV} x_{psft}^P \\ & + \sum_P \sum_F \sum_{F'} k_{pff't}^{TI} x_{pff't}^{TI} \\ & + \sum_P \sum_F \sum_M k_{pfmt}^{TE} x_{pfmt}^{TE} \\ & + \sum_P \sum_M k_{pmt}^{SF} z_{pmt}^{SF} \end{aligned}$$

где је:

y_{pft}^{PI} - индикатор: 1 ако је алокација производа p у постројењу f покренута у периоду t ,
обратно 0

y_{pft}^{PA} - индикатор: 1 ако је производ p произведен у постројењу f у периоду t , обратно 0

y_{sft}^{KI} - индикатор: 1 ако је капацитет s , у постројењу f , покренут у периоду t , обратно 0

y_{sft}^{KA} - индикатор: 1 ако је капацитет s , у постројењу f , искључен у периоду t , обратно 0

x_{psft}^P - стварна ненегативна варијабла: количина производа p , произведена у постројењу f , у
периоду t , коришћењем капацитета s

$x_{pff't}^{TI}$ - стварна ненегативна варијабла: количина производа p , транспортована од постројења f
до постројења f' у периоду t (унутрашњи транспорт)

x_{pfmt}^{TE} - стварна ненегативна варијабла: количина производа p , транспортована од постројења f
до тржишта m у периоду t (спољашњи транспорт)

x_{sft}^{MIN} - стварна ненегативна варијабла: количина капацитета s у постројењу f који је смањен
организационим инструментима

x_{sft}^{MAX} - стварна ненегативна варијабла: количина капацитета s у постројењу f који је повећан
организационим инструментима

z_{pmt}^{SF} - стварна ненегативна варијабла: недостатак производа p , на тржишту m , у периоду t
уз ограничења:

$$y_{pft}^{PA} \leq \sum_{t' \leq t} y_{pft'}^{PI} \forall p, f, t$$

$$y_{pft}^{PA} \leq \sum_{t' \leq t} y_{pft'}^{PI} \forall p, f, t$$

$$\sum_S \sum_T y_{sft}^{KI} \leq 1 \forall f$$

2.5.2 Стохастички модел

Претходно изложен детерминистички модел планирања Bihlmaier и остали (2009) су проширили са стохатичким утицајима претпостављајући да су тражене количине производа неизвесне и да се могу изразити преко функције расподеле вероватноће. Проширењем детерминистичког модела, Bihlmaier и остали (2009) добили су двостепени стохастички, микс-интегер програм са фиксним комплетним ресурсе. Први степен одлучивања на стратешком нивоу остаје непромењен, док други степен одлучивања укључује функцију циља са очекиваним вредностима за сваки сценарио оптималне вредности Q_n . Скуп ограничења код стохастичког модела се разликује у односу на ограничења код детерминистичког модела у ограничењима која се односе на потражњу, тако што је код стохастичког модела додато сценарио-зависна променљива $d_{n\text{pmt}}$.

$$\min ZF^{\text{Залихе}} = \sum_T \frac{ZF^S(t)}{(1+r_t)^t} + \sum_N \rho_n Q_n(y^{PA}, y^{KA})$$

уз ограничења иста као и код претходно изложеног детерминистичког модела и придодатог ограничења у виду функције расподеле потражње за производима:

$$Q_n(y^{PA}, y^{KA}) = \min \sum_T \frac{ZF^T(t)}{(1+r_t)^t}$$

$$z_{pmt}^{SF} + \sum x_{pfmt}^{TE} \geq d_{n\text{pmt}} \forall n, p, m, t$$

2.6 Уопштен проблем планирања производње под интервалном неизвесношћу

Abass и остали (2010) разматрали су проблем планирања производње под интервалном неизвесношћу.

Нека су:

T – број временских интервала;

I – број предмета (сирових материјала или коначних производа);

K – количина ресурса;

a_{ik} – количина ресурса k по јединици производње предмета i ;

b_{kt} – количина ресурса k , доступна за време периода t ;

d_{it} – потражња i -тог предмета за време периода t ;

r_{it} – јединични приход за i -ти предмет за време периода t ;

cp_{it} – јединични варијабилни производни трошак за i -ти предмет за време периода t ;

cu_{it} – јединични трошак незадовољене потражње i -тог предмета за време периода t ;

cq_{it} – јединични трошак чувања залиха за i -ти предмет за време периода t ;

Уопштени проблем планирања производње, Abass и остали (2010) дефинисали су на следећи начин:

$$\max \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I [r_{it}(d_{it} - u_{it}) - cp_{it}p_{it} - cq_{it}q_{it} - cu_{it}u_{it}] \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I a_{ik}p_{it} \leq b_{kt} \quad k, t \quad (2)$$

$$q_{i,t-1} + p_{it} - q_{it} + u_{it} = d_{it} \quad i, t \quad (3)$$

$$p_{it}, q_{it}, u_{it} \geq 0 \quad i, t \quad (4)$$

Променљиве у одлучивању су:

p_{it} : обим производње i -тог предмета у периоду t ;

q_{it} : количина залиха i -тог предмета на крају временског периода t ;

u_{it} : количина незадовољене потражње i -тог предмета у периоду t ;

За горе дефинисан модел, претпостављен је линеарни однос између трошкова и времена, као и прихода и времена. Функција циља (1) максимизира приходе, умањене за трошкове производње, залиха и неуспешне продаје.

Релација (2) представља скуп ограничења ресурса. Производња је у сваком периоду ограничена доступношћу скупа заједничких ресурса. За јединичну производњу предмета i потребно је q_{it} јединица ресурса k , за $k = 1, 2, \dots, K$. Типични ресурси су: разне врсте опреме за рад, обраду и руковање материјалом. Формула (3) је скуп ограничења залиха.

Модел за оптимизацију проблема планирања производње који максимизирају приходе, умањене за трошкове чувања залиха и неуспешне продаје са интервалним бројевима, формулисан је на следећи начин:

$$\max \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T [r_{it}([d_{it}^L, d_{it}^R] - u_{it}) - cp_{it}p_{it} - cq_{it}q_{it} - cu_{it}u_{it}] \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^I a_{ik}p_{it} \leq [b_{kt}^L, b_{kt}^R] \quad k = 1, \dots, K, t = 1, \dots, T \quad (6)$$

$$q_{i,t-1} + p_{it} - q_{it} + u_{it} = [d_{it}^L, d_{it}^R] \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \quad (7)$$

$$p_{it}, q_{it}, u_{it} \geq 0 \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \quad (8)$$

где је $[b_{kt}^L, b_{kt}^R]$ интервални број који представља количину ресурса k , доступну у временском периоду t , док је $[d_{it}^L, d_{it}^R]$ је интервални број који представља потражњу i -тог предмета у периоду t ; Индекси L и R означавају доњу и горњу границу интервалног броја, респективно.

2.6.1 Оптимизациони приступ

На основу приступа који су предложили Jiang и остали (2008) за третирање интервалног броја, овде је развијен приступ за третирање неизвесности релација (5)-(8).

2.6.1.1 Третирање неизвесне функције циља

Нека је:

$$f(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it}) = \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T [r_{it}([d_{it}^L, d_{it}^R] - u_{it}) - cp_{it}p_{it} - cq_{it}q_{it} - cu_{it}u_{it}] \quad (9)$$

У интервалној математици, неизвесна функција циља (5), може бити трансформисана у два циљна проблема оптимизације:

$$m(f(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it})) = \frac{1}{2}(f^R(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it}) + f^L(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it})) \quad (10)$$

$$w(f(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it})) = \frac{1}{2}(f^R(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it}) - f^L(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it})) \quad (11)$$

где се m назива *средња вредност* (midpoint value), w се назива *пречник интервалног броја*, док су две функције f^L и f^R дефинисане на следећи начин:

$$f^L(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it}) = \min_{d \in D} f(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it}) \quad (12)$$

$$\text{и } f^R(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it}) = \max_{d \in D} f(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it}) \quad (13)$$

где је $d \in D = \{d | d^L < d < d^R\}$.

2.6.1.2 Третирање ограничења неизвесности

Ниво вероватноће интервалног броја представља извесну меру у којој је један број већи или мањи од другог [17]. Скуп ограничења неједнакости (6) може да се запише као:

$$-\sum_{i=1}^I a_{ik} p_{it} \geq -[b_{kt}^L, b_{kt}^R] \quad k, t \quad (14)$$

Нека је:
$$x = -\sum_{i=1}^I a_{ik} p_{it} \quad (15)$$

као у линеарном интервалном програмирању [18], ограничење неједнакости може бити задовољено нивоом степена вероватноће и могуће је формулисати детерминистичку неједнакост користећи степен вероватноће $P_{x \geq -[b_{kt}^L, b_{kt}^R]}$:

$$P_{x \geq -[b_{kt}^L, b_{kt}^R]} = \begin{cases} 0 & x < -b_{kt}^L \\ \frac{x+b_{kt}^L}{-b_{kt}^R+b_{kt}^L} & -b_{kt}^L \leq x < -b_{kt}^R \\ 1 & x \geq -b_{kt}^R \end{cases} \quad (16)$$

где је $P_{x \geq -[b_{kt}^L, b_{kt}^R]} \geq \lambda_{kt}$ степен вероватноће k -ог ограничења и $0 \leq \lambda_{kt} \leq 1$ је унапред одређени ниво степена вероватноће.

Ограничење једнакости (7) може бити трансформисано у следећи облик:

$$d_{it}^L \leq q_{i,t-1} + p_{it} - q_{it} + u_{it} \leq d_{it}^R \quad (17)$$

која може да се запише као:

$$q_{i,t-1} + p_{it} - q_{it} + u_{it} \geq d_{it}^L \text{ и } q_{i,t-1} + p_{it} - q_{it} + u_{it} \leq d_{it}^R$$

где је $i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T$ (18)

2.6.1.3 Детерминистички облик једначина (5) – (8)

Линеарна комбинација метода [19,20] је прихваћена са вишециљном оптимизацијом. У вишециљној оптимизацији, примена методе линеарне комбинације за интеграцију функције циља је релативно лако, под условом да су доступни параметри функције циља. Уз горе наведено третирање релација (5) - (8), добија се следећи детерминистички облик:

$$\max [c_1 m (f(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it})) + c_2 w m (f(p_{it}, q_{it}, u_{it}, d_{it}))] \quad (19)$$

$$b_{kt}^L - \sum_{i=1}^I a_{ik} p_{it} \geq \lambda_{kt} (b_{kt}^L - b_{kt}^R) \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \quad (20)$$

$$q_{i,t-1} + p_{it} - q_{it} + u_{it} \leq d_{it}^R \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \quad (21)$$

$$q_{i,t-1} + p_{it} - q_{it} + u_{it} \geq d_{it}^L \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \quad (22)$$

$$c_1, c_2 \geq 0 \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \quad (23)$$

$$p_{it}, q_{it}, u_{it} \geq 0 \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \quad (24)$$

2.6.1.4 Параметарски облик једначина (19)-(24)

Претпоставимо да је λ_{kt} параметар. Нека $G(\lambda)$ буде простор одлучивања за једначине (19) – (24) дефинисан као:

$$G(\lambda) = \{(p_{it}, q_{it}, u_{it}) \in R^{3IT}, i, t \mid \text{задовољава скуп ограничења (20)-(24)}\} \quad (25)$$

У наставку биће дати неки основни појмови за описивање једначина (19)-(24). Такви појмови су скуп изводљивих параметара, скуп решивости и скуп стабилности прве врсте [13,21].

Скуп изводљивих параметара

Скуп изводљивих параметара једначина (19)-(24) који се записује као U , је дефинисан:

$$U = \{\lambda_{kt} \in R^{KT}, k, t \mid G(\lambda) \text{ није празан скуп}\} \quad (26)$$

Скуп решивости

Скуп решивости једначина (19)-(24) који се означава са V , дефинише се као:

$$V = \{\lambda_{kt} \in U, k, t \mid \text{Једначине (19) – (24) имају оптимално решење}\} \quad (27)$$

Скуп стабилности прве врсте

Претпоставимо да $\lambda^* \in V$ уз одговарајуће оптимално решење (p^*, q^*, u^*) једначина (19)-(24).

Скуп стабилности прве врсте једначина (19)-(24) се обележава као $S(p^*, q^*, u^*)$ и дефинише се као:

$$S(p^*, q^*, u^*) = \{\lambda^* \in V \mid (p^*, q^*, u^*) \text{ је оптимално решење једначина (19) – (24)}\} \quad (28)$$

2.6.1.5 Одређивање скупа стабилности прве врсте

Посматрајући једначине (19)-(24), пишемо Лагранжову функцију:

$$\begin{aligned}
 LF = Z - \Theta_{kt} & \left(b_{kt}^L - \sum_{i=1}^I a_{ik} p_{it} - \lambda_{kt} (b_{kt}^L - b_{kt}^R) \right) \\
 & - \alpha_{it} (-q_{i,t-1} - p_{it} + q_{it} - u_{it} + d_{it}^R) \\
 & - \beta_{it} (q_{i,t-1} + p_{it} + q_{it} + u_{it} - d_{it}^L) \\
 & - \phi_{it} p_{it} - \psi_{it} q_{it} - \eta_{it} u_{it}
 \end{aligned} \tag{29}$$

где је:

$$\begin{aligned}
 Z = \frac{1}{2} c_1 \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T (r_{it} (d_{it}^R - u_{it}) - c p_{it} p_{it} - c u_{it} u_{it} + r_{it} (d_{it}^L - u_{it}) - c p_{it} p_{it} - c q_{it} q_{it} - \\
 c u_{it} u_{it}) + \frac{1}{2} c_2 \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T (r_{it} (d_{it}^R - u_{it}) - c p_{it} p_{it} - c u_{it} u_{it} - r_{it} (d_{it}^L - u_{it}) + c p_{it} p_{it} + \\
 c q_{it} q_{it} + c u_{it} u_{it})
 \end{aligned} \tag{30}$$

Kuhn–Tucker-ови неопходни услови оптималности који одговарају овом проблему ће узети следећу форму:

$$\frac{\partial LF}{\partial p_{it}} = 0$$

$$\frac{\partial LF}{\partial u_{it}} = 0$$

$$\frac{\partial LF}{\partial q_{it}} = 0$$

$$i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \tag{31}$$

$$\alpha_{it} (-q_{i,t-1} - p_{it} + q_{it} - u_{it} + d_{it}^L) = 0 \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \tag{32}$$

$$\beta_{it} (q_{i,t-1} + p_{it} + q_{it} + u_{it} - d_{it}^R) = 0 \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \tag{33}$$

$$\Theta_{kt} (b_{kt}^L - \sum_{i=1}^I a_{ik} p_{it} - \lambda_{kt} (b_{kt}^L - b_{kt}^R)) = 0 \quad k = 1, \dots, K, t = 1, \dots, T \tag{34}$$

$$\phi_{it} p_{it} = 0 \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \tag{35}$$

$$\psi_{it} q_{it} = 0 \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \tag{36}$$

$$\eta_{it} u_{it} = 0 \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \tag{37}$$

$$q_{i,t-1} + p_{it} - q_{it} + u_{it} - d_{it}^L \geq 0 \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \tag{38}$$

$$q_{i,t-1} + p_{it} - q_{it} + u_{it} - d_{it}^R \geq 0 \quad i = 1, \dots, I, t = 1, \dots, T \tag{39}$$

$$\alpha_{it}, \beta_{it}, \phi_{it}, \theta_{it}, \psi_{it}, \eta_{it} \geq 0 \quad (40)$$

где су $\alpha_{it}, \beta_{it}, \phi_{it}, \theta_{it}, \psi_{it}, \eta_{it}$ i, k, t Лагранжови мултипликатори. Све релације у горњем систему су изведене у оптималној тачки решења скупа (19)-(24).

2.7 Утврђивање оптималног плана производње применом фази линеарног програмирања (ФЛП)

У данашњем изузетно променљивом и конкурентном пословном окружењу у којем послују производна предузећа, руководиоци производње су усредсређени на дефинисање нових стратегија управљања и унапређење производних процеса. Најважнији предуслов за дефинисање адекватног побољшања стратегије управљања је јасно разумевање квалитета производног процеса (Lohrmann и Reichert, 2013.). Примена ових стратегија треба да, с једне стране, омогући дугорочну одрживост и да у исто време смањи губитке који могу да настану у процесу производње, као што су прекомерна производња, залихе, непотребно чекање итд. На основу праксе управљања производњом, добро је познато да је одређивање плана оптималне производње једна од најважнијих стратегија управљања. То је разлог зашто је у последњих неколико деценија разматрани проблем постао важна област истраживања и за индустрију и за академску заједницу.

План оптималне производње треба тако да се одреди да његово спровођење оствари највећи профит поштујући ограничења која укључују: испуњавање захтева купаца и коришћење капацитета производне опреме. Тип циљне функције и број ограничења одређују избор плана оптималне производње који треба да направе руководиоци производње. Тако постављени проблем може да се реши применом прецизних метода оптимизације. Широко коришћена метода је линеарно програмирање (ЛП), (Vidal и Goetschalckx, 2001). Проблем постаје знатно сложенији ако уведемо реалистичну претпоставку да разматрани параметри задатка ЛП нису мерљиви. Реалистичнијим приступом се чини употреба језичких процена уместо бројчаних вредности. Неизвесне и непрецизне вредности параметара могу да се опишу језичким варијаблама које је увео (Задех, 1977). Моделовање неизвесних и непрецизних параметара и ограничења може да се заснива на теорији фази скупова (Dubois и Prade, 1980; Zimmermann, 2001).

У условима брзих и сталних промена у окружењу, реалистично је увести претпоставку да се неки параметри описују неизвесним бројевима. У овим случајевима, проблем (математички задатак) из стварног света треба да се формално наведе као фази ЛП (ФЛП) са неизвесним параметрима. У литератури (Ebrahimnejad и Tavana, 2014), модели ФЛП-а би могли да се разврстају у следећих шест група, са проблемима (математичким задацима) ФЛП-а који укључују: (1) фази бројеви за варијабле одлуке и десне граничне вредности, (2) фази бројеви за коефицијенте варијабла одлуке у циљној функцији, (3) фази бројеви за коефицијенте

варијабла одлуке са ограничењем и десне граничне вредности, (4) фази бројеви за варијабле одлуке, коефицијенти варијабла одлуке у циљној функцији и десне граничне вредности, (5) фази бројеви за коефицијенте варијабла одлуке у циљној функцији, коефицијенти варијабла одлуке са ограничењем и десне граничне вредности, и (6) тзв. проблеми потпуног ФЛП (ФФЛП) који укључују фази бројеве за варијабле одлуке, коефицијенте варијабла одлуке у циљној функцији, коефицијенте варијабла одлуке са ограничењем и десне граничне вредности. Познато је да крисп број може да се представи као фази број (Dubois и Prade, 1980), тако да се може сматрати да првих пет типова проблема (задатака) ЛП-а представљају посебне случајеве ФФЛП.

Решавање проблема (задатка) ФЛП укључује два главна проблема, изводљивост и оптималност, па је стога неопходно да се одговори на два питања: (1) Како дефинисати изводљивост вектора одлуке x , када ограничења укључују фази бројеве (2) Како дефинисати оптималност за циљне функције са фази коефицијентима. У модел ФЛП се уводе многе нове методе које омогућавају да се ФЛП што је могуће више уклопи у стварни свет.

Ова метода се широко користи за решавање различитих проблема у многим областима истраживања, на пример у прехранбеној индустрији (Guneу и остали, 2016), гасној индустрији (Теке и Guneу, 2016), области рециклаже (Тадић и остали, 2016; Тадић и остали, 2018), области транспорта (Kaur и Kumar, 2014), итд.

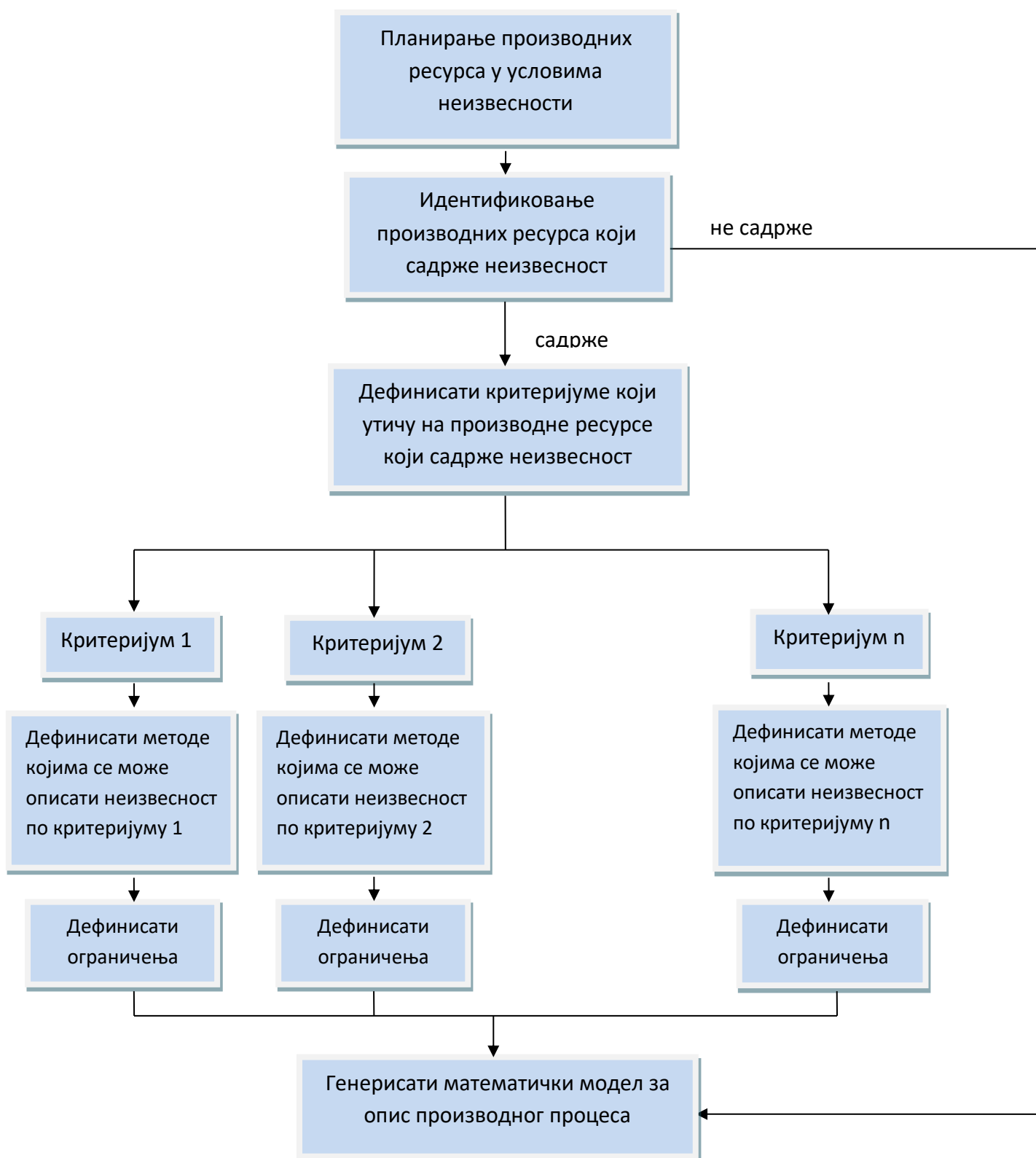
3. ДЕФИНИСАЊЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПЛАНИРАЊА ПРОИЗВОДНИХ РЕСУРСА У УСЛОВИМА НЕИЗВЕСНОСТИ

3.1 Глобална шема методолошких корака

У овом поглављу докторске дисертације изложена је методологија за унапређење процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности.

У циљу доказивања полазних хипотеза, постављених кроз поставку истраживања предметне докторске дисертације, узете су у обзир следеће претпоставке неопходне за као смернице за процес генерисања методолошких корака:

- производне ресурсе у предузећу чине: машински ресурси, материјални ресурси и кадровски ресурси. Наведени производни ресурси представљају унутрашње чиниоце предузећа, а неизвесност присутна приликом планирања наведених производних ресурса може потицати од екстерних фактора као што су обим тражње, правна и/или законска регулатива, ванредне ситуације идр.
- неизвесност може бити присутна у процесу планирања код једног или више производних ресурса,
- присутна неизвесност код идентификованих производних ресурса може се изразити на квалитативан или квантитативан начин.
- разматра се питање да ли присутна неизвесност код одређеног производног ресурса утиче на неизвесност код осталих производних ресурса - односно неопходно је идентификовати међузависности,
- планирање производње - планирање производних ресурса- разграничити појмове
- планирање на ком временском нивоу - временска димензија, хијерархијском нивоу - структурална димензија, хоризонтално/вертикално интегрисање.



Слика 3.1. Глобална шема методолошких корака за планирање производних ресурса у условима неизвесности

Глобална шема методолошких корака дата је на слици 3.1 у којој се наводи да је за планирање производних ресурса у условима неизвесности неопходно превасходно извршити идентификацију производних ресурса у којим егзистира неизвесност, а затим разврстати производне ресурсе на оне у којима неизвесност приликом планирања мора да се узме у обзир и оне који немају елементе неизвесности.

За идентификоване производне ресурсе код којих је присутна неизвесност у процесу планирања, неопходно је дефинисати критеријуме у којима је неизвесност исказана. На пример у процесу набавке репроматеријала евидентирана је стохастичка функција у погледу набавке одређеног репроматеријала и надаље само за тај репроматеријал генеришемо функцију расподеле вероватноће набавке посматраног репроматеријала.

Дефинисање критеријума код планирања производних ресурса омогућава нам да сагледамо све аспекте у којима је присутна неизвесност у процесу планирања посматраног производног ресурса у условима неизвесности.

Следећи корак у пројектовању методологије истраживања односи се на дефинисање методе путем које се неизвесност може укључити у процес планирања и на тај начин поступак планирања производних ресурса приближити реалном моделу. Код појединих производних ресурса неизвесност је могуће укључити путем вероватноће појаве одређеног догађаја. У другим случајевима, у процесу планирања производних ресурса, неизвесност можемо исказати путем оцене ризика, лингвистичким изразима, фази логиком и слично. У зависности од дефинисаних критеријума и расположивих метода (изложених у прегледу постојеће стручне литературе) бирамо адекватан модел за математички опис планирања посматраног производног ресурса у условима неизвесности.

С обзиром да је у пројектованој методологији за планирања производних ресурса у условима неизвесности предвиђено дефинисање критеријума, неопходно је да се надаље критеријуми представе као функције циља, односно циљне функције и да се размотри како ће се математички ове функције представити.

У даљем истраживању у докторској дисертацији процена параметара циљне функције споводи се фази матрицом поређења у паровима (аналогно фази аналитичком хијерархијском процесу) (ФАХП). Метода ФАХП се широко користила у различитим областима истраживања. Елементи ове фази матрице се описују троугаоним фази бројевима типа 1

(ТФН), аналогно (Нестић ет ал, 2019). Одређивање неизвесности ФАХП се врши помоћу методе анализе обима (Chang, 1996).

У научно-стручној литератури не постоје истраживачки радови који обрађују комбиновање ФЛП и неке друге методе. У пракси, вредности неизвесних параметара треба да се добију коришћењем одговарајућих метода, као што су стручна експертиза (Dong, и остали, 2019; Wu, и остали, 2019), статистичким методама (Mi Zhou, и остали, 2019), ФАХП, итд.

У овом раду, разматрани проблем може да се подели у две фазе. У првој фази, вредности коефицијената циљне функције се одређују помоћу ФАХП-а. У другој фази се налази оптимално решење ФЛП-а. Може се претпоставити да је добијено решење, дато применом поменутих метода, донекле ограничено субјективним мишљењима доносилаца одлука.

Одређивање материјалног тока у различитим доменима треба да се третира као проблем ФЛП, што је у складу са класификацијом датом у (Ebrahimnejd и Tavana, 2014), и може да се сврста у првих пет група. Ови проблеми се решавају коришћењем различитих метода. Радови су анализирани у наставку.

Тадић и други (2018) су разматрали проблем утврђивања оптималних кретања отпада у обрнутом ланцу снабдевања. Циљна функција је максимизација укупног профита која се израчунава као приход остварен продајом рециклираних производа умањен за трошкове настале из складиштења отпада, саме рециклаже и трошкова набавке. Распољивост капацитета опреме за рециклажу и располољивост отпада у посматраном временском периоду представља ограничења предложеног ФЛП-а. Коефицијенте циљне функције оцењују доносиоци одлука, а моделују их ТФН. Оптимално кретање отпада се добија применом концепта једнаких могућности и описује фази бројевима.

Проблем одређивања оптималних количина производње у прехранбеној индустрији (Guneует и остали, 2016) и индустрији за узгој и прераду живинског меса (Теке и Guneу, 2016) се наводи као ФЛП са неизвесном десном страном (једначина). Ови аутори предлажу да се све постојеће неизвесности адекватно опишу ТФН-ом. Оптимално решење се даје коришћењем Zimermanovог поступка (Lee и Wen, 1996). Одређивање оптималних кретања у обрнутом ланцу снабдевања се формално описује билинеарним фази моделом у (Тадић и други, 2016) (аналогно Vidalu и Goetschalckx-у, 2001). Циљна функција се дефинише као максимизација нето профита пре плаћања пореза. Направљена ограничења су повезана са

тржишним условима и укупним трошковима рециклаже. Укупни трошкови који укључују билинеарни израз означавају се као множење кретања материјала и трансферне цене. Десне граничне вредности се описују ТФН-ом.

Преформулисање предложеног модела се врши апроксимацијом као што је предложено у Vidal и Goetschalckx, (2001). Оптимални протоци се проналазе применом принципа оптималности (Darby-Dowman и остали, 1988). У Azadeh и други (2015), проблем процене и оптимизације природног ланца снабдевања се наводи као ФЛП са више циљева и више периода. Прва и друга циљна функција се односе на смањење економских трошкова у читавом ланцу снабдевања и трошкова емисије стакленичких гасова у ланцу снабдевања. Скуп ограничења се састоји од процента ограничења у испуњењу различитих захтева купца, улазног/излазног салда и осигурање континуитета протока гаса у ланцу снабдевања. Коефицијенти циљне функције и десне стране се описују ТФН-ом типа 1. ФЛП који је предложен у овом раду се претвара у ЛП тако да се све постојеће неизвесности замењују својим проширеним вредностима (аналогно приступу вероватноћи). Оптимално решење се може добити коришћењем симплекс методе.

Ebrahimnejd и Tavana (2014) су анализирали ФФЛП са неизвесним коефицијентима циљне функције и десне вредности се представљају симетричним трапезоидним фази бројевима, док се елементи матрице описују реалним бројевима. Сваки фази број у разматраном ФЛП-у је замењен својим еквивалентом. На овај начин, наведени ФЛП се претвара у еквивалентни крисп ЛП. Решавање добијеног проблема ЛП-а се заснива на стандардној методи. Као што је познато, решење проблема ЛП-а је крисп број. Аутори су користили однос између крисп и фази проблема да би добили фази решење за разматрано ФЛП.

Jimenez и остали (2007) предлажу нову методу за проналажење оптималног решења ФЛП-а са фази параметрима. Предложена метода се реализује у два корака. У првом кораку, сви фази коефицијенти циљне функције се замењују својим очекиваним вредностима и оне су крисп. Ограничења разматраног ФЛП-а са матрицом фази коефицијената и фази десним странама се трансформишу у линеарне неједнакости коришћењем поступка за поређење два фази броја, као што је представљено у (Jimenez, 1996). На овај начин, разматрани ФЛП се претвара у ЛП са параметром α . Коришћењем симплекс методе, проналази се оптимално решење са прихватљивим α . Вредности варијабла одлуке су крисп бројеви, а вредност циљне функције зависи од вредности α и описују их ТФН. У другом кораку се израчунава степен

задовољења фази циља са сваким оптималним решењем са прихватљивим α . Разумно решење је оно које има највећи степен чланства у овом фази подскупу.

Bhatia и Kumar(2012) су разматрали проблем ФФЛП са фази параметрима који је моделован ЛР флат фази бројевима и крисп варијаблама одлуке. Наведени ФЛП се трансформише у ФЛПА где се варијабле одлуке такође моделују ненегативним ЛР флат фази бројевима. Циљна функција и скуп ограничења ФЛПА се дају у складу са правилима фази алгебре (Dubois и Prade, 1980). Коришћењем индекса рангирања (Yager, 1981), ФЛПА се претвара у ЛП. Оптимално решење датог ЛП-а може да се израчуна коришћењем симплекс методе. Фази оптимално решење ФЛП-а се проналази применом поступка развијеног у овом раду.

Неки радови уводе претпоставку да све параметарске варијабле и варијабле одлуке имају непрецизне вредности и да их треба описати фази бројевима. Према (Ebrahimnejd и Tavana, 2014), овакви проблеми се називају потпуно ФЛП и означавају се као ФФЛП а нека ФФЛП-а ће бити укратко описана. Lofti и остали (2009) расправљају о ФФЛП-у чији су сви параметри и варијабле одлуке асиметрични троугаони фази бројеви претворени у крисп вредности применом посебног дефазификованог поступка. Када се примењује лексикографско правило, разматрани проблем се претвара у два ЛП модела. Циљна функција ЛП-а се дефинише као максимизација за центар обрађеног ФФЛП-а. Други проблем ЛП-а се формално представља као фазификован проблем. Примењивањем посебног рангирања на фази бројеве, наведени ФФЛП се претвара у МОЛП. У (Pandian, 2013), обрађени проблеми ФФЛП-а, сви неизвесни параметри, као и варијабле одлуке описују се ТФН-ма типа 1. Овај модел се трансформише у модел линеарног програмирања са више циљева (МОЛП) из датог ФФЛП-а. Конструисан МОЛП може да послужи доносиоцима одлука тако што ће на једноставан и ефикасан начин пружити најбоље одговарајуће решење за разне ЛП моделе који имају фази бројеве и варијабле одлуке. Коришћењем поступка (Pandian, 2012) може се произвести ефикасно решење МОЛП-а. Аутор је у овом раду доказао да добијено решење МОЛП-а даје оптимално фази решење за ФФЛП.

Најафи и остали (2013) су предложили нову методу за решавање ФФЛП-а са ненегативним и неограниченим варијаблама одлуке и неизвесним параметрима. Све неизвесности се моделују ТФН-има. Предложени поступак може да се реализује кроз следеће кораке који су укратко представљени у наставку. Прво, ФФЛП се пише у складу са препорукама наведеним у (Kumar и остали, 2011; Најафи и остали 2013). Након тога, сви ТФН-ови се представљају крисп вредностима које се дефинишу у складу са методом рангирања (Kumar и остали, 2011;

Најафи и остали, 2013), тако да се добије проблем нелинеарног програмирања. Решење модела нелинеарног програмирања представља доњу, модалну и горњу границу варијабла одлуке. Другим речима, могу да се формирају оптималне фази вредности варијабла одлуке. Интегрисањем ових вредности у циљну функцију, даје се њена оптимална вредност и описују се ТФН-ови.

Многи аутори предлажу да решавање стварних проблема треба да се заснива на стварању нових приступа који комбинују две или неколико конвенционалних или измењених метода (Ауаџ, 2007, Godoy, 2018, Kutly, 2013). Треба напоменути да се конвенционална АХП метода (Саату, 1990) заснива на 4 аксиома. Провера конзистентности се врши помоћу методе својственог вектора. У матрици фази поређења у паровима, елементи се не могу сматрати реципрочним у односу на главну дијагоналу, нити постоји развијен поступак за проверу њене конзистентности. Без обзира на ове недостатке, када доносиоци одлука немају довољно информација о разматраним параметрима, или се информације брзо мењају, многи аутори сматрају да је познати оквир ФАХП-а веома погодан за употребу.

Има много радова (Ђурић, и остали, 2019) у којима су поменути недостаци методе ФАХП смањени тако да може да се користи унапређена метода ФАХП за одређивање приоритета разматраних варијабла, које се могу добити коришћењем поступка анализе обима (Chang, 1996).

Овај рад разматра проблем одређивања оптималне количине производње у производној компанији. Формално, сви производи могу да се представе скупом индекса $\iota = \{1, \dots, i, \dots, I\}$, где је I укупан број производа производног програма, а i је индекс за производ i , $i=1, \dots, I$. Финални производи се стварају кроз различите технолошке процесе који се реализују у различитим организационим јединицама. Ове организационе јединице се формално представљају скупом индекса $\eta = \{1, \dots, j, \dots, J\}$. Укупан број организационих јединица се означава са J и $j, j=1, \dots, J$ је индекс за организациону јединицу. Потражња за финалним производима, која проистиче из тржишта, има знатан утицај на одређивање обима производње за сваку врсту производа у разматраном асортиману производа. У општем случају, укупан број организационих јединица које проистичу из тржишта могу формално да се представе скупом $\gamma = \{1, \dots, k, \dots, K\}$. Укупан број тржишних ограничења се означава са K и $\kappa, \kappa=1, \dots, K$ је индекс тржишног ограничења.

Циљна функција се дефинише као максимизација укупног профита током разматраног временског периода. У пракси, укупан профит зависи од вредности јединичних профита разматраних производа и њиховог обима производње. Услед брзих и честих промена у тражњи производа, као и промена које се развијају у предузећу, скоро је немогуће прецизно одредити вредности јединичних профита поштујући доказне податке.

Сходно томе, у овом раду је релативни значај јединичних профита сваког производа у паровима одређен на основу процена доносилаца одлука. Много је ближе људском расуђивању него директној процени, аналогно оквиру аналитичког хијерархијског процеса (АХП). Одређивање неизвесности у матрици фази поређења у паровима релативних вредности јединичних профита производа може да се обави на различите начине (Buckley, 1985; Chang, 1996; Zeng и остали, 2007). Ови приступи имају неке предности и недостатке који су представљени у (Kahraman и остали, 2014). Приступ који је развио Chang (1996) је лак за разумевање, једноставан и не изискује сложене математичке прорачуне. Такође, предност овог приступа је у томе што прати кораке крисп АХП-а и не укључује додатне операције. Главни недостатак методе анализе обима је у томе што дозвољава коришћење само троугаоних фази бројева. Може се рећи да када неизвесности могу довољно добро да се представе ТФН-има, онда може да се користи Changova метода. У литератури се ова метода најчешће примењује. У овом раду, израчунавање нормализоване вредности јединичног профита се заснива на приступу развијеном у (Chang, 1996). На основу уведених претпоставки, циљна функција може да се наведе као линеарна комбинација нормализованих вредности јединичних профита и количине производа.

Расположиви капацитети сваке организационе јединице могу да се дефинишу на основу предвиђеног броја оперативне производне опреме и ангажованих радника. На основу расположивих података о старости опреме, начину одржавања опреме, условима радног окружења, као и сезонским променама које могу утицати на раднике, доносиоци одлука процењују расположиви производни капацитет.

Друга група ограничења проистиче из тржишта. Потражња за сваком врстом производа из производног асортимана се прати месечно.

Поштујући све уведене претпоставке, разматрани проблем може да се постави као проблем ФЛП-а са фази коефицијентима десне стране. Оптимално решење овог проблема се добија коришћењем концепта једнаких могућности. Применом предложеног модела може да се

одреди оптимална количина производње сваке врсте производа. На овај начин руководилац производње може да прати промену у количини сваке врсте производње производа током временског периода. У складу са добијеним резултатима, руководилац треба да предузме одговарајуће мере за побољшање искоришћености капацитета или да предузме мере у домену маркетинга које би довеле до повећања потражње за производом. У исто време, овакве мере би довеле до повећаног укупног профита производног предузећа, што представља један од најважнијих пословних циљева.

Уведене су следеће ознаке:

I - укупан број разматраних производа

i - индекс производа, $i=1, \dots, I$

J - укупан број ограничења која проистичу из производног предузећа

j - индекс ограничења која проистичу из производног предузећа, $j=1, \dots, J$

K - укупан број ограничења која проистичу из тржишта

k - индекс ограничења која проистичу из тржишта, $k=1, \dots, K$

\tilde{v}_i , $i, i' = 1, \dots, I; i \neq i'$ је ТФН који описује релативну вредност јединичних профита сваког производа у паровима.

c_i - представља нормализовану вредност јединичног профита производа i , $i=1, \dots, I$; то је крисп вредност коефицијента циљне функције.

a_{ij} - представља јединично време за обраду производа i , $i=1, \dots, I$ у организационој јединици j , $j=1, \dots, J$; то је крисп вредност коефицијента непосредно уз основну варијаблу у ограничењу прве групе.

\tilde{B}_j - представља капацитет производне опреме у организационој јединици j , $j=1, \dots, J$; то је ТФН који описује десну граничну вредност j , $j=1, \dots, J$.

Q_k - је вредност потражње за разматраним производима; то је крисп број који описује десну граничну вредност k , $k=1, \dots, K$.

3.2 Моделовање неизвесности

Неизвесности вредности јединичног профита и вредности капацитета организационе јединице су добијени на основу процене доносилаца одлуке. Теорија фази скупова (Zimmermann, 2001; Dubois & Prade, 1980) омогућава да се постојање ових неизвесности довољно добро опише квантитативно. Побољшање управљања различитим значењима речи

за различите људе може да се оствари коришћењем фази скупова типа 2, неодлучни фази лингвистички изрази (Li и остали, 2017, Li и остали, 2018). Главни недостатак употребе ових типова фази скупова за моделовање неизвесности је у томе што они захтевају сложено математичко израчунавање. С друге стране, неизвесности речи не могу да се довољно добро "ухвате" коришћењем фази скупова типа 1, али је, у исто време, њихова употреба лака и једноставна.

3.3 Одређивање нормализоване вредности јединичног профита

Вредности јединичног профита разматраних производа се наводе матрицом фази поређења у паровима. Елементи ове матрице се дефинишу у складу са вредношћу јединичног профита производа и у складу са производом i' , $i, i' = 1, \dots, I; i \neq i'$. Ове вредности се описују коришћењем унапред дефинисаних лингвистичких изрази, који се моделују ТФН-има, $\tilde{V}_{ii'} = (x; l_{ii'}, m_{ii'}, u_{ii'})$ са доњом и горњом границом и модалном вредношћу $m_{ii'}$. Домени ових ТФН-ова се дефинишу на уобичајеној мерној лествици (Saaty, 1990). Вредност 1 показује да производ i има скоро исту вредност јединичног профита као и производ i' . Вредност 9 показује да производ i има знатно већу вредност јединичног профита од производа i' , $i, i' = 1, \dots, I; i \neq i'$.

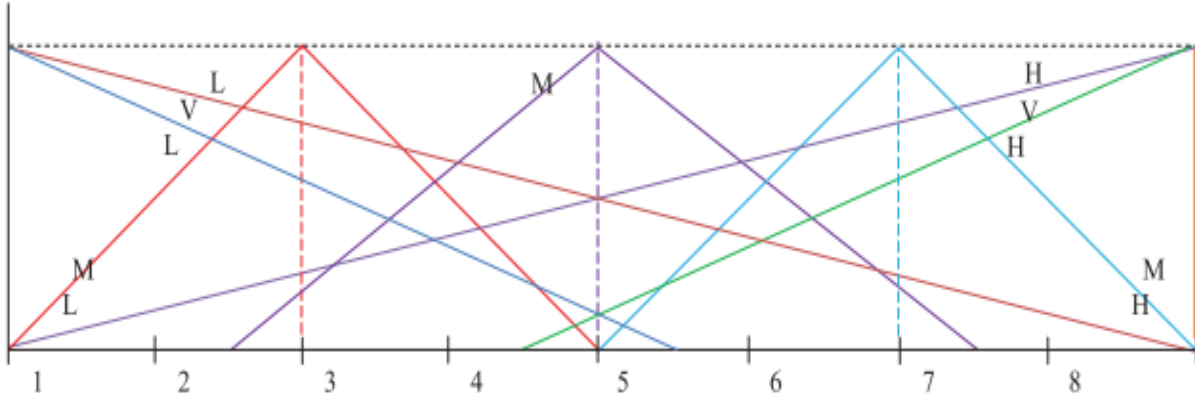
Ако производ i' има већу вредност јединичног профита од производа i , тада важи да лествица поређења у паровима може да се представи фази бројем $\tilde{V}_{ii'} = (\tilde{V}_{ii'})^{-1} = \left(\frac{1}{u_{ii'}}, \frac{1}{m_{ii'}}, \frac{1}{l_{ii'}} \right)$

Ако производи i и i' , ($i, i' = 1, \dots, I$) имају једнаке вредности јединичних профита, онда се то може представити једном тачком 1 која је ТФН (1,1,1).

У овом раду, фази оцена доносилаца одлуке може да се опише са седам лингвистичких изрази: веома ниска вредност (VL), ниска вредност (L), умерено ниска вредност (ML), средња вредност (M), умерено висока вредност (MH), висока вредност (H), и веома висока вредност (VH). Ове лингвистичке изразе моделују ТФН-ови који су дати у наставку:

$VL = (1, 1, 5.5)$, $L = (1, 1, 9)$, $ML = (1, 3, 5)$, $M = (2.5, 5, 7.5)$, $MH = (5, 7, 9)$, $H = (1, 9, 9)$, и $VH = (4.5, 9, 9)$

Због бројних промена које се дешавају у окружењу и промена које се могу догодити у предузећу, доносиоци одлука не могу да дају тачне процене. Према томе, постоје велика преклапања ТФН-ова којима су моделовани претходно дефинисани лингвистички изрази. Ови ТФН-ови су приказани на слици 3.2.



Слика 3.2. ТФН-ови који описују релативне вредности јединичног профита

Вектор нормализоване вредности јединичног профита разматраних производа се израчунава применом концепта анализе обима (Chang, 1996).

Вредност фази синтетизованог обима у односу на i -ти производ се дефинише као:

$$\tilde{S}_i = \tilde{N}_i \cdot \left(\sum_{i=1}^t \tilde{N}_i \right)^{-1}$$

где је:

$$\tilde{N}_i = \left(\sum_{i=1}^t l_{ii'}, \sum_{i=1}^t m_{ii'}, \sum_{i=1}^j u_{ii'} \right)$$

$$\sum_{i=1}^X N_i = \left(\sum_{i=1}^I \sum_{i=2}^I l_{ii'}, \sum_{i=1}^I \sum_{i=1}^I m_{ii'}, \sum_{j=1}^I \sum_{i=1}^I u_{ii'} \right),$$

$$\tilde{S}_i = \left(\frac{\sum_{i'=1}^I l_{ii'}}{\sum_{i=1}^I \sum_{i'=1}^I u_{ii'}}, \frac{\sum_{i'=1}^I m_{ii'}}{\sum_{i=1}^I \sum_{i'=1}^I m_{ii'}}, \frac{\sum_{i'=1}^I u_{ii'}}{\sum_{i=1}^I \sum_{i'=1}^I l_{ii'}} \right)$$

Степен веровања да је јединични профит производа i , $i=1, \dots, I$ већи од јединичних профита за остале производе из асортимана производа може да се постави као задатак одређивања степена веровања да је ТФН \tilde{S}_i већи од свих других ТФН-ова $\tilde{S}_{i'}$, ($i, i' = 1, \dots, K; i \neq i'$), и може се формално представити као $Bel(\tilde{S}_i)$. Ова вредност се добија применом методе за поређење фази бројева (Bass и Kwakernek, 1977, Dubois и Prade, 1980).

Вектор јединичних профита се представља као:

$$C_p = \left(\left(Bel(\tilde{S}_1) \right), \dots, \left(Bel(\tilde{S}_i) \right), \dots, \left(Bel(\tilde{S}_I) \right) \right)$$

Након нормализовања C_p , добијамо вектор нормализованих тежина, вектор C :

$$C = (c_1, \dots, c_i, \dots, c_I)$$

Вектор C је не-фази број и вредности овог вектора представљају нормализоване вредности јединичног профита разматраних производа.

3.4 Моделовање граничних вредности

Вредности расположивог капацитета се заснивају на проценама доносилаца одлука.

Формално, њихове процене се моделују ТФН-има, $\tilde{B}_j = (y; l_j, m_j, u_j)$ са доњим и горњим границама l_j, u_j и модалном вредношћу m_j . Домени ових ТФН-ва припадају реалним бројевима, који се одређују на основу искуства и постојећих информација доносилаца одлука.

Потражња која проистиче из тржишта разматраних производа предузећа добијена је на основу доказних података и она је крисп.

3.5 Предложени алгоритам

Предложени модел може да се реализује кроз неколико корака представљених у наставку.

Корак 1. Нека матрица фази поређења у паровима има релативну вредност јединичног профита, $\left[\tilde{V}_{ii} \right]_{I \times I}$.

Корак 2. Матрица фази поређења у паровима се трансформише у матрицу поређења у паровима, $\left[V_{ii} \right]_{I \times I}$. Елементи вредности ове матрице представљају репрезентативне скаларе ТФН-ова, \tilde{V}_{ii} . Провера конзистентности је извршена методом својственог вектора (Saaty, 1990).

Корак 3. Вектор нормализованих вредности јединичног профита, $C = (c_1, \dots, c_i, \dots, c_I)$ се израчунава анализом обима (Цханг, 1996).

Корак 4. Распоживост капацитета сваке организационе јединице је одређена на основу процене доносилаца одлука и укупне потражње у складу са доказним подацима.

Корак 5. Наводи се ФЛП:

Циљна функција:

$$\max \left\{ \sum_{i=1}^t c_i \cdot x_i \right\}$$

уз ограничења:

$$\sum_{i=1}^r a_j \cdot x_i \leq \tilde{B}_j, j = 1, \dots, J$$

$$\sum_{i=1}^T x_i \leq Q_i, k = 1, \dots, K$$

$$x \geq 0, i = 1, \dots, I$$

Корак 6. Примена концепта једнаких могућности омогућава одређивање оптималне количине производње за сваки производ, као и вредност циљне функције. За свако α се дефинише вредност оптималног решења применом програма ЛИНДО.

Корак 7. Оптимална количина сваког разматраног производа је крисп број и представља репрезентативне скаларе добијене у претходном кораку. Поступак дефазификације се даје коришћењем методе момента (Dubois и Prade, 1980).

Корак 8. На основу добијених вредности, менаџмент тим одлучује које мере побољшања треба да се предузму.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ

На основу теоријских поставки реализована су експериментална истраживања у фабрици „Инса“ Земун. Ова истраживања су наставак дугогодишње сарадње фабрике „Инса“ и Машинског факултета Универзитета у Београду.

4.1 Основи подаци о фабрици „Инса“ Земун

Експериментални део истраживања спроведен је у фабрици „Инса“ а.д. Фабрика "Инса" је акционарско друштво за производњу контролних и мерних инструмената и апарата, производњу сатова, производњу алата као и испитивање и оверавање мерила (водомери и



Слика 4.1. Фабрика "ИНСА"

гасомери). Има седиште на адреси – Тршћанска 21 у Земуну, слика 4.1.

Инса – индустрија сатова као друштвено предузеће основано је 18.09.1950. са основном делатношћу "ИНДУСТРИЈСКА ПРОИЗВОДЊА САТОВА СВИХ ВРСТА". Развоју ДП "Инса" допринели су марљив рад и добри тржишни резултати што се показује кроз освајање нових производа, изградњу објеката и освајање нових технологија.

Најважнији историјски датуми предузећа су:

- 1954. год. прво проширење производног програма - развој и увођење у производњу стеренишног аутомата
- 1956.год. почиње производња водомера;
- 1969. год. улаже се у велику набавку нове опреме;
- 1981. год. завршава се изградња нових производних хала и набавка нове опреме;
- 1990. год. "Инса" улази у најужи круг водећих светских произвођача сатних производа.
- 1995. год. отпочиње производња гасомера.
- 2006. трансформација ДП "Инса" у "Инса" а.д.
- 2007.год. проширује производни програм са делом програма „ Телеоптик " - медицинска опрема, ауто опрема, електромагнети, мернорегулациона опрема.
- 2010. год формира се посебна организациона јединица Лабораторија за контролисање и оверавање водомера и гасомера у оквиру сектора Лабораторија.
- 2013.год формира се и друга посебна организациона јединица Лабораторија за испитивање водомера у оквиру сектора лабораторија.

Фабрика се простире на површини од око 2 хектара, на којој се налазе објекти корисне површине око 18.000 метара квадратних. У фабрици је тренутно запослено око 240 радника. „Инса“ је успела да кроз дугогодишње искуство изгради веома стручан, креативан, даровит и амбициозан кадар, који је спреман да удовољи високим захтевима тржишта.

„Инса“ има развијену и веома успешну сарадњу са многим предузећима у земљи и иностранству, а посебно добру сарадњу са јавно-комуналним предузећима као и предузећима наменске индустрије, Министарством одбране и Војском Србије.

„Инса“ ад је кроз вишедеценијско постојање развила широк спектар активности највишег квалитета и стандарда које су обухваћене кроз следећи производни програм, слика 4.2:

- програм сатова,
- програм водомера и баждарних уређаја,
- програм наменске индустрије,
- производни програм гасомера,
- производни програм " Телеоптик "
- пројектовање и израда специјалних алата
- испитивање и оверавање мерила флуида и гаса



Слика 4.2. Производни програм фабрике „Инса“

Данас је „Инса“ а.д. сложен пословни систем спреман да понуди услуге широког спектра и високог квалитета у Србији и у окружењу.

Посао у „Инса“ се одвија у оквиру следећих сектора:

1. Технички сектор - састоји се од производње, алатнице и одржавања набавке и службе развоја,
2. Комерцијални сектор - састоји се од продаје и транспорта,
3. Економско – финансијски сектор,
4. Служба општих послова - бави се кадровским и правним пословима, обезбеђењем и одржавањем хигијене ,
5. Сектор Лабораторије – Лабораторија за контролисање и оверавање мерила (гасомери и водомери) и Лабораторија за испитивање водомера
6. Представник руководства за квалитет (сектор за квалитет).

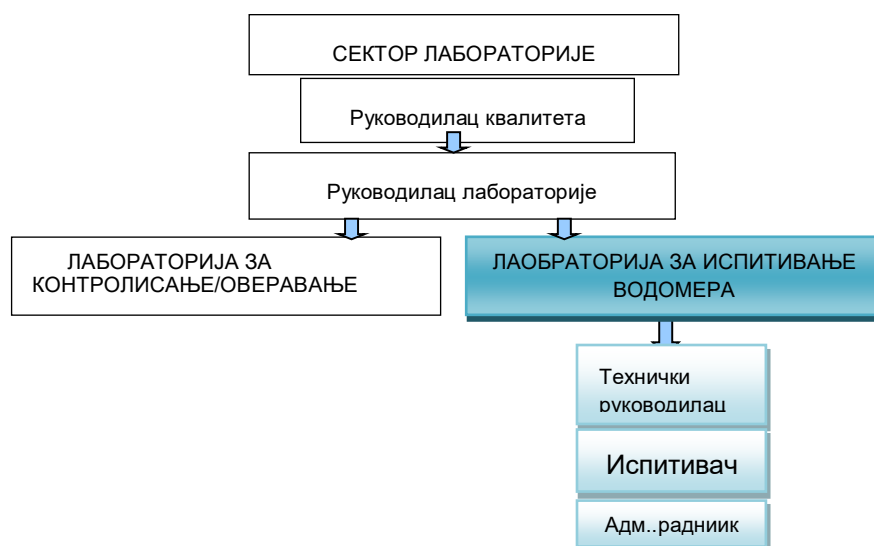
Процес производње организован је преко организационих јединица (ОЈ) које су разврстане према технологији обраде – прераде. Организациона структура дата је у прилогу 3. Свака ОЈ има свог руководиоца који је одговоран за поштовање радне и технолошке дисциплине у оквиру своје ОЈ. Организационе јединице које постоје у оквиру предузећа су:

1. машинска обрада на аутоматским струговима, ЦНЦ машинама, глодалицама, брусаницама...,
2. механичке пресе за обраду метала,
3. пресе за ливење пластике,
4. термичка обрада,
5. израда алата,
6. сито и тампон штампа

7. галванизација – заштита површине,
8. монтажа производа,
9. контролисање .

У склопу технолошког и радног процеса заступљена су различита средства за рад зависно од врсте технолошког и радног процеса.

Индустрија сатова „Инса“ а.д. је у последњих неколико година производила око 45.000 водомера годишње и сервисирала скоро исто толико водомера у својим радионицама. Све већи захтеви купаца за квалитетом као и све краћи рокови испоруке робе довели су до потребе да тадашња радна јединица – баждарница водомера и гасомера прерасте прво у акредитовану лабораторију а затим и у контролно тело, слика 4.3 .



Слика 4.3. Организациона структура лабораторије

Под акредитацијом се подразумева званично признање да је неки акредитовани субјекат (Лабораторија и/или Контролна организација) компетентан да спроводи специфичне активности оцењивања усаглашености: испитивања или еталонирања у случају лабораторија; контролисања у случају Контролних организација.

Од 2003.године „Инса“ поседује систем квалитета ИСО 9001.

У августу месецу 2018.године, уведен је и интегрисани систем следећих стандарда:

- ИСО 9001:2015 Систем менаџмент квалитетом
- ИСО 14001:2015 Систем менаџмент животном средином
- ИСО/ИЕЦ 27001/2013 Систем менаџмент безбедности информација
- ОХСАС 18001 Систем менаџмент безбедности и здравља на раду

У склопу фабрике, од 20.маја 2011.године постоји акредитована Лабораторија за контролисање и оверавање водомера и гасомера по захтевима стандарда СРПС ИСО/ИЕЦ 17020:2012, Оцењивање усаглашености — Захтеви за рад различитих типова тела која обављају контролисање, а од октобра 2016.године и лабораторија за испитивање водомера по захтевима стандарда СРПСИ ИСО/ИЕЦ 17025:2015, Општи захтеви за компетентност лабораторија за испитивање и лабораторија за еталонирање.

Од сертификационе куће НМО из В. Британије 18. Фебруара 2013. године према захтевима Међународне директиве 2014/32/ЕУ за мерне инструменте, добијен је сертификат за модул „Д“, усклађен је са типом на основу квалитета производног процеса а 6. јануара 2021. године модул Д је потврђен од Ирске сертификационе куће НСАИ.

Стратешки циљеви „Инсе“ а.д. темеље се на:

- пословној политици „Увек корак испред”
- сталном унапређењу брэнда "Инса" а.д.
- продаји на иностраним тржиштима по међународним стандардима
- развоју нових производа и унапређењу старих
- набавци и увозу само квалитетних репроматеријала
- могућности решавања рекламација у најкраћем року,
- поштовање свих уговора, прописа и стандарда;
- обезбеђење мотивације свих запослених тако да своје интересе идентификују са циљевима „Инса“ а.д.
- да своје пословање усклади са захтевима свих стандарда које поседује.

4.1.1 Врсте водомера

У фабрици се производи неколико врста водомера:

- Вишемлазни водомер са мокрим механизмом (кућни),
- Водомери за топлу воду (кућни),
- Вишемлазни водомер са сувим механизмом (кућни),
- Кућни водомер са прирубницама (кућни),
- Апармански турбински суви једномлазни водомер за хладну воду (апармански),

- Апармански водомер за топлу воду (апармански),
- Woltman водомер – хоризонталан (индустијски),
- Индустијски водомери за топлу воду (индустијски),
- Woltman водомер – са вертикалном Woltmanovom турбином (индустијски),
- Електромеханички дозатор,
- Сигурности кугласти магнетни вентил,
- ПВЦ неповратни вентил.

За потребе истраживања изабрано је 6 типова водомера који чине гро индустијске производње у фабрици „Инса“ а.д., а то су:

- X₁ - Вертикални водомер DN15(1/2"v) 311.500
- X₂ - Хоризонтални водомер DN15(1/2"h) 312.500
- X₃ - Хоризонтални водомер DN20(3/4") 315.500
- X₄ - Хоризонтални водомер DN25(1") 317.500
- X₅ - Хоризонтални водомер DN40(6/4") 319.500
- X₆ - Индустијски водомер DN50(2") 6.951

Операције које се изводе у склопу производње наведених водомера су:

- монтажа механичких зупчаника,
- израда чаше механизма,
- израда чаше пропелера,
- производња пропелера,
- ливење маске,
- монтажа механизма водомера,
- израда стакла и
- монтажа водомера.

У прилогу 4 приказани су саставни делови за различите врсте водомера.

4.1.2 Пословни резултати фабрике “Инса“

Пословања фабрике “Инса“ а.д. је успешно и стабилно у читавом постојању фабрике. Фабрика успешно послује у веома неизвесним тржишним условима. Основни производни програм фабрике приказан је у табели 4.1., за 2018. годину и 2019. годину.

Табела 4.1. Производни програм Инсе за 2018. годину и 2019. годину

Врста производа		2018	2019	Индекс
I Водомери				
	1. Кућни	38.761	38.168	98
	2. Индустијски	1.542	2.361	153
	3. Механизам кућног водомера	160.837	140.585	87
	4. Механизам индустријског водомера	/	/	/
	5. Сервис водомера - кућни	47.000	47.866	101
	6. Сервис водомера – индустријски	894	811	90
II Остали производи				
	1. Будилник	1.804	348	19
	2. Шах сат	1.696	1.825	107
	3. Штоперица	/	/	/
	4. Гасомери са сервисом	719	386	53
	5. Механизам В92;В93	11.900	43.202	363
	6. Трактометри	2.151	1.893	87
	7. самомерач	/	500	/

Из датих података о физичком обиму производње у 2019 години у односу на 2018, могу се извући следећи закључци:

- Производња кућних водомера је мања за 2 %, док је производња индустријских водомера већа за 53% и ова производња носи највећи профит.
- Производња кућног механизма је опала за 13%, док је сервис кућних водомера повећан за 1%, а сервис индустријских водомера имао је пад од 10%.
- Код осталих програма повећање производње је било на програму будилника 5 % и програму трактометара 18 %. Међутим ови програми у укупним приходима учествују симболично. Сви остали производи (шах сат, гасомери) имају велики пад.
- Механизми В92 и В93 који су доста профитабилни имају драстично повећање од 363%.

Током 2019 године Инса а.д. је у односу на 2018 годину остварила финансијски резултат, приказан у табели 4.2.

Табела 4.2. Финансијски резултати фабрике „Инса“ за 2018. годину и 2019. годину

		2018		2019		Индекс
		Износ	%	Износ	%	
1		2	3	4	5	6(4:2)
I	УКУПАН ПРИХОД	797.676	100	648.176	100	84
	1. Пословни приходи	755.593	95	644.803	99	85
	2. Финансијски приходи	1.918		2.996		
	3. Остали приходи	44.125	5	377		
II	УКУПНИ РАСХОДИ	782.456	100	628.888	100	84
	1. Пословни расходи	732.304	94	612.409	97	84
	- Набавна вредност робе	5.234	1	10.572	1	201
	- Трошкови материјала	403.145	52	239.346	38	59
	- Трошкови зарада	217.028	30	217.303	34	100
	- Амортизација	26.860	3	27.657	4	103
	- Трошкови горива	28.958	4	24.710	3	85
	- Трошкови производних услуга	53.301	7	51.133	8	95
	- Нематеријални трошкови	32.812	4	26.165	4	79
	- Остали пословни расходи	35.092	4	15.523	2	44
	2. Финансијски расходи	11.054	1	11.889	1	102
	- камате	8.864		10.035		113
	- негативне курсне разлике	2.069		1.036		50
	- остало	127		818		/
	3. Остали расходи	4.006		4.185		104
III	ДОБИТ ИЗ ПОСЛОВАЊА	15.219		19.228		126
	- Порески расход периода	3.236		6.434		
	- Одложени порески расходи периода	1.619		/		
IV	НЕТО ДОБИТАК	10.314		12.854		124

Из датих података о оствареном финансијском резултату у 2019 могу се извући следећи закључци:

- Укупан приход је смањен за 16% у односу на претходну годину или за 114,4/милиона динара.

- Међутим и укупни расходи су смањени за 16% или за 113,4/милиона динара из чега произилази да су материјални трошкови више падали од пада укупних прихода, за 2 милиона динара.
- Највећи пад трошкова износи на материјалу 41% или за 163,8/милиона динара. Поред пада материјалних трошкова дошло је и до пада трошкова горива, производних услуга и нематеријалних трошкова.
- Смањење кључних трошкова је условило остварење повећања пословне добити од 26% или за 4/милиона динара у односу на претходну годину.
- Брже смањење трошкова од укупних прихода је и резултат продаје профитабилнијих производа у 2019 години, као што су индустријски водомери – повећање 53%, механизми Б92 – повећање за 263% и алжирског посла који је у 2019 години износио 175,2 милиона динара.
- Остварену нето добит од 12.854.000 динара (повећање 24% у односу на претходну годину) омогућава исплату дивиденде од 43,12 (12,854,000 : 298,067= 48,12) у бруто износу.

Табела 4.3. Запосленост и квалификациона структура у „Инса“ а.д.

Квалификација	Број запослених		% учешћа	Индекс
	2018	2019		
1	2	3	4	5 (3:2)
ВСС	19	19	7	100
ВС	11	9	3	81
ССС	97	99	41	102
НСС	11	10	4	90
ВК	23	21	8	91
КВ	68	69	28	101
ПК	14	8	3	57
НК	5	3	1	60
Укупно:	248	238		95

У табели 4.3. приказан је квалитативни и квантитативни аспект запослених у фабрици „Инса“ а.д. Из датих података се уочава смањења укупног броја запослених за 5% или 10 радника. Највеће смањење је код ПК радника за 6 радника. Флукуација осталих занимања је симболична и занемарљива.

На основу горе исказаних података о годишњој производњи, финансијском пословању и запослености и квалификованости запослених могу се констатовати следеће чињенице:

- „Инса“ а.д. нема преливање краткорочних извора у инвестициона улагања. Дугорочни извори износе 431 милиона динара и већи су од сталне имовине (259,6 милиона динара) за 172,1/милиона динара, што представља нето обртни фонд за финансирање обртних средстава. Међутим неповољно је то што 79,9 милиона динара су дугорочни кредити банака.
- Током 2019 године „Инса“ а.д. је смањила укупну имовину за 11% или за 77,4 милиона динара. Узроци овог смањења су мања потраживања од купаца за 33% или за 60,8 милиона динара.
- Смањењем обртних средстава истовремено је дошло и до смањења кредита за 15% или 34,7 милиона динара и добављача за 41% или за 42,8 милиона динара.
- Од укупне имовине исказане у билансу од 643 милиона динара, 293,4 милиона динара или 45% се односи на спољне повериоце.

4.2 Истраживање степена искоришћења производних ресурса

У циљу оцене степена искоришћења производних ресурса у пилот фабрици за посматрани временски период, конципиран је анкетни упитник. Анкетни упитник садржао је неколико питања у циљу идентификације неискорашћених производних ресурса (извори производних губитака), а то су:

- Нерационално коришћење машинских капацитета
- Нецелисходан производни програм
- Нерационално трошење средстава
- Ниска организација производних процеса, технологије и метода рада
- Нередовно снабдевање репроматеријалом и осталим потребама
- Недовољна координација укупног пословања
- Нецелисходна конструкција ангажованих средстава.

Анкетни упитник оценили су чланови експертског тима из фабрике „Инса“ а.д. уносећи за сваки извор производних губитака референтну вредност, односно максималну вредност која се толерише, као и оцену степена утицаја. Приликом оцењивања степена утицаја за сваки извор производних губитака дефинисана је деветостепена нумеричка скала (Саату-јева скала)

према којој оцена 9 указује на веома велики утицај, док оцена 1 означава да посматрани извор производних губитака нема никакав утицај на пословање предузећа, табела 4.4.

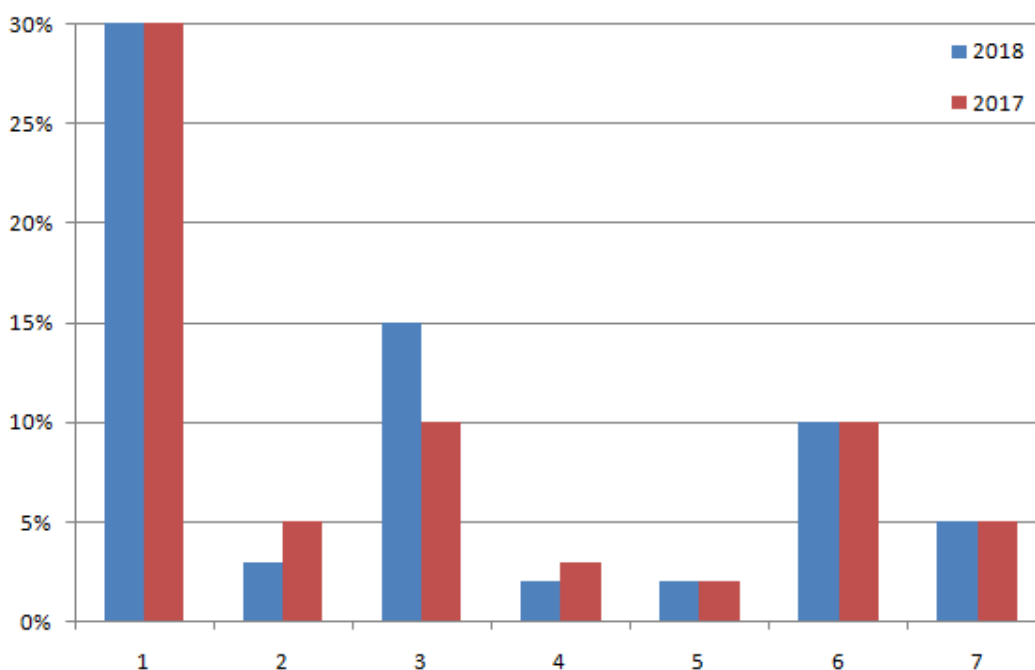
Табела 4.4. Оцена степена искоришћења производних ресурса у фабрици „Инса“ а.д. за посматрани временски период

Р.бр.	Извори производних губитака	Референтна вредност (мах. вредност која се толерише)	ОЦЕНА (скала 1-9, 1 – нема утицаја, 9 – велики утицај)
1	Нерационално коришћење машинских капацитета	30%	2
2	Нецелисходан производни програм	3%	6
3	Нерационално трошење средстава	15%	5
4	Ниска организација производних процеса, технологије и метода рада	2%	3
5	Нередовно снабдевање репроматеријалом и осталим потребама	2%	8
6	Недовољна координација укупног пословања	10%	6
7	Нецелисходна конструкција ангажованих средстава	5%	7

Ради компарације података као и оцене успешности стратегије пословања, чланови експертског тима оценили су на исти начин изворе производних губитака/неискоришћене производне ресурсе за претходни период (за 2017.г.), табела 4.5.

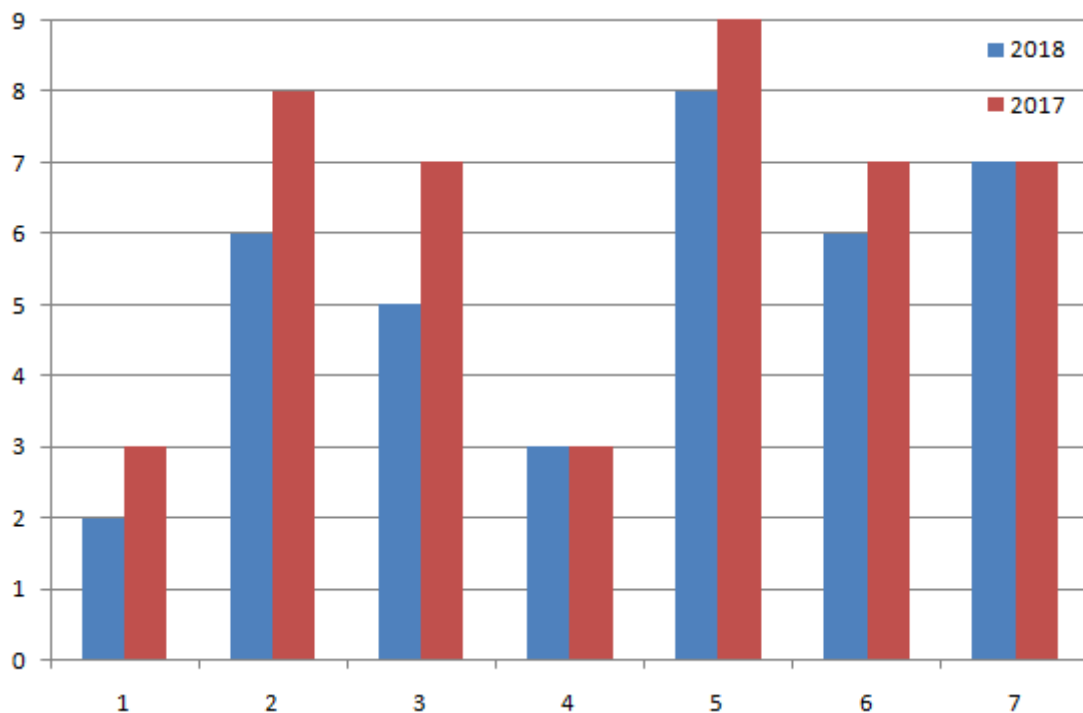
Табела 4.5. Оцена степена искоришћења производних ресурса у фабрици „Инса“ а.д. за претходни временски период

Р.бр.	Извори производних губитака	Референтна вредност (мах. вредност која се толерише)	ОЦЕНА (скала 1-9, 1 – нема утицаја, 9 – велики утицај)
1	Нерационално коришћење машинских капацитета	30%	3
2	Нецелисходан производни програм	5%	8
3	Нерационално трошење средстава	10%	7
4	Ниска организација производних процеса, технологије и метода рада	3%	3
5	Нередовно снабдевање репроматеријалом и осталим потребама	2%	9
6	Недовољна координација укупног пословања	10%	7
7	Нецелисходна конструкција ангажованих средстава	5%	7



Слика 4.4. Компарација референтних вредности извора производних губитака за два узастопна периода

Напомена: Легенда је иста за слику 4.4 и слику 4.5.



Слика 4.5. Компарација оцена извора производних губитака за два узастопна периода

Напомена:

1. Нерационално коришћење машинских капацитета
2. Нецелиходан производни програм
3. Нерационално трошење средстава
4. Ниска организација производних процеса, технологије и метода рада
5. Нередовно снабдевање репроматеријалом и осталим потребама
6. Недовољна координација укупног пословања
7. Нецелиходна конструкција ангажованих средстава

Према резултатима добијених на основу анкетних упитника, референтна вредност (максимална вредност која се толерише) целисходности производног периода се повећала за 2% у посматраном периоду у односу на претходни период, док се референтна вредност рационалности коришћења средстава смањила за 5 % у посматраном периоду у односу на претходни период, слика 4.4. Остале референтне вредности извора производних губитака су исте за оба посматрана временска периода, слика 4.5.

Оцена утицаја извора производних губитака за посматрани временски период и у претходном периоду указује на значајне позитивне промене у смислу рационалнијег коришћења производних ресурса. Наиме степен утицаја нерационалног коришћења машинских капацитета на пословање фабрике се смањило за 11,11% (са оцене 3 у 2017., на оцену 2 у 2018.г.), степен утицаја нецелисходности производног програма се смањило за 22,22%, степен утицаја нерационалног трошења средстава се смањило за 22,22%, степен

утицаја нередовног снабдевања репроматеријалом и осталим потребама се такође смањено за 11,11%, и степен утицаја недовољне координације укупног пословања се смањено такође за 11,11%. Степен утицаја ниске организације производних процеса, технологија и метода рада, као и степен утицаја нецелиходне конструкције ангажованих средстава је остао непромењен за компарирани два временска периода.

У циљу реализације експерименталног истраживања у предузећу „Инса“ а.д. генерисан је алгоритам истраживања. Циљ истраживања је да се потврде или одбаце истраживањем постављене хипотезе, односно да се утврди да ли применом пројектоване методологије истраживања може да се унапреди процес планирања производних ресурса у условима неизвесности, као и да ли је могуће дефинисати оптималну серију производа уз максимализацију укупног профита предузећа и рационално коришћење расположивих производних ресурса у условима неизвесности.

1. Корак

Први корак по дефинисаној методологији односи се на идентификацију производних ресурса који садрже неизвесност. У фабрици „Инса“ а.д. идентификовани су следећи производни ресурси код којих је присутна неизвесност:

- неизвесност у погледу тражње за производима,
- неизвесност у погледу расположивих машинских капацитета,
- неизвесност у погледу расположивих кадровских ресурса.

У фабрици „Инса“ а.д. није забележена неизвесност у погледу снабдевања репроматеријалом, енергентима и сл. Неизвесност у погледу сегмента управљања квалитетом производа такође није пристуна, као и неизвесност у погледу утицаја инфомационих технологија на процес планирања производње. Наведени сегменти у којима није пристуна неизвесност такође не представљају ограничавајући фактор у процесу управљања производним процесима.

Неизвесност у погледу расположивости машинских капацитета у директној је вези са планираним обимом и структуром производа у производном плану као и њиховој динамичкој разради по кварталним у погледу реализације плана производње. Распоживост машинских капацитета свакако представља једно од ограничења у погледу планирања плана производње.

Неизвесност у погледу кадровских ресурса не огледа се у мању расположивости радне снаге за обим производње за експлоатациони капацитет машинске опреме. Низвесности на радном месту потичу од нежењених догађаја – опасности и штетности на радном месту које се могу описати преко ризика радног места.

2. Корак

Други корак у експерименталном истраживању односи се на дефинисање критеријума код производних ресурса на основу којих можемо да извршимо прорачун оптималног производног програма и применимо пројектовану методологију оптималног плана производње у условима неизвесности.

Критеријуми за обим тражње за производима на тржишту могу се дефинисати на основу потражње по производима у претходном периоду, на основу чега се могу пројектовати функције и дефинисати тренд тражње у наредном периоду.

Критеријуми у погледу расположивости машинских капацитета односе се свакако на максимално коришћење степена коришћења машинских капацитета.

Критеријуми у погледу радних места односе се на смањење извора ризика на радном месту. За планирање оптималног обима производње свакако је један од примарних критеријума – максимална добит, па је стога у следећим табелама дата структура јединичних цена продаје, табела 4.6 и јединичних цена коштања по производима табела 4.7, ради генерисања функција максимални профит, минимални трошкови.

Табела 4.6. Јединичне продајне цене по производима

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Јединичне продајне C _p цене по производима	Вер. водомер DN15 (1/2"v) 311.500	Хор. водомер DN15 (1/2"h) 312.500	Хор. водомер DN20 (3/4") 315.500	Хор. водомер DN25 (1") 317.500	Хор. водомер DN40 (6/4") 319.500	Инд. водомер DN50 (2") 6.951
Цена	4778	4284	5017	6774	12707	34798
МИН цена	3822	3427	3512	6097	10166	31318
МАКС цена	5256	4712	6020	7451	13978	45235

Табела 4.7. Јединични трошкови по производима

Јединични трошкови C_k по производима	X_1 Вер. водомер DN15 (1/2"v) 311.500	X_2 Хор. водомер DN15 (1/2"h) 312.500	X_3 Хор. водомер DN20 (3/4") 315.500	X_4 Хор. водомер DN25 (1") 317.500	X_5 Хор. водомер DN40 (6/4") 319.500	X_6 Инд. водомер DN50 (2") 6.951
Трошак	3630	3150	3920	4740	9210	28900
МИН трошак	3250	2960	3660	4360	8470	26600
МАКС трошак	4120	3770	4150	5110	9840	31500

3. Корак

Трећи корак у истраживању односи се на дефинисање ограничења. Ограничења у моделу оптималног производног плана односе се на расположиве машинске, кадровске ресурсе, могућности тржишта за апсорпцијом обима производа, могућности митигације или елиминације извора ризика на радним местима и др. У даљем току експерименталног истраживања, уследиће анализа за сваки од идентификованих ресурса који садрже елементе неизвесности, ради утврђивања лимитирајућих ограничења која утичу на оптимални план производње у посматраном предузећу.

4. Корак

Четврти корак у истраживању односи се на сам прорачун оптималног плана производње, односно примену пројектоване методологије истраживања и добијања резултата, уз поштовање претходно идентификованих критеријума и ограничења.

5. Корак

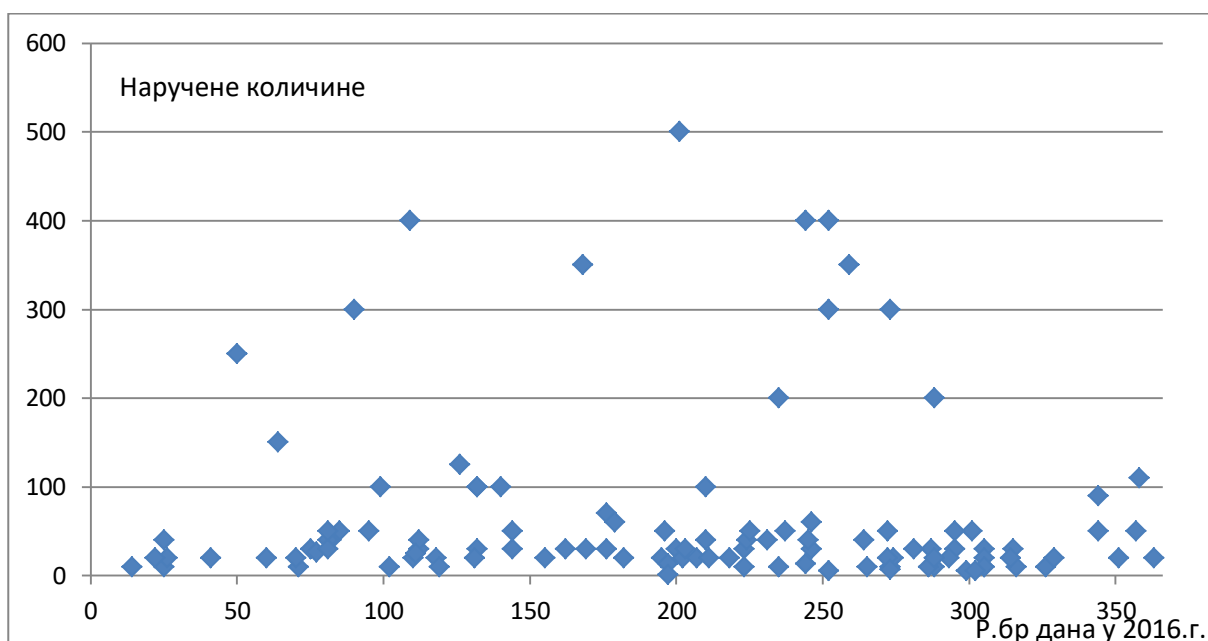
Пети корак у експерименталном истраживању односи се на анализу резултата добијених применом пројектоване методологије за опимални план производње и испитивање оправданости полазних хипотеза.

4.3 Анализа потражње за производима у „Инса“ а.д.

У пилот фабрици "Инса" а.д. Земун посматрана је и анализирана производња водомера током 2016 г. У даљем истраживању водомери су класификовани према пречнику навоја водоводне цеви у три групе: 3/4", 1/2" и 1/2" вертикални.

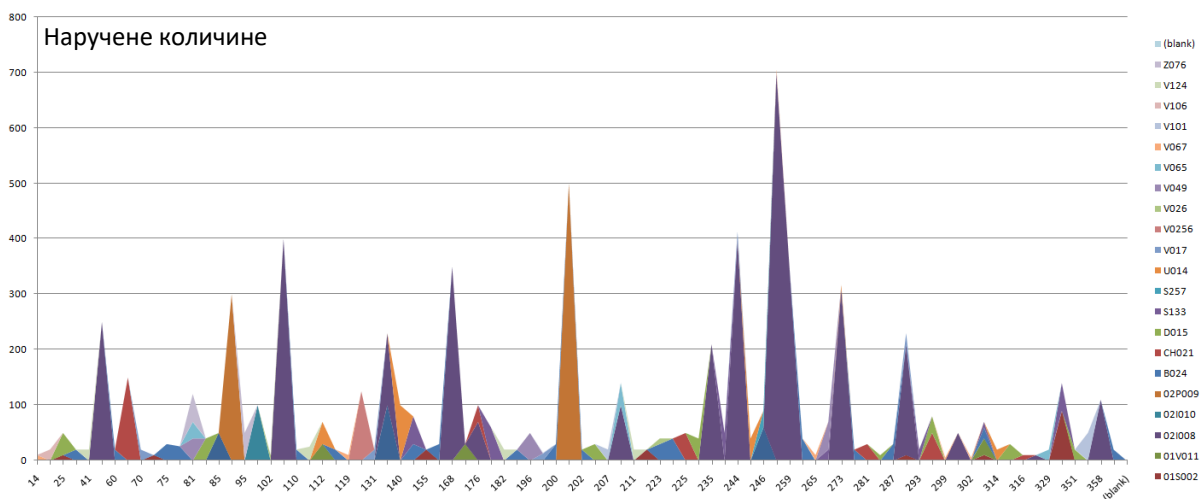
4.3.1 Водомер 3/4"

На слици 4.6 приказане су све наруџбенице за водомере 3/4" током 2016. г.



Слика 4.6. Наружбенице у 2016. г. за водомере 3/4"

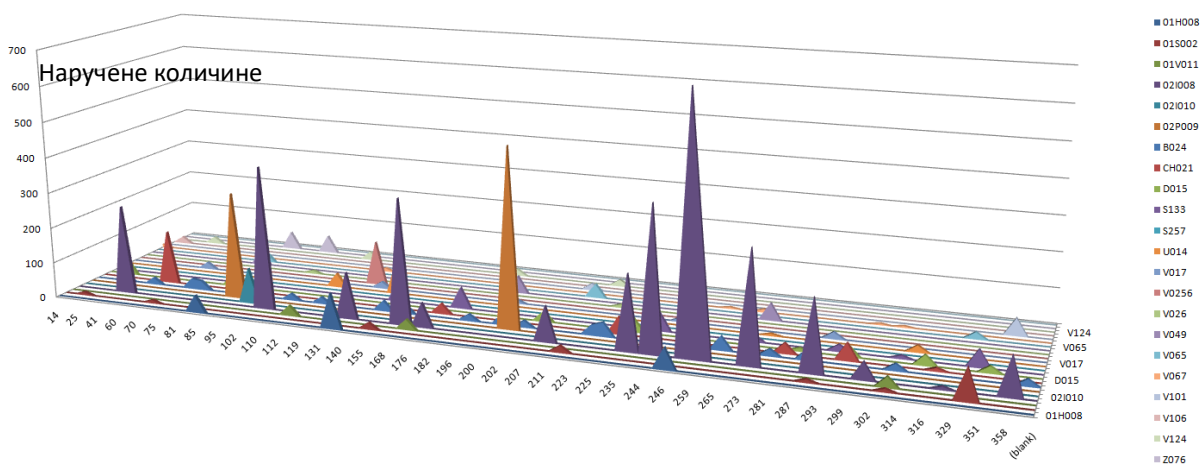
На слици 4.7 дат је приказ збирних наруџбина по купцима за сваки дан током 2016. године за водомере 3/4".



Р.бр дана у 2016.г.

Слика 4.7. Преглед збирних дневних нарудбина по купцима за 2016.г. и за водомере 3/4"

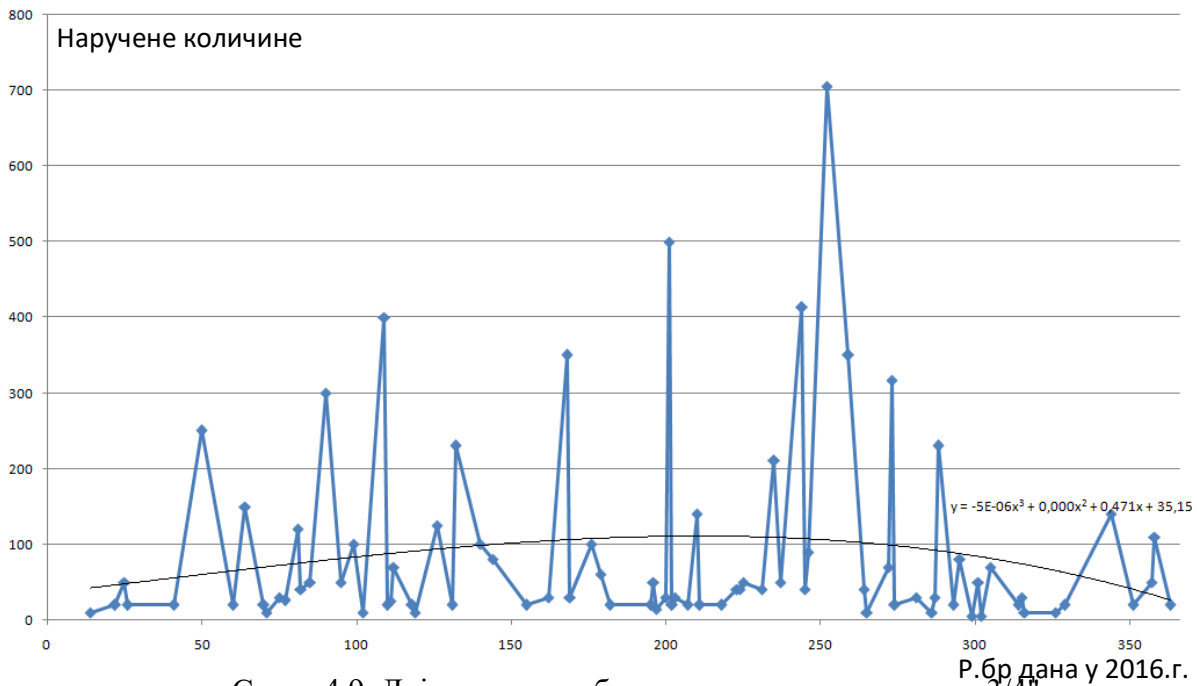
Са слике 4.7 и 4.8 може се приметити да поједини наручиоци имају већи удео у обиму и фрекцији нарудбина током 2016.г. за водомерима 3/4". Тако се изваја наручилац под шифром 02I008, а затим наручилац под шифром 02P009.



Р.бр дана у 2016.г.

Слика 4.8. 3Д приказ нарудбина по купцима за 2016. г. и за водомере 3/4"

На слици 4.9 дат је дијаграм нарудбеница са једначином тренда за водомере 3/4". Једначина тренда којом се апроксимирају наручене количине водомера, због екстрема који се повремено јављају у нарученим количинама, може имати измењен облик па су из тог разлога израчунате контролне границе са 2σ правилу.



Слика 4.9. Дијаграм наруџбеница граница за водомере 3/4"

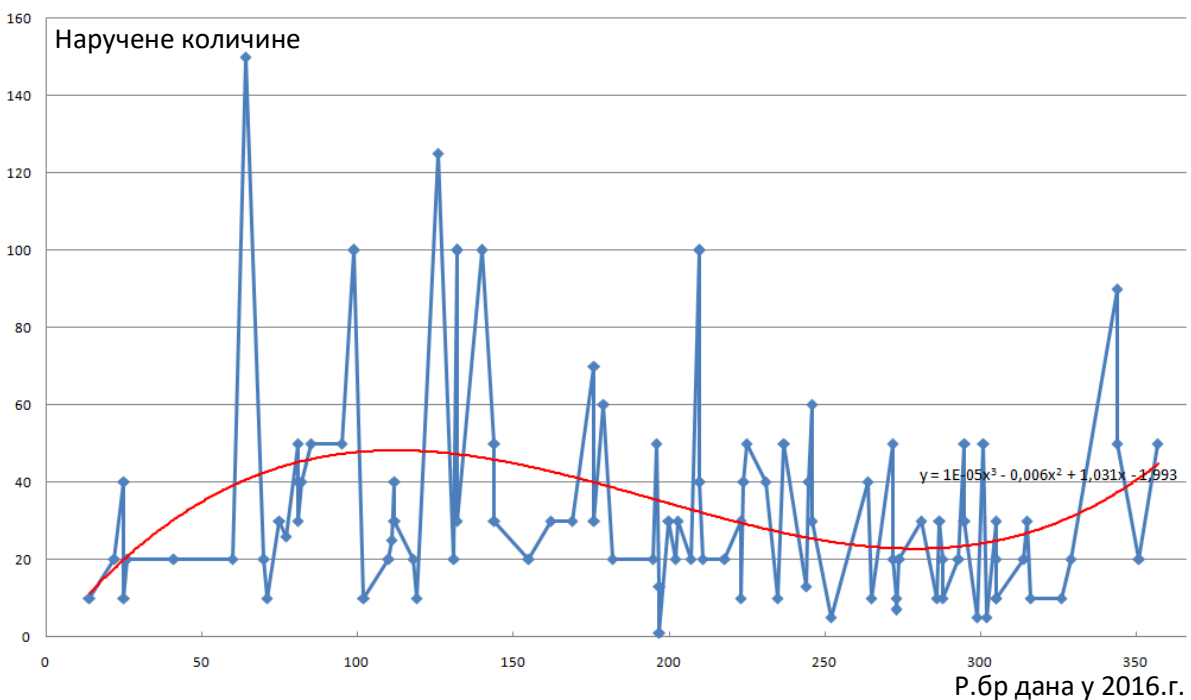
Применом 2σ правила за горњу и доњу контролну границу и прорачуном просечне вредности количине наручених водомера 3/4" добијамо следеће резултате:

$$\bar{\eta} = 66,5$$

$$GKG = \bar{\eta} + 2\sigma\bar{\eta} = 66,5 + 2 * 1,001 * 66,5 = 199,746$$

$$DKG = \bar{\eta} - 2\sigma\bar{\eta} = 66,5 - 2 * 1,001 * 66,5 \rightarrow 0$$

Када се одбаце тачке ван контролних граница, добија се дијаграм приказан на слици 4.10.



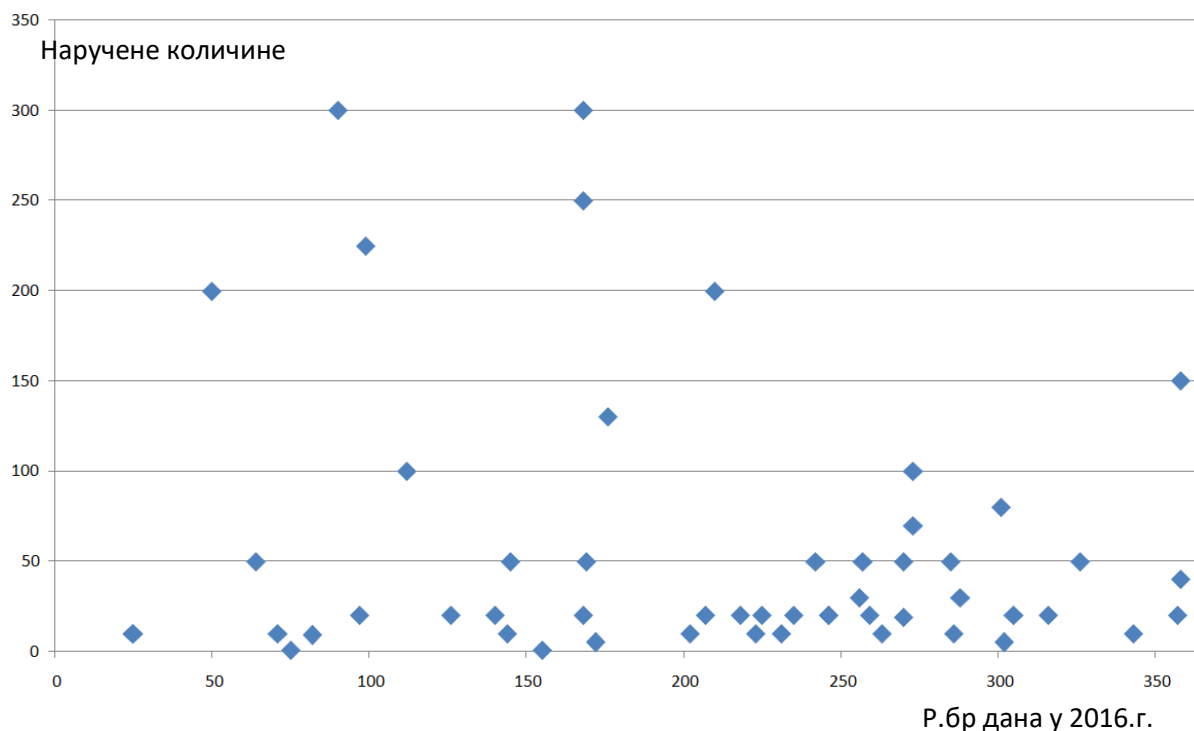
Слика 4.10. Дијаграм наруџбеница унутар контролних граница за водомере 3/4"

Једначина која описује тренд наручених количина водомера 3/4" са слике 4.10 је:

$$y = 1E-05x^3 - 0,006x^2 + 1,031x - 1,993$$

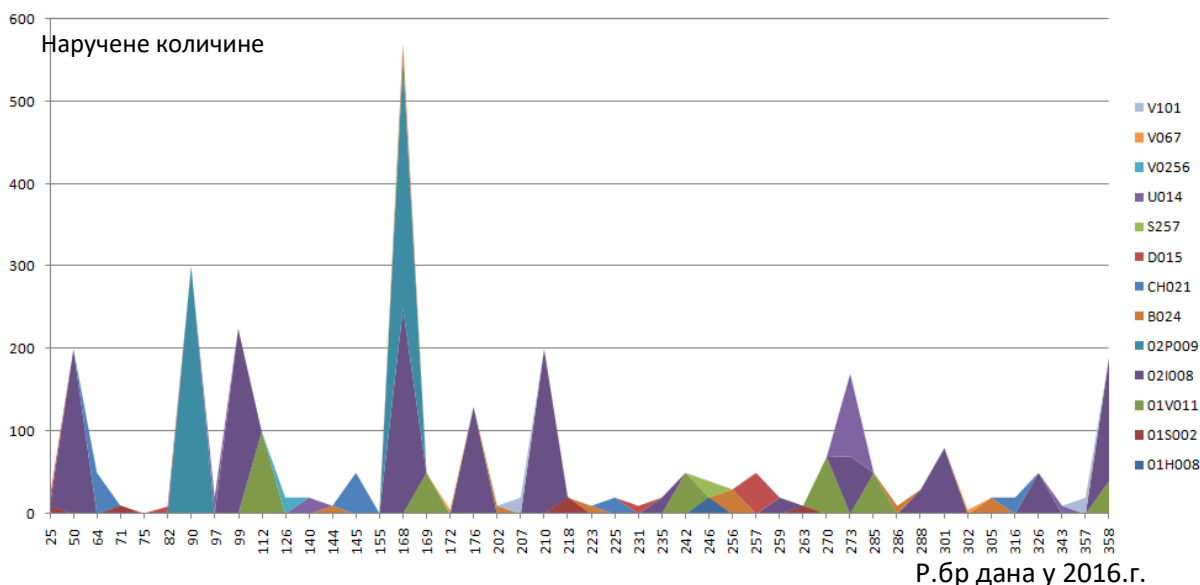
4.3.2 Водомер 1/2"

На слици 4.11 приказане су све наруџбенице за водомере 1/2" током 2016. г.



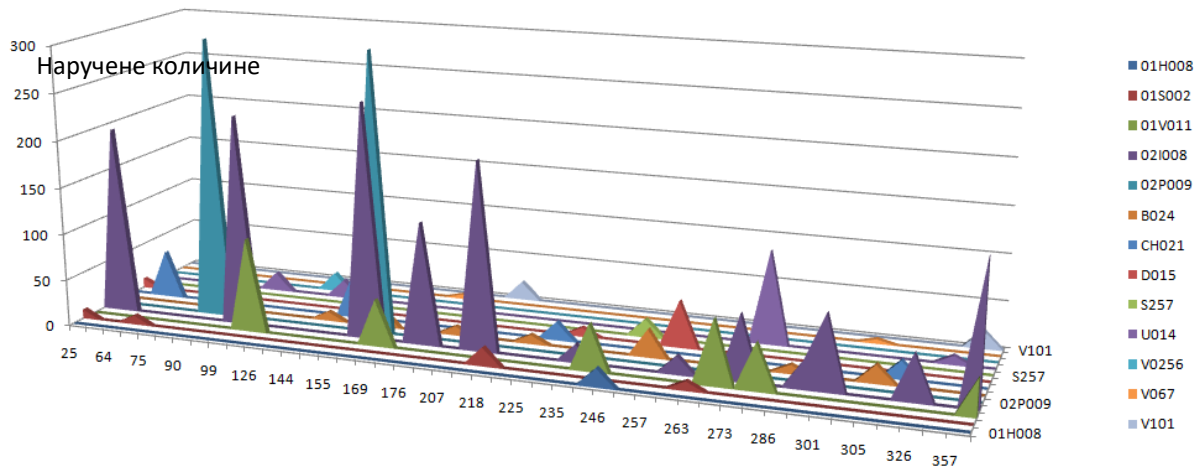
Слика 4.11. Наружбенице у 2016. г. за водомере 1/2"

На слици 4.12 дат је приказ збирних наруџбина по купцима за сваки дан током 2016. године за водомере 1/2".



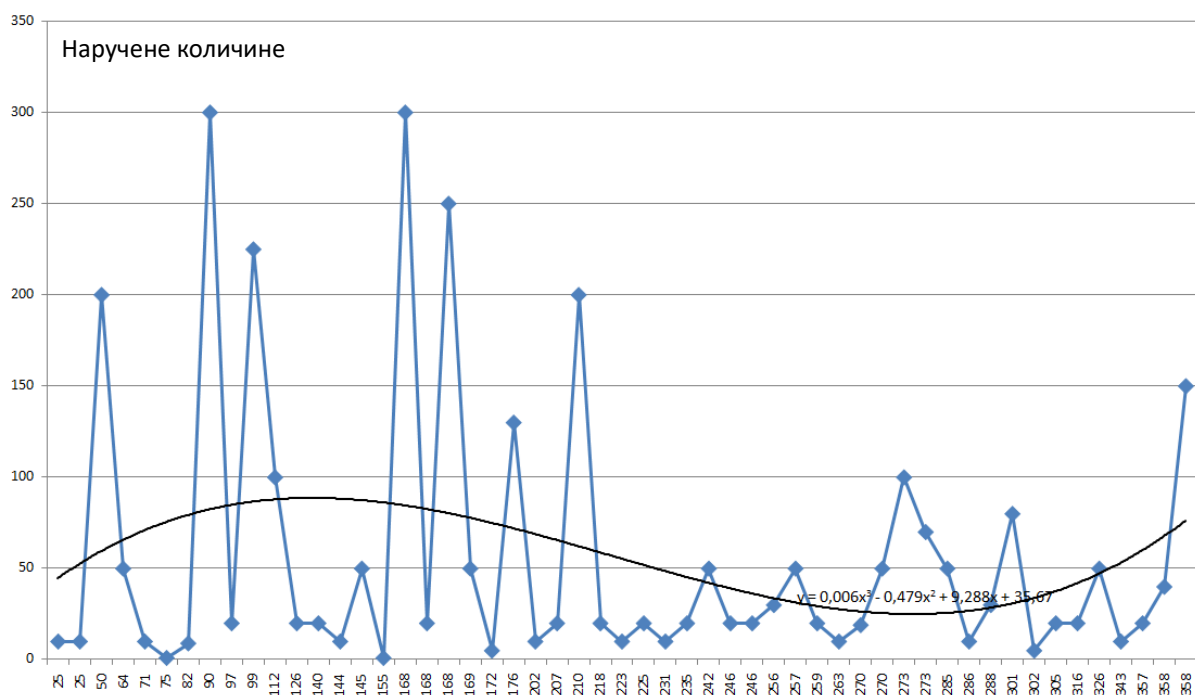
Слика 4.12. Преглед збирних дневних наруџбина по купцима за 2016.г. и за водомере 1/2"

Са слика 4.12 и 4.13 може се приметити да поједини наручиоци имају већи удео у обиму и фрекцији нарудбина током 2016.г. за водомерима 1/2". Тако се изваја наручилац под шифром 02I008, а затим наручилац под шифром 02P009 (исти наручиоци се извајају као и код водомера 3/4").



Р.бр дана у 2016.г.
Слика 4.13. 3Д приказ нарудбина по купцима за 2016.г. и за водомере 1/2"

На слици 4.14 дат је дијаграм нарудбеница са једначином тренда за водомере 1/2". Једначина тренда којом се апроксимирају наручене количине водомера, због екстрема који се повремено јављају у нарученим количинама, може имати измењен облик па су из тог разлога израчунате контролне границе са 2σ правилу.



Р.бр дана у 2016.г.
Слика 4.14. Дијаграм нарудбеница граница за водомере 1/2"

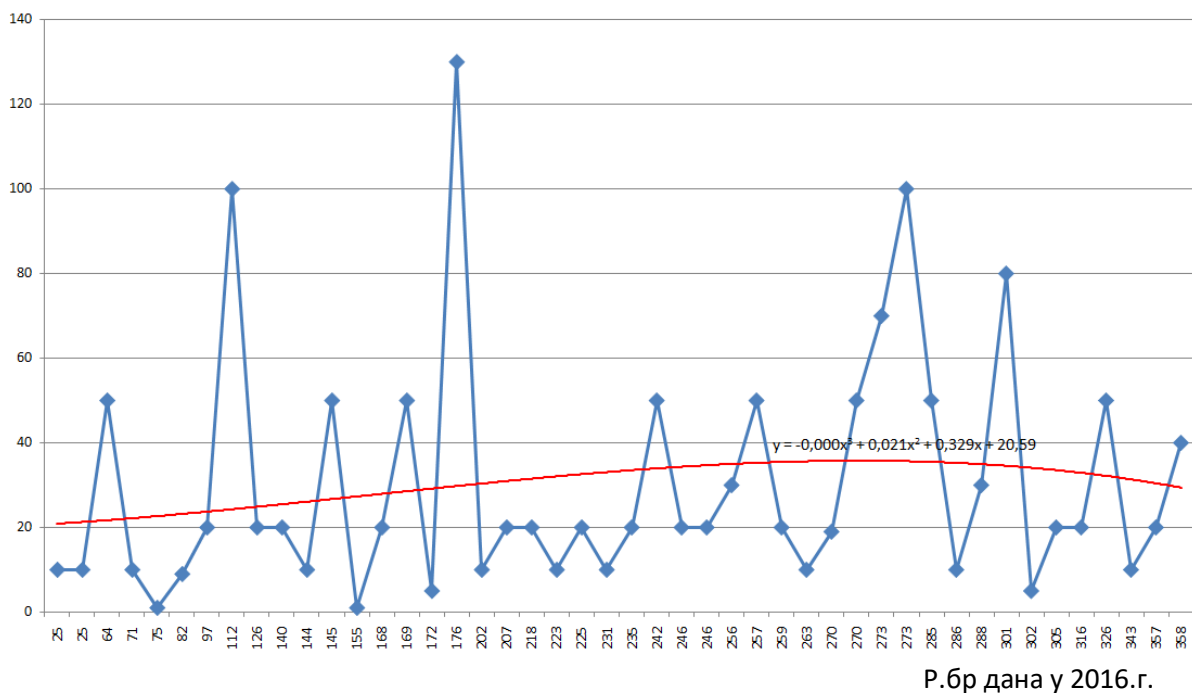
Применом 2σ правила за горњу и доњу контролну границу и прорачуном просечне вредности количине наручених водомера 1/2" добијамо следеће резултате:

$$\bar{\eta} = 57,075$$

$$GKG = \bar{\eta} + 2\sigma\bar{\eta} = 57,075 + 2 * 0,762 * 57,075 = 144,02$$

$$DKG = \bar{\eta} - 2\sigma\bar{\eta} = 57,075 - 2 * 0,762 * 57,075 \rightarrow 0$$

Када се одбаце тачке ван контролних граница, добија се дијаграм приказан на слици 4.15.



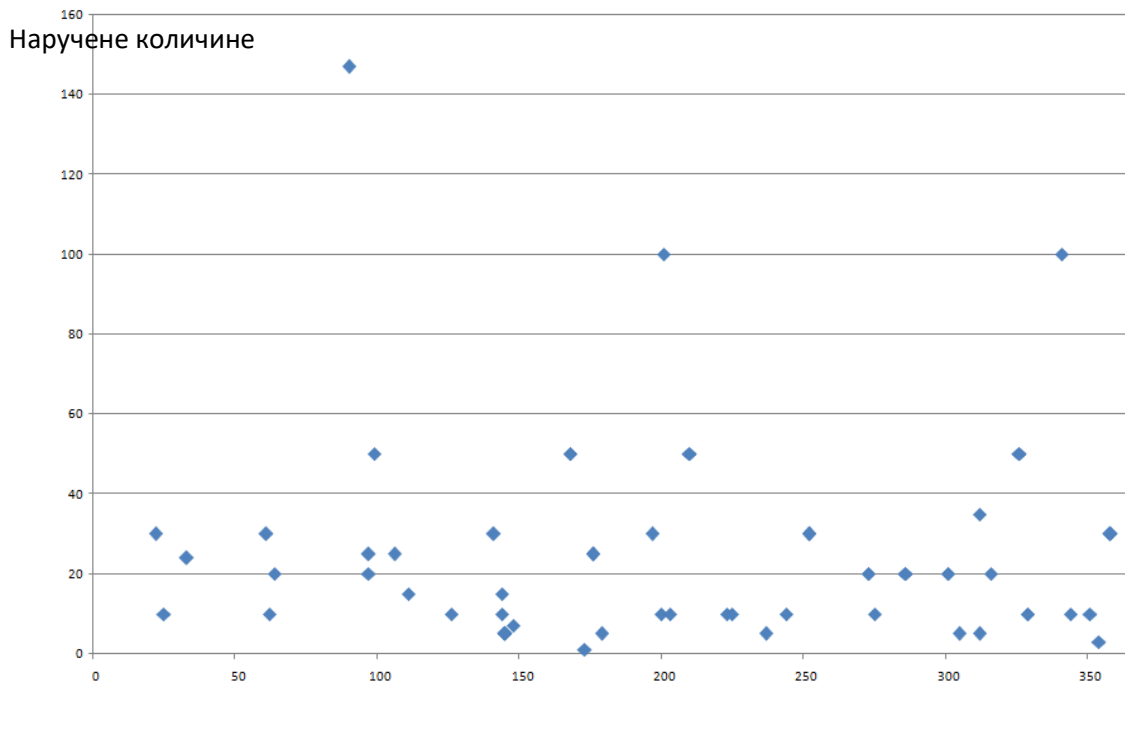
Слика 4.15. Дијаграм наруцбеница унутар контролних граница за водомере 1/2"

Једначина која описује тренд наручених количина водомера 1/2" са слике 4.15 је:

$$y = -0,000x^3 + 0,021x^2 + 0,329x + 20,59$$

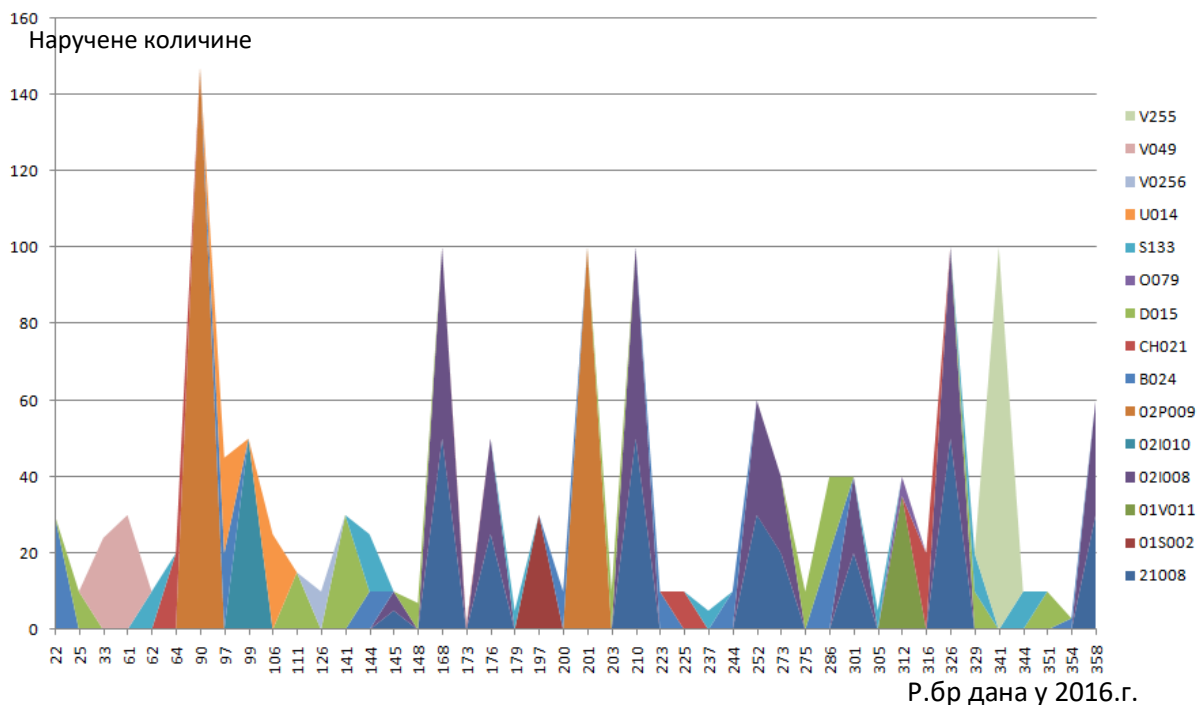
4.3.3 Водомер 1/2" вертикални

На слици 4.16 приказане су све нарудбенице за вертикалне водомере 1/2" током 2016. г.



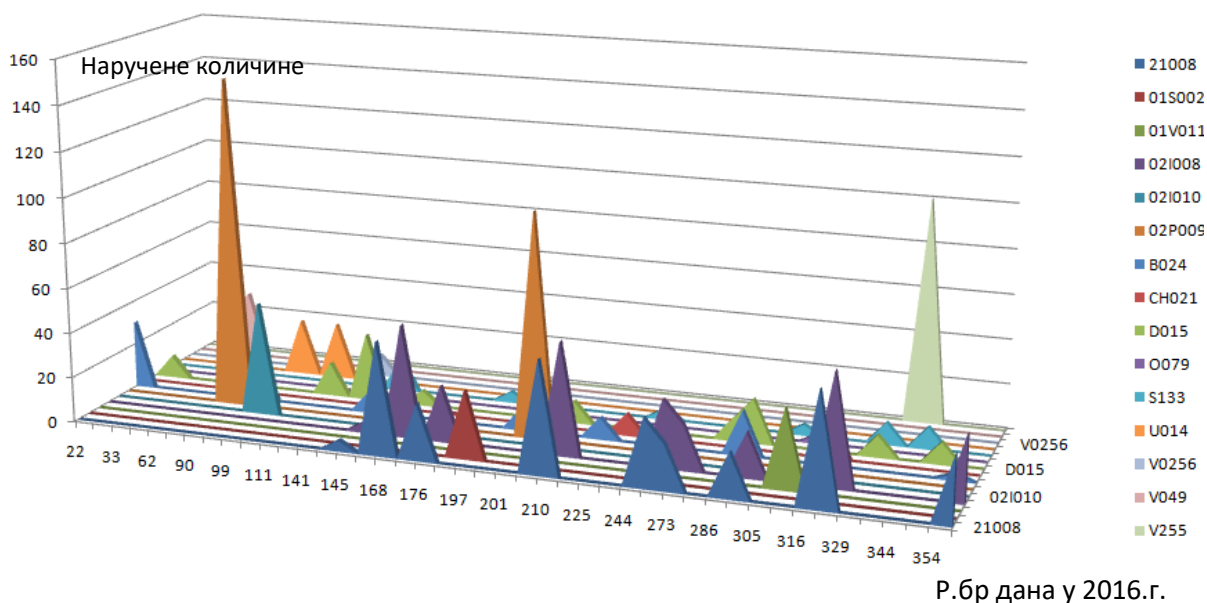
Слика 4.16. Нарудбенице у 2016. г. за вертикалне водомере 1/2"

На слици 4.17 дат је приказ збирних нарудбина по купцима за сваки дан током 2016. године за вертикалне водомере 1/2".



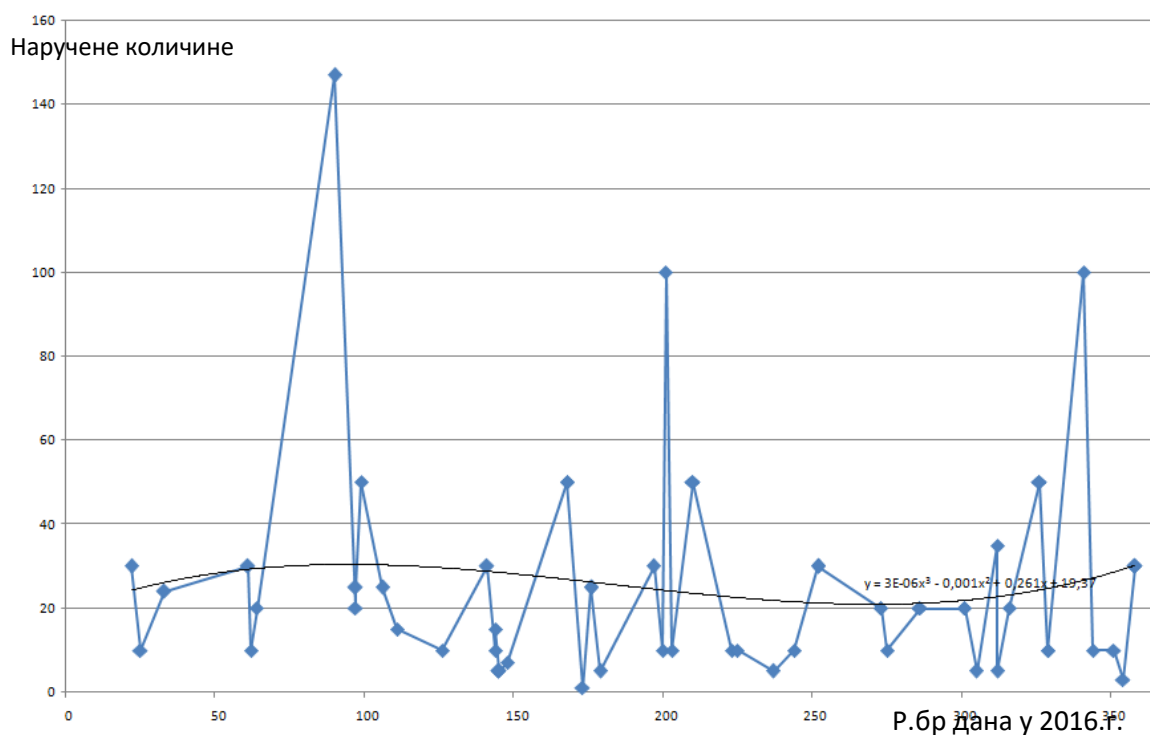
Слика 4.17. Преглед збирних дневних нарудбина по купцима за 2016.г. и за вертикалне водомере 1/2"

Са слика 4.17 и 4.18 може се приметити да поједини наручиоци имају већи удео у обиму и фрекцији наруџбина током 2016.г. за вертикалним водомерима 1/2". Тако се изваја наручилац под шифром 02I008 и 02008.



Слика 4.18. 3Д приказ наруџбина по купцима за 2016.г. и за вертикалне водомере 1/2"

На слици 4.19 дат је дијаграм наруџбеница са једначином тренда за вертикалне водомере 1/2". Једначина тренда којом се апроксимирају наручене количине водомера, због екстрема који се повремено јављају у нарученим количинама, може имати измењен облик па су из тог разлога израчунате контролне границе са 2σ правилом.



Слика 4.19. Дијаграм наруџбеница граница за вертикалне водомере 1/2"

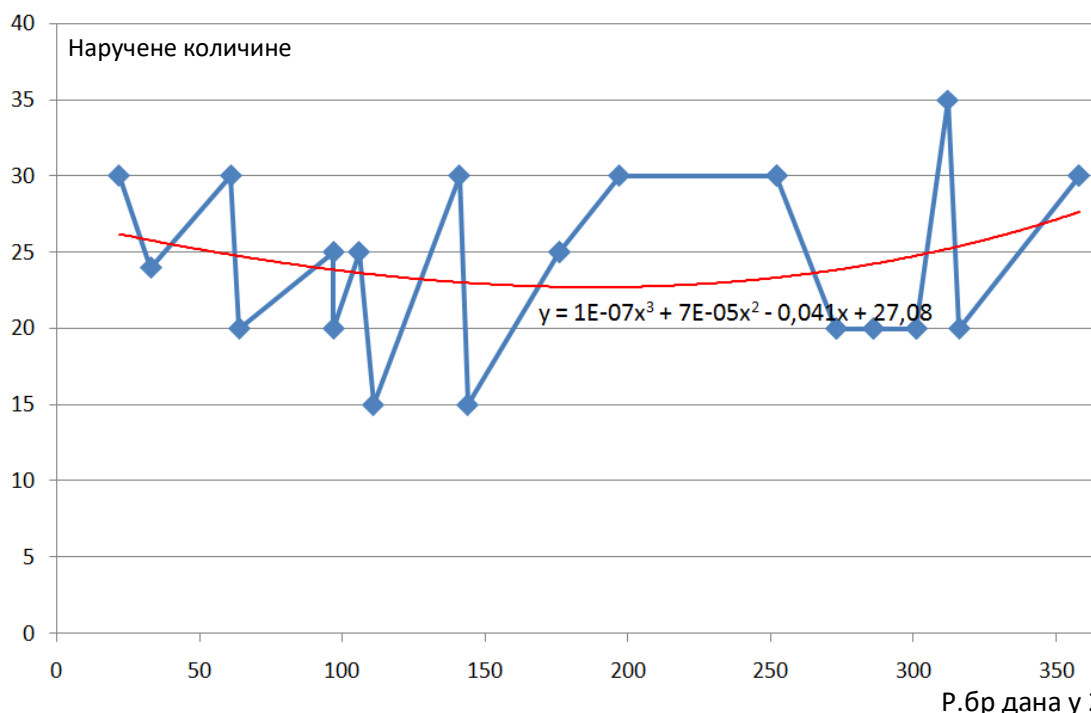
Применом 2σ правила за горњу и доњу контролну границу и прорачуном просечне вредности количине наручених вертикалних водомера 1/2" добијамо следеће резултате:

$$\bar{\eta} = 25,63$$

$$GKG = \bar{\eta} + 2\sigma\bar{\eta} = 25,63 + 2 * 0,258 * 25,63 = 38,903$$

$$DKG = \bar{\eta} - 2\sigma\bar{\eta} = 25,63 - 2 * 0,258 * 25,63 = 12,373$$

Када се одбаце тачке ван контролних граница, добија се дијаграм приказан на слици 4.20.



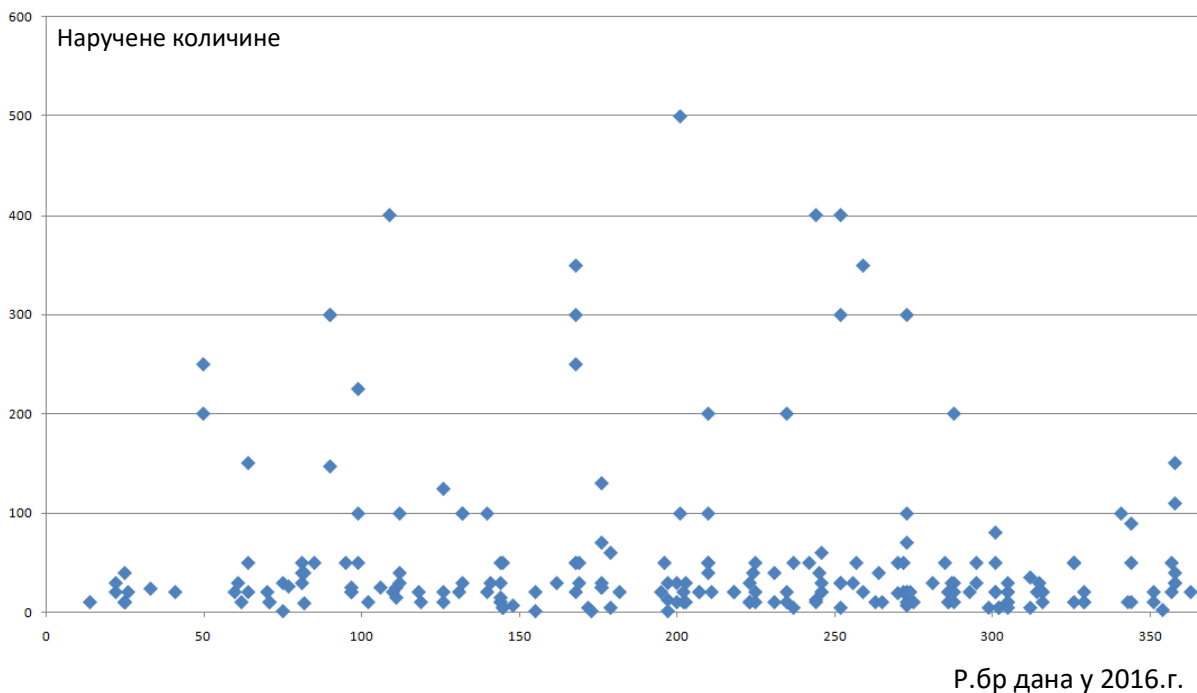
Слика 4.20. Дијаграм наручбеница унутар контролних граница за вертикалне водомере 1/2"

Једначина која описује тренд наручених количина вертикалне водомера 1/2" са слике 4.20 је:

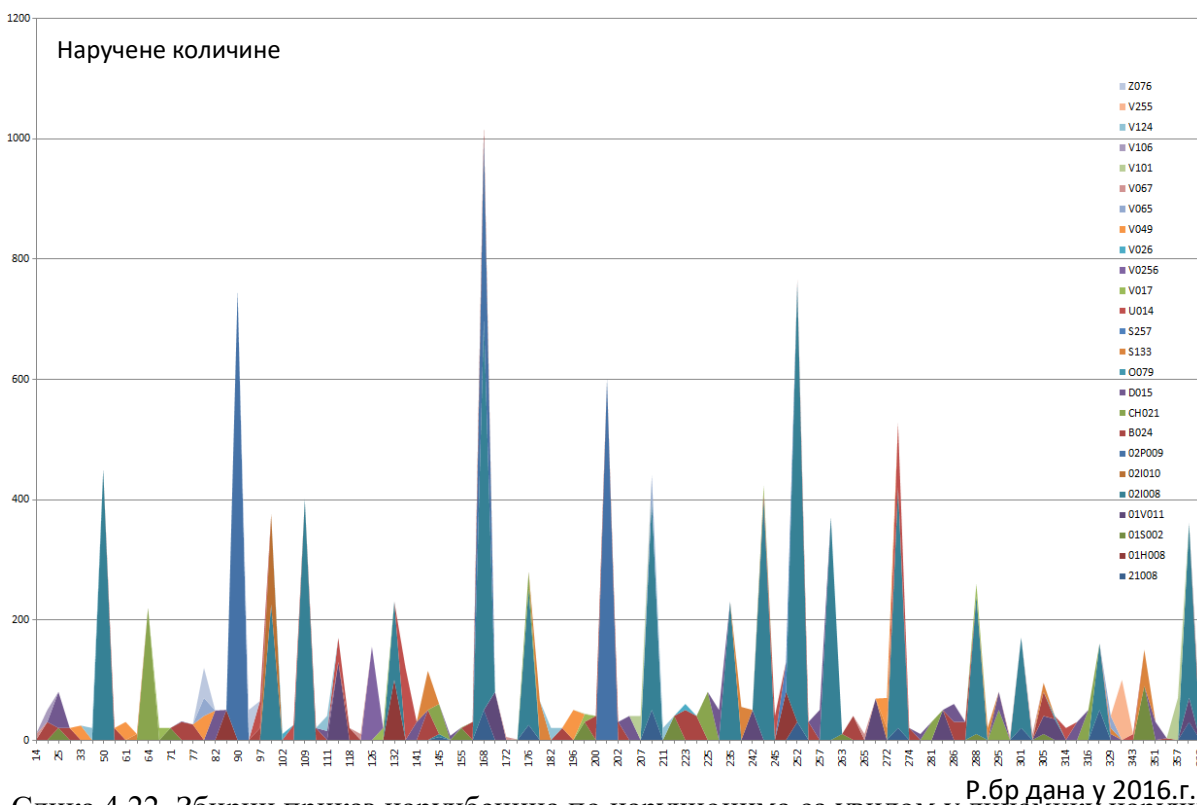
$$y = 1E-07x^3 + 7E-05x^2 - 0,041x + 27,08$$

4.4 Збирна анализа за све посматране врсте водомера

На сликама 4.21 и 4.22 дат је преглед наручених количина свих посматраних водомера (3/4", 1/2" и 1/2" вертикални) збирно како би се сагледао обим рада током 2016. г. у фабрици.



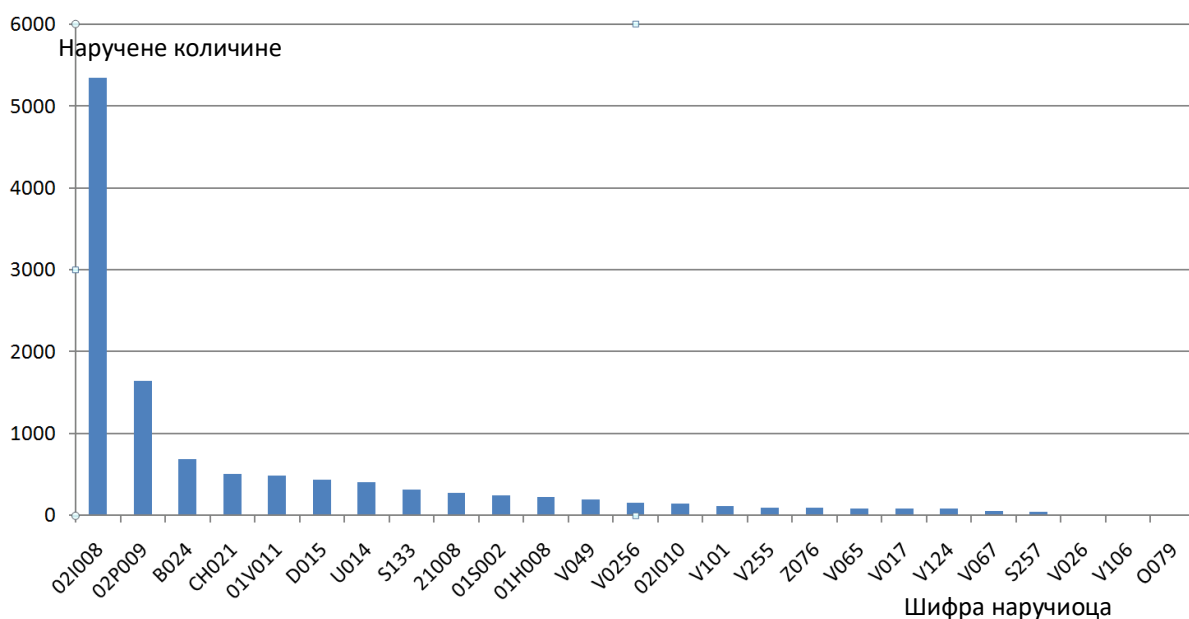
Слика 4.21. Нарудбенице у 2016. г. за све посматране врсте водомера



Слика 4.22. Збирни приказ нарудбеница по наручиоцима са увидом у динамику наручивања током 2016. г.

На слици 4.22 дат је преглед наручених количина свих посматраних водомера (3/4", 1/2" и 1/2" вертикални) по наручиоцима са увидом у динамику наручивања током 2016.г. Са дијаграма се може приметити да се издваја наручилац 02I008 са периодичним и екстремно великим обимом нарудби у односу на остале наручиоце. Када се саберу све количине

наручених водомера у 2016. г. и сортирају у опадајућем низу по наручиоцима за 2016 .г. добија се дијаграм на слици 4.23.



Слика 4.23. Број наручених комада водомера по наручиоцима

Наручилац 02I008 је у 2016.г. је укупно наручио 5345 водомера, док је просек по наручиоцима за исту календарску годину износио 473 водомера. Стога на дијаграмима наручених количина водомера, имамо (слике 4.21 И 4.22) имамо периодичне екстремне вредности које доприносе да управљање наруџбеницама има изражену компоненту неизвесности.

С обзиром да се екстремне вредности у нарученим количинама не могу искључивати из поступка формирања модела за управљање неизвесношћу у процесу планирања производних ресурса (нпр. као код контролних карата што се одбацују тачке које излазе ван граница), у даљем истраживању разматраће се методе које подразумевају анализу вероватноће појаве поменутих екстремних вредности.

У периоду од 1.1.2016 до 31.12.2016. укупно је било 221 наруџбеница за израду водомера. Количине наручених водомера груписане су у 10 група обележених абecedним словима. У табели 4.8 дат је број наруџбеница по групама односно по количинама наручених водомера. Класификација броја наруџбеница по количинама омогућава нам да лакше сагледамо да ли предузеће има већи профит од великог броја мањих наруџбеница или од мањег броја наруџбеница које захтевају израду веће количине водомера. Такође, осим сагледавања профита, класификација наруџбеница по групама омогућава нам и да сагледамо ангажовање

свих производних ресурса на основу чега може да се планира њихово коришћење и расположивост у наредним временским периодима.

Табела 4.8. Приказ броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016. г.

Група	Количина наручених водомера	Број укупних наруџбеница за водомерима
A	0-50	182
B	51-100	15
C	101-150	6
D	151-200	4
E	201-250	3
F	251-300	5
G	301-350	2
H	351-400	3
I	401-450	0
J	451-500	1

На основу табеле 4.8. може да се закључи да је у 2016. години у посматраном предузећу било највише наруџбеница које су захтевале израду водомера у серији мањој од 50 комада. Према табели 4.9 види се да је процентуално учешће наруџбеница групе А 82,35%.

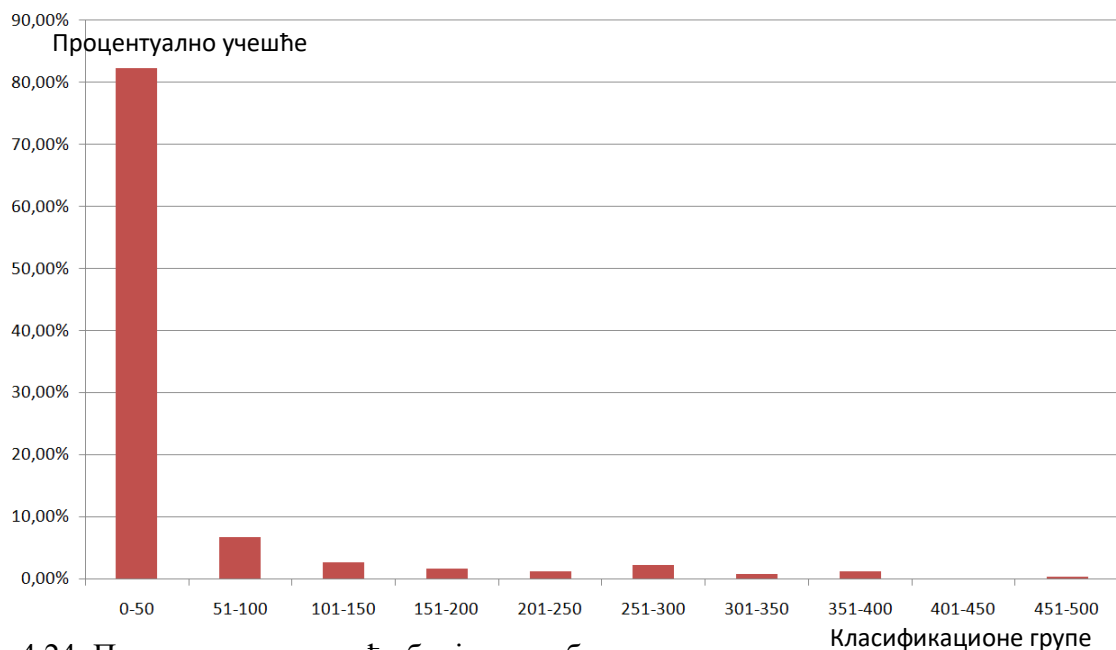
Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама уједно представља и вероватноћу појаве наруџбенице одређене количине водомера, слика 4.9.

Табела 4.9. Приказ проценуталног броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016. г.

Група	Количина наручених водомера	Број укупних наруџбеница за водомерима
A	0-50	82,35%
B	51-100	6,79%
C	101-150	2,71%
D	151-200	1,81%
E	201-250	1,36%

F	251-300	2,26%
G	301-350	0,90%
H	351-400	1,36%
I	401-450	0,00%
J	451-500	0,45%

Дијаграмски процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016. г. дато је на слици 4.24.



Слика 4.24. Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016. г.

У табели 4.10 издвојени су подаци за укупан број водомера и укупној цена по класификационим групама. Уз табеле се може уочити да у појединим класификационим групама имамо већи број водомера (захтева већи рад и ангажовање производних ресурса) а разлике постоје и у оствареном профиту по класификационим групама. Разлике у профиту потичу од различите цене водомера 3/4", 1/2" и 1/2" вертикални, и различиту њихову заступљеност по класификационим групама.

Табела 4.10. Укупан број наручених комада водомера и укупна цена по класификационим групама

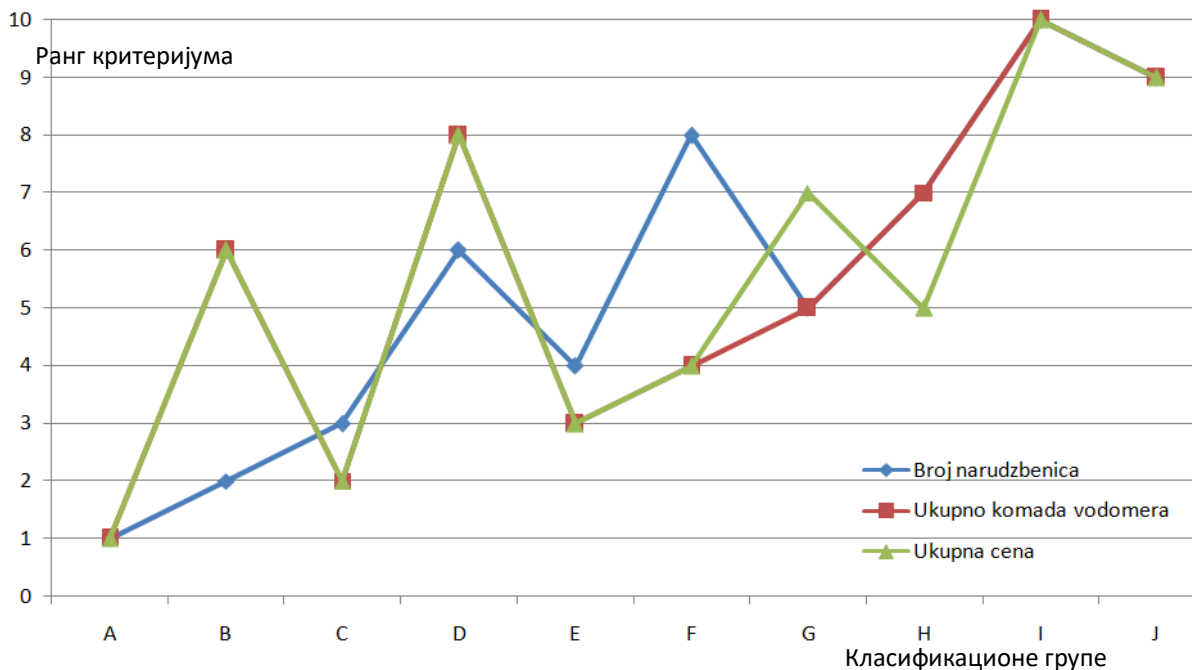
Група	Број наручених водомера	Укупно комада водомера	Укупна цена (дин)
A	0-50	4260	11901190,0
B	51-100	1330	3710546,0
C	101-150	821	2233601,3
D	151-200	800	2167760,0
E	201-250	725	1916495,0
F	251-300	1500	4128600,0
G	301-350	700	2046240,0
H	351-400	1200	3507840,0
I	401-450	0	0,0
J	451-500	500	1461600,0

Ако посматрамо укупан број наруџбеница, укупан број комада водомера и укупну цену као утицајне критеријуме, онда на основу података из табеле 4.9 и 4.10 можемо да дефинишемо ранг сваке класификационе групе у односу на постављене утицајне критеријуме, табела 4.11.

Табела 4.11. Рангирање критеријума

Ранг критеријума	Број наруџбеница	Укупно комада водомера	Укупна цена (дин)
1	A	A	A
2	B	F	F
3	C	B	B
4	F	H	H
5	D	C	C
6	H	D	D
7	E	E	G
8	G	G	E
9	J	J	J
10	I	I	I

На слици 4.25 представљено је дијаграмски рангирање разматраних критеријума. Дијаграмски приказ омогућава да се јасно уочи да су код критеријума укупан број комада и укупна цена класификационе групе углавном подједнаког ранга. Код критеријума укупан број наруџбеница водомера долази до значајнијег одступања класификационих група Б, Д и Ф.



Слика 4.25. Рангирање критеријума

Класификациона група А је по свим критеријумима прворангирана и она представља највећи удео у раду, коришћењу производних ресурса и приходу.

Класификациона група Ф је другорангирана по укупном броју комада (1500 комада водомера) а по броју наруџбеница и по укупној цени је четврторангирана што указује да је ова група исплативија од свих осталих група осим од групе А. Класификациона група Б је по критеријумима број наруџбеница и укупној цени трећерангирана, а по критеријуму укупно комада водомера другорангирана што указује да је ова група одмах после класификационе групе Ф најисплативија.

Класификациона група Х има већи ранг по критеријумима број наруџбеница и укупна цена у односу на ранг по критеријуму укупно комада водомера што указује на нешто повољнији положај ове групе у односу на групе Д, Ц, Е, Г И, Ј.

У даљем тексту изведена је анализа по класификационим групама за сваку врсту водомера. Структура прихода од водомера у 2016.г. је дата у табели 4.12.

Табела 4.12. Структура прихода од водомера у 2016. г.

Врста водомера	Укупан приход (дин.)	Процентуа лно учешће у укупном приходу	Укупан број комада	Процентуа лно учешће у укупном броју комада	Укупан број наруџбеница	Процентуа лно учешће у броју наруџбеница
Водомер 3/4"	21383208	64,7%	7315	61,9%	110	49,8%
Водомер 1/2"	7551005	22,8%	3025	25,6%	53	24,0%
Водомер 1/2" вертикални	4139659,3	12,5%	1487	12,6%	58	26,2%
Укупно	33073872,3	100%	11827	100,0%	221	100,0%

Према свим посматраним критеријумима водомер 3/4" има највеће учешће.

4.5 Анализа потражње за посматране врсте водомера

4.5.1 Водомер 3/4"

Табела 4.13. Приказ броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016. г. за водомер 3/4"

Група	Количина наручених водомера	Број укупних наруџбеница за водомерима
A	0-50	86
B	51-100	9
C	101-150	3
D	151-200	2
E	201-250	1

F	251-300	3
G	301-350	2
H	351-400	3
I	401-450	0
J	451-500	1

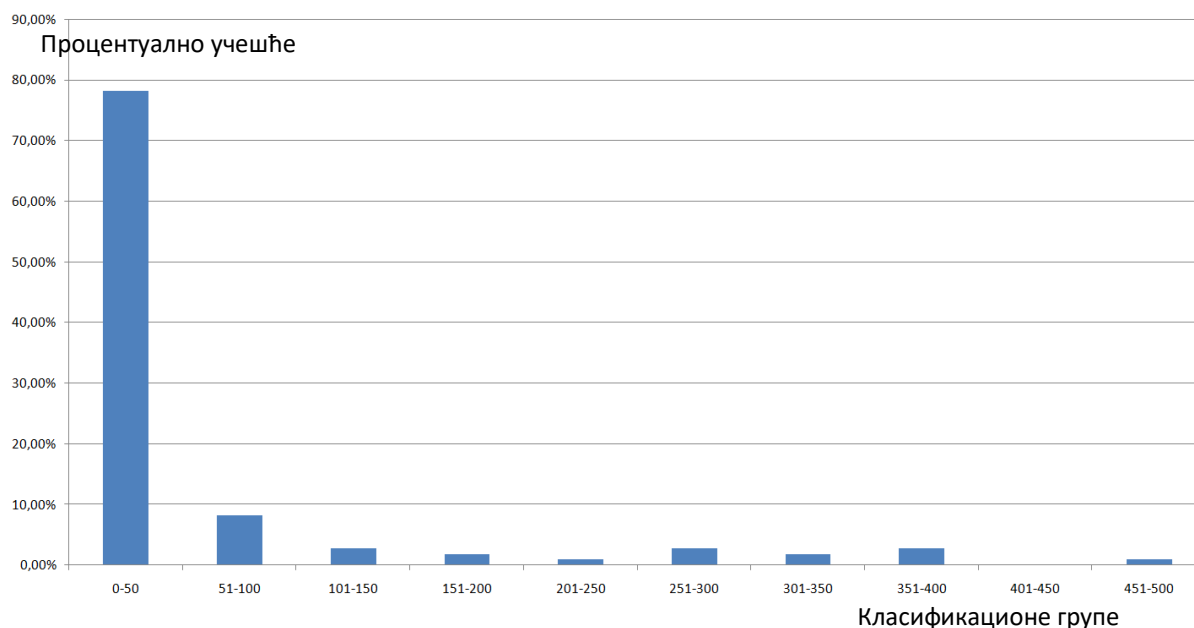
На основу табеле 4.13 може да се закључи да је у 2016. години у посматраном предузећу било највише наруџбеница које су захтевале израду водомера 3/4" у серији мањој од 50 комада.

Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама уједно представља и вероватноћу појаве наруџбенице одређене количине водомера, табела 4.14. Такође се види да је процентуално учешће наруџбеница групе А 78,18%.

Табела 4.14. Приказ проценуалног броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016. г. за водомер 3/4"

Група	Количина наручених водомера	Број укупних наруџбеница за водомерима
A	0-50	78,18%
B	51-100	8,18%
C	101-150	2,73%
D	151-200	1,82%
E	201-250	0,91%
F	251-300	2,73%
G	301-350	1,82%
H	351-400	2,73%
I	401-450	0,00%
J	451-500	0,91%

Дијаграмски процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016. г. дато је на слици 4.26.



Слика 4.26. Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016. г.

Са слике 4.26 може се закључити да и код водомера 3/4", највећу процентуалну заступљеност има класификациона група А (78,18%) односно група у којој су наручиване серије до 50 комада водомера.

Табела 4.15. Укупан број наручених комада водомера и укупна цена по класификационим групама за водомер 3/4"

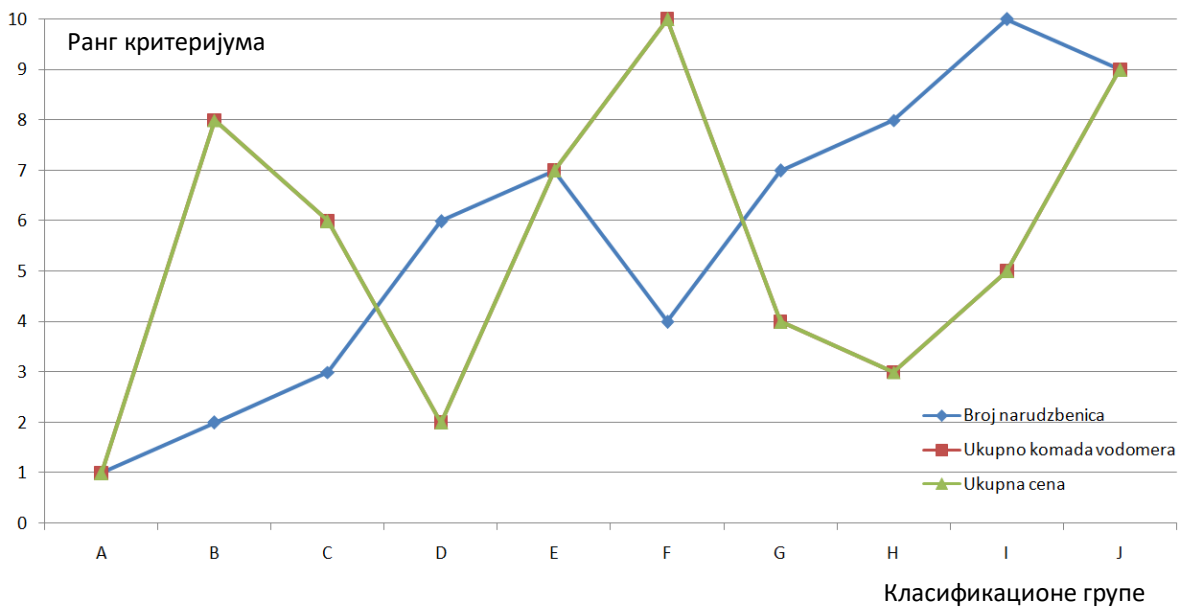
Група	Број наручених водомера	Укупно комада водомера	Укупна цена (дин)
А	0-50	2200	6431040,0
В	51-100	780	2280096,0
С	101-150	385	1125432,0
Д	151-200	400	1169280,0
Е	201-250	250	730800,0
Ф	251-300	900	2630880,0
Г	301-350	700	2046240,0
Н	351-400	1200	3507840,0
И	401-450	0	0,0
Ј	451-500	500	1461600,0

Табела 4.15 формирана је како би се дошло до података изложених у табели 4.16 у којој се види ранг сваке класификационе групе по постављеним критеријумима.

Табела 4.16. Рангирање критеријума

Ранг критеријума	Број наруџбеница	Укупно комада водомера	Укупна цена (дин)
1	A	A	A
2	B	H	H
3	C	F	F
4	F	B	B
5	H	G	G
6	D	J	J
7	G	D	D
8	E	C	C
9	J	E	E
10	I	I	I

На слици 4.27 представљено је дијаграмски рангирање класификационих група по разматраним критеријумима који су дати у табели 4.16. На дијаграму се може приметити значајније одступање у ранговима класификационих група у односу на дијаграм 5.20. У овом случају имам потпуно поклапање критеријума број комада и укупна цена јер је у питању само једна врста водомера тако да су број комада и укупана цена пропорционалне величине. Значајно одступање пристуно је код ранга класификационих група Б, Д, Ф, Х, И.



Слика 4.27. Рангирање критеријума

Анализа указује да је класификациона група А по свим посматраним критеријумима прворангирана, али за њом следи класификациона група Х (серије од 351-400 комада) које су после класификационе групе А најисплативије и имају 8,18% учешће у укупном раду. Оваква структура ранжираних класификационих група за водомере 3/4" се разликује од структуре рангирања класификационих група када се посматрају сви водомери где после класификационе групе А следи класификациона група Ф (серије од 251-300 комада).

4.5.2 Водомер 1/2"

Табела 4.17. Приказ броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016. г. за водомер 1/2"

Група	Количина наручених водомера	Број укупних наруџбеница за водомерима
A	0-50	41
B	51-100	4
C	101-150	2
D	151-200	2
E	201-250	2
F	251-300	2
G	301-350	0
H	351-400	0
I	401-450	0
J	451-500	0

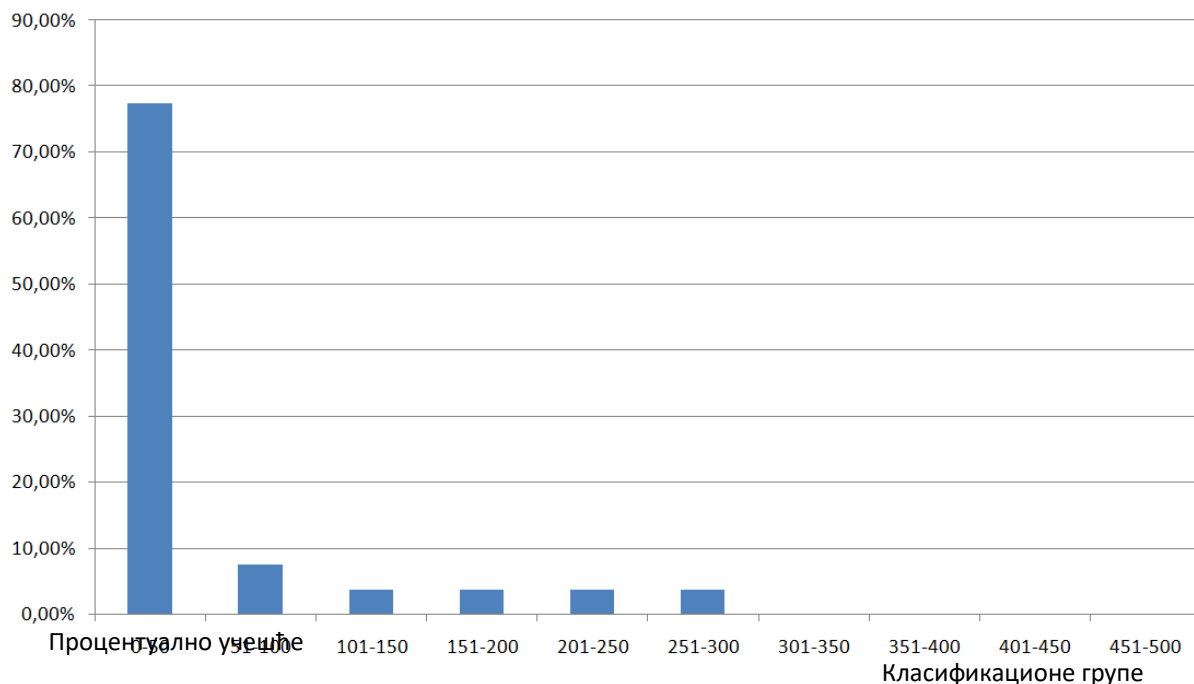
На основу табеле 4.17 може да се закључи да је у 2016. години у посматраном предузећу било највише наруџбеница које су захтевале израду водомера 1/2" у серији мањој од 50 комада. Према табели 5.11 види се да је процентуално учешће наруџбеница групе А 77,36%. Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама уједно представља и вероватноћу појаве наруџбенице одређене количине водомера, табела 4.18.

Табела 4.18. Приказ проценуталног броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016. г. за водомер 1/2"

Група	Количина наручених водомера	Број укупних наруџбеница за водомерима
A	0-50	77,36%
B	51-100	7,55%
C	101-150	3,77%
D	151-200	3,77%
E	201-250	3,77%
F	251-300	3,77%

G	301-350	0,00%
H	351-400	0,00%
I	401-450	0,00%
J	451-500	0,00%

Дијаграмски процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016. г. дато је на слици 4.28.



Слика 4.28.. Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016. г.

Са слике 4.28 може се закључити да и код водомера 1/2", највећу процентуалну заступљеност има класификациона група А (78,18%) односно група у којој су наручиване серије до 50 комада водомера.

Табела 4.19. Укупан број наручених комада водомера и укупна цена по класификационим групама за водомер 1/2"

Група	Број наручених водомера	Укупно комада водомера	Укупна цена (дин)
A	0-50	920	2296504,0
B	51-100	350	873670,0

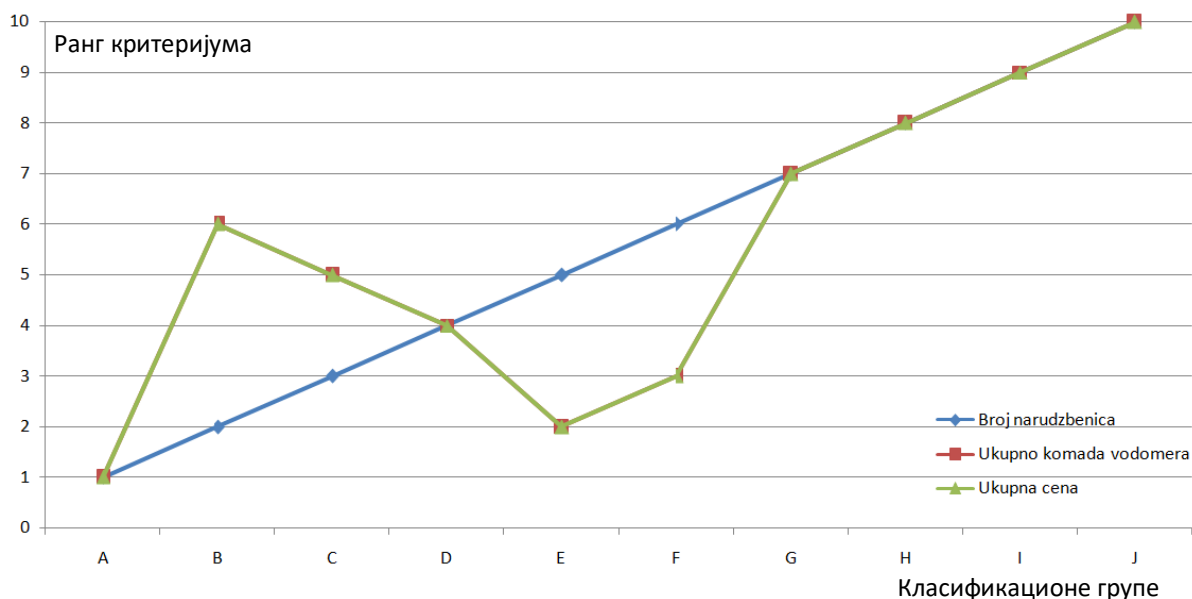
C	101-150	280	698936,0
D	151-200	400	998480,0
E	201-250	475	1185695,0
F	251-300	600	1497720,0
G	301-350	0	0,0
H	351-400	0	0,0
I	401-450	0	0,0
J	451-500	0	0,0

Табела 4.19 формирана је како би се дошло до података изложених у табели 4.20 у којој се види ранг сваке класификационе групе по постављеним критеријумима.

Табела 4.20. Рангирање критеријума

Ранг критеријума	Број наруџбеница	Укупно комада водомера	Укупна цена (дин)
1	A	A	A
2	B	F	F
3	C	E	E
4	D	D	D
5	E	B	B
6	F	C	C
7	G	G	G
8	H	H	H
9	I	I	I
10	J	J	J

На слици 4.29 представљено је дијаграмски рангирање класификационих група по разматраним критеријумима који су дати у табели 4.20. На дијаграму се може приметити значајније одступање у ранговима класификационих група у односу на дијаграм 4.25. У овом случају имам потпуно поклапање критеријума број комада и укупна цена јер је у питању само једна врста водомера тако да су број комада и укупна цена пропорционалне величине. Значајно одступање пристуно је код ранга класификационих група Б, Д, Ф, Х, И.



Слика 4.29. Рангирање критеријума

Анализа указује да је класификациона група А по свим посматраним критеријумима прворангирана, али за њом следи класификациона група Ф (серије од 251-300 комада) које су после класификационе групе А најисплативије. Оваква структура ранжираних класификационих група за водомере 1/2" иста је као и структура ранга класификационих група када се посматрају сви водомери.

4.5.3 Водомер 1/2" вертикални

Табела 4.21. Приказ броја нарудзбеница по нарученим количинама за 2016. г. за водомер 1/2" вертикална

Група	Количина наручених водомера	Број укупних нарудзбеница за водомерима
A	0-50	41
B	51-100	4
C	101-150	2
D	151-200	2
E	201-250	2
F	251-300	2

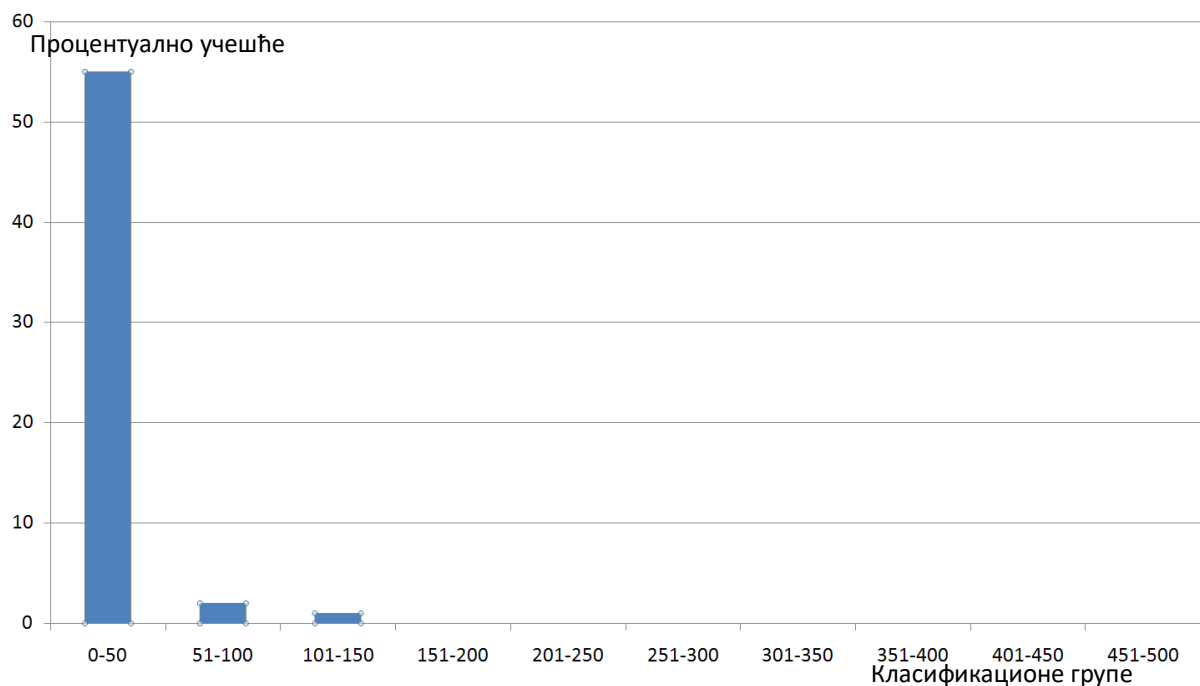
G	301-350	0
H	351-400	0
I	401-450	0
J	451-500	0

На основу табеле 4.21 може да се закључи да је у 2016. години у посматраном предузећу било највише наруџбеница које су захтевале израду вериткалних водомера 1/2" у серији мањој од 50 комада. Према табели 4.22 види се да је процентуално учешће наруџбеница групе А 94,83%. Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама уједно представља и вероватноћу појаве наруџбенице одређене количине водомера.

Табела 4.22. Приказ проценуталног броја наруџбеница по нарученим количинама за 2016. г. за водомер 1/2" верикални

Група	Количина наручених водомера	Број укупних наруџбеница за водомерима
A	0-50	94,83%
B	51-100	3,45%
C	101-150	1,72%
D	151-200	0,00%
E	201-250	0,00%
F	251-300	0,00%
G	301-350	0,00%
H	351-400	0,00%
I	401-450	0,00%
J	451-500	0,00%

Дијаграмски процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016. г. дато је на слици 4.30.



Слика 4.30. Процентуално учешће броја наруџбеница груписаних по нарученим количинама водомера за 2016. г.

Са слике 4.30 може се закључити да и код верикалних водомера 1/2", највећу процентуалну заступљеност има класификациона група А (78,18%) односно група у којој су наручиване серије до 50 комада водомера.

Табела 4.23. Укупан број наручених комада водомера и укупна цена по класификационим групама за водомер 1/2" вертикални

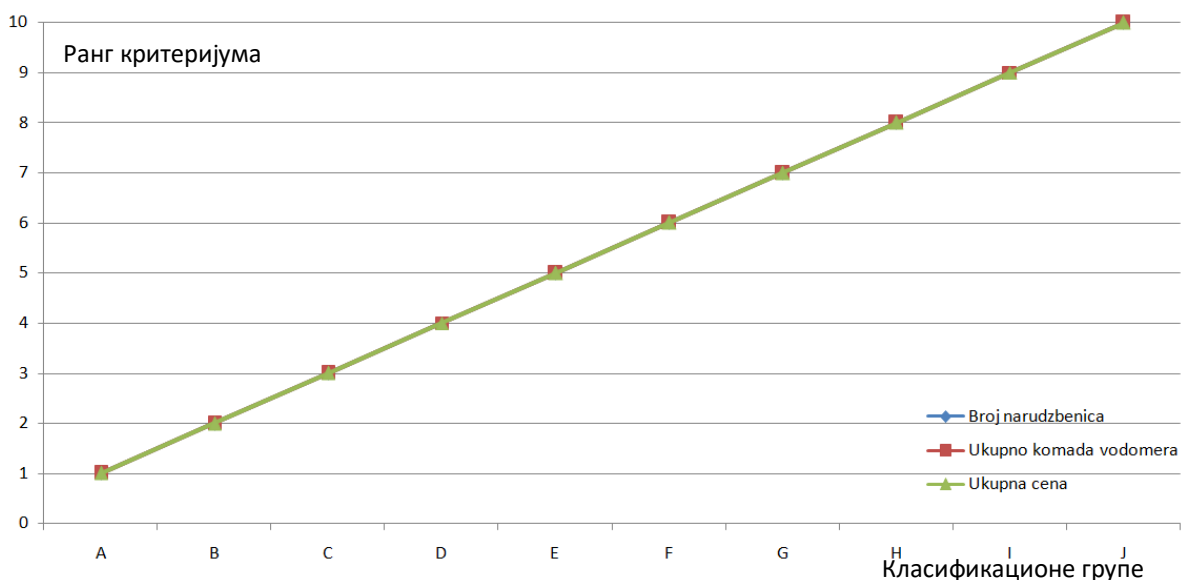
Група	Број наручених водомера	Укупно комада водомера	Укупна цена (дин)
А	0-50	1140	3173646,0
В	51-100	200	556780,0
С	101-150	147	409233,3
Д	151-200	0	0,0
Е	201-250	0	0,0
Ф	251-300	0	0,0
Г	301-350	0	0,0
Н	351-400	0	0,0
И	401-450	0	0,0
Ј	451-500	0	0,0

Табела 4.23 формирана је како би се дошло до података изложених у табели 4.24 у којој се види ранг сваке класификационе групе по постављеним критеријумима.

Табела 4.24. Рангирање критеријума

Ранг критеријума	Број наруџбеница	Укупно комада водомера	Укупна цена (дин)
1	A	A	A
2	B	B	B
3	C	C	C
4	D	D	D
5	E	E	E
6	F	F	F
7	G	G	G
8	H	H	H
9	I	I	I
10	J	J	J

На слици 4.31 представљено је дијаграмски рангирање класификационих група по разматраним критеријумима који су дати у табели 4.24. На дијаграму се може приметити значајније одступање у ранговима класификационих група у односу на дијаграм 4.25. У овом случају имам потпуно поклапање ранга класификационих група по свим критеријумима.



Слика 4.31. Рангирање критеријума

Анализа указује да је класификациона група А по свим посматраним критеријумима прворангирана, али за њом следи класификациона група Б (серије од 51-100 комада) које су после класификационе групе А најисплативије. Треће рангирана класификациона група је Ц по свим критеријумима, а остале класификационе групе нису заступљене код ове врсте водомера.

Односно, анализа указује да код ове врсте водомера имамо најмање пристуноу неизвесност у потражњи и величини серије по наруџбеницама. Највећа неизвесност присутна је код водомера 3/4" који уједно има и највећи удео у укупним приходима предузећа (64,7%) у односу на остале две врсте посматраних водомера.

4.6 Анализа расположивих машинских капацитета

Ради анализе расположивих машинских капацитета, у даљем поступку истраживања изложен је списак машина које учествују у процесу производње посматраних 6 врста водомера:

1. ENGEL ES 700/225

Центраж алата \varnothing 160
Пречник шнеке \varnothing 50
Капацитет 353 gr
Отвор машине 300 -610 mm
Ширина алата 510 mm
Сила затварања 225 тона
Година производње 1991.

Центраж алата \varnothing 125
Пречник шнеке \varnothing 40
Капацитет 158 gr
Отвор машине 200 -475 mm
Ширина алата 305 mm
Сила затварања 70 тона
Година производње 1989.

2. BETENFELD BK-T 1300/500

Центраж алата \varnothing 125
Пречник шнеке \varnothing 40
Капацитет 206 gr
Отвор машине 250 -670 mm
Ширина алата 460 mm
Сила затварања 130 тона
Година производње 1990.

5. ARBURG – 221-75-350

Центраж алата \varnothing 110
Пречник шнеке \varnothing 30
Капацитет 59 gr
Отвор машине 200 -475 mm
Ширина алата 220 mm
Сила затварања 35 тона
Година производње 1988.

3. ARBURG – 221-55-250

Центраж алата \varnothing 110
Пречник шнеке \varnothing 25
Капацитет 40 gr
Отвор машине 150 -475mm
Ширина алата 215 mm
Сила затварања 25 тона
Година производње 1980.

6. ARBURG – 750-210-320M

Центраж алата \varnothing 125
Пречник шнеке \varnothing 35
Капацитет 121 gr
Отвор машине 250 – 625 mm
Ширина алата 320 mm
Сила затварања 75 тона
Година производње 1993.

4. ARBURG – 305-210-700

7. ARBURG – 500-90-270D

Центраж алата \varnothing 110
Пречник шнеке \varnothing 18
Капацитет 21 gr
Отвор машине 225 -550 mm
Ширина алата 270 mm
Сила затварања 50 тона
Година производње 1989.

8. ARBURG – 350 90-270D

Центраж алата \varnothing 110
Пречник шнеке \varnothing 25
Капацитет 41 gr
Отвор машине 225 -550 mm
Ширина алата 270 mm
Сила затварања 35 тона
Година производње 1991.

9. ARBURG – 350-90-220D

Центраж алата \varnothing 110
Пречник шнеке \varnothing 25
Капацитет 41 gr
Отвор машине 200 -475 mm
Ширина алата 220 mm
Сила затварања 35 тона
Година производње 1989.

10. ARBURG – 305-210-700

Центраж алата \varnothing 125
Пречник шнеке \varnothing 40
Капацитет 158 gr
Отвор машине 200 -475mm
Ширина алата 305 mm

Сила затварања 70 тона
Година производње 1989.

11. ARBURG – 350-90-220D

Центраж алата \varnothing 110
Пречник шнеке \varnothing 22
Капацитет 32 gr
Отвор машине 200 -475 mm
Ширина алата 220 mm
Сила затварања 35 тона
Година производње 1989.

12. ENGEL

Центраж алата \varnothing 125
Пречник шнеке \varnothing 45
Капацитет 287 gr
Отвор машине 250 -750 mm
Ширина алата 460 mm
Сила затварања 150 тона
Година производње 1988.

13. BATENFELD 170/60

Центраж алата \varnothing 110
Пречник шнеке \varnothing 35
Капацитет 103 gr
Отвор машине 175 -550 mm
Ширина алата 300 mm
Сила затварања 60 тона
Година производње 1979.

14. ARBURG – 850-210-320D

Центраж алата \varnothing 125
Пречник шнеке \varnothing 35
Капацитет 121 gr
Отвор машине 250 -625 mm
Ширина алата 320 mm

Сила затварања 85 тона
Година производње 1988.

Капацитет 360 gr
Отвор машине 300 -950 mm
Ширина алата 460 mm
Сила затварања 200 тона
Година производње 1992.

15. ARBURG – 850-210-320D

Центраж алата \varnothing 125
Пречник шнеке \varnothing 35
Капацитет 121 gr
Отвор машине 250 -625 mm
Ширина алата 320 mm
Сила затварања 85 тона
Година производње 1988.

16. ARBURG 470W/2000-675

Центраж алата \varnothing 125
Пречник шнеке \varnothing 55

У табели 4.25 су дата производна времена потребна за израду посматраних врста водомера по машинама.

Табела 4.25. Времена израде посматраних водомера по машинама

Производи – водомери	X ₁ Вер. водомер	X ₂ Хор. водомер	X ₃ Хор. водомер	X ₄ Хор. водомер	X ₅ Хор. водомер	X ₆ Инд. водомер	Σ Мин/мес
Машина – Време израде по водомеру	DN15(1/ 2"v)311. 500	DN15(1/ 2"h)312. 500	DN20(3/ 4")315.5 00	DN25(1") 317.500	DN40(6/ 4")319.5 00	DN50(2") 6.951	.
M1 – ENGEL ES 700/225	0	0	0,2	2,1	3	0	9.240
M2 – BETENFELD BK-T 1300/500	0,5	0,5	0,5	0	0	0	9.240

M3 – ARBURG 221-55-250	0	0	0,3	0	0	1,6	9.240
M4 – ARBURG 305-210-700	0,3	0,3	0,3	1,6	1,6	0	9.240
M5 – ARBURG 221-75-350	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,8	9.240
M6 – ARBURG 750-210-320M	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	3,1	9.240
M7 – ARBURG 500-90-270D	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	9.240
M8 – ARBURG 350-90-270D	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0	9.240
M9 – ARBURG 350-90-220D	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	9.240
M10 – ARBURG 305-210-700	0,7	0,7	0,7	0	0	1,5	9.240
M11 – ARBURG 350-90-220D	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0	9.240
M12 – ENGEL	0	0	0	2,1	3	6,5	9.240
M13 – BATENFELD 170/60	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	9.240
M14 – ARBURG 850-210-320D	1,1	1,1	1,1	0	0	0	9.240
M15 – ARBURG 850-210-320D	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	9.240
M16 – ARBURG 470W/2000-675	0	0	0	0	0	7	9.240

Математички запис ограничења која се односе на расположиво време машина према временском трајању производних времена за производњу по јединици производа је:
производних времена за производњу по јединици производа је:

$$t_{11}x_1 + t_{12}x_2 + t_{13}x_3 + t_{14}x_4 + t_{15}x_5 + t_{16}x_6 \leq tm1$$

$$t_{21}x_1 + t_{22}x_2 + t_{23}x_3 + t_{24}x_4 + t_{25}x_5 + t_{26}x_6 \leq tm2$$

$$\begin{aligned}
t_{31}x_1 + t_{32}x_2 + t_{33}x_3 + t_{34}x_4 + t_{35}x_5 + t_{36}x_6 &\leq tm3 \\
t_{41}x_1 + t_{42}x_2 + t_{43}x_3 + t_{44}x_4 + t_{45}x_5 + t_{46}x_6 &\leq tm4 \\
t_{51}x_1 + t_{52}x_2 + t_{53}x_3 + t_{54}x_4 + t_{55}x_5 + t_{56}x_6 &\leq tm5 \\
t_{61}x_1 + t_{62}x_2 + t_{63}x_3 + t_{64}x_4 + t_{65}x_5 + t_{66}x_6 &\leq tm6 \\
t_{71}x_1 + t_{72}x_2 + t_{73}x_3 + t_{74}x_4 + t_{75}x_5 + t_{76}x_6 &\leq tm7 \\
t_{81}x_1 + t_{82}x_2 + t_{83}x_3 + t_{84}x_4 + t_{85}x_5 + t_{86}x_6 &\leq tm8 \\
t_{91}x_1 + t_{92}x_2 + t_{93}x_3 + t_{94}x_4 + t_{95}x_5 + t_{96}x_6 &\leq tm9 \\
t_{101}x_1 + t_{102}x_2 + t_{103}x_3 + t_{104}x_4 + t_{105}x_5 + t_{106}x_6 &\leq tm10 \\
t_{111}x_1 + t_{112}x_2 + t_{113}x_3 + t_{114}x_4 + t_{115}x_5 + t_{116}x_6 &\leq tm11 \\
t_{121}x_1 + t_{122}x_2 + t_{123}x_3 + t_{124}x_4 + t_{125}x_5 + t_{126}x_6 &\leq tm12 \\
t_{131}x_1 + t_{132}x_2 + t_{133}x_3 + t_{134}x_4 + t_{135}x_5 + t_{136}x_6 &\leq tm13 \\
t_{141}x_1 + t_{142}x_2 + t_{143}x_3 + t_{144}x_4 + t_{145}x_5 + t_{146}x_6 &\leq tm14 \\
t_{151}x_1 + t_{152}x_2 + t_{153}x_3 + t_{154}x_4 + t_{155}x_5 + t_{156}x_6 &\leq tm15 \\
t_{161}x_1 + t_{162}x_2 + t_{163}x_3 + t_{164}x_4 + t_{165}x_5 + t_{166}x_6 &\leq tm16
\end{aligned}$$

За конкретна времена израде посматраних врста водомера, користећи податке из табеле... добијамо:

$$\begin{aligned}
00 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 + 2,1 \cdot x_4 + 3 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,5 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0,3 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 1,6 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,3 \cdot x_1 + 0,3 \cdot x_2 + 0,3 \cdot x_3 + 1,6 \cdot x_4 + 1,6 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,1 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2 + 0,1 \cdot x_3 + 0,1 \cdot x_4 + 0,1 \cdot x_5 + 1,8 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,1 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2 + 0,4 \cdot x_3 + 0,4 \cdot x_4 + 0,4 \cdot x_5 + 3,1 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,1 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2 + 0,1 \cdot x_3 + 0,1 \cdot x_4 + 0,1 \cdot x_5 + 0,1 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,9 \cdot x_1 + 0,9 \cdot x_2 + 0,7 \cdot x_3 + 0,7 \cdot x_4 + 0,7 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,1 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2 + 0,1 \cdot x_3 + 0,1 \cdot x_4 + 0,1 \cdot x_5 + 0,1 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,7 \cdot x_1 + 0,7 \cdot x_2 + 0,7 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 1,5 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,3 \cdot x_1 + 0,3 \cdot x_2 + 0,3 \cdot x_3 + 0,3 \cdot x_4 + 0,3 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 2,1 \cdot x_4 + 3 \cdot x_5 + 6,5 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,5 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 + 0,5 \cdot x_4 + 0,5 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
1,1 \cdot x_1 + 1,1 \cdot x_2 + 1,1 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0,5 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 + 0,5 \cdot x_4 + 0,5 \cdot x_5 + 0,5 \cdot x_6 &\leq 9240 \\
0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 &\leq 9240
\end{aligned}$$

скраћено:

$$0,2 \cdot x_3 + 2,1 \cdot x_4 + 3 \cdot x_5 \leq 9240$$

$$0,5 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 \leq 9240$$

$$0,3 \cdot x_3 + 1,6 \cdot x_6 \leq 9240$$

$$0,3 \cdot x_1 + 0,3 \cdot x_2 + 0,3 \cdot x_3 + 1,6 \cdot x_4 + 1,6 \cdot x_5 \leq 9240$$

$$0,1 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2 + 0,1 \cdot x_3 + 0,1 \cdot x_4 + 0,1 \cdot x_5 + 1,8 \cdot x_6 \leq 9240$$

$$0,1 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2 + 0,4 \cdot x_3 + 0,4 \cdot x_4 + 0,4 \cdot x_5 + 3,1 \cdot x_6 \leq 9240$$

$$0,1 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2 + 0,1 \cdot x_3 + 0,1 \cdot x_4 + 0,1 \cdot x_5 + 0,1 \cdot x_6 \leq 9240$$

$$0,9 \cdot x_1 + 0,9 \cdot x_2 + 0,7 \cdot x_3 + 0,7 \cdot x_4 + 0,7 \cdot x_5 \leq 9240$$

$$0,1 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2 + 0,1 \cdot x_3 + 0,1 \cdot x_4 + 0,1 \cdot x_5 + 0,1 \cdot x_6 \leq 9240$$

$$0,7 \cdot x_1 + 0,7 \cdot x_2 + 0,7 \cdot x_3 + 1,5 \cdot x_6 \leq 9240$$

$$0,3 \cdot x_1 + 0,3 \cdot x_2 + 0,3 \cdot x_3 + 0,3 \cdot x_4 + 0,3 \cdot x_5 \leq 9240$$

$$2,1 \cdot x_4 + 3 \cdot x_5 + 6,5 \cdot x_6 \leq 9240$$

$$0,5 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 + 0,5 \cdot x_4 + 0,5 \cdot x_5 \leq 9240$$

$$1,1 \cdot x_1 + 1,1 \cdot x_2 + 1,1 \cdot x_3 \leq 9240$$

$$0,5 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 + 0,5 \cdot x_4 + 0,5 \cdot x_5 + 0,5 \cdot x_6 \leq 9240$$

$$7 \cdot x_6 \leq 9240$$

Надаље су узета у обзир једнична времена производње посматраних производа по технолошким операцијама, табела 4.26.

Табела 4.26. Време израде по производима

Производи/ технолошке операције	X ₁ Вер. водомер DN15(1/ 2"v) 311.500	X ₂ Хор. водомер DN15(1/ 2"h) 312.500	X ₃ Хор. водомер DN20(3/ 4") 315.500	X ₄ Хор. водомер DN25(1') 317.500	X ₅ Хор. водомер DN40(6/ 4") 319.500	X ₆ Инд. водомер DN50(2") 6.951	Укупно располо живо време
O ₁ - монтажа механичких зупчаника (j=1)	3,5	3,5	3,5	7	7	7	46200
O ₂ - израда чаше механизма (j=2)	0,66	0,66	0,66	1,5	2	0	18480
O ₃ - израда чаше	1,16	1,16	1,16	1,5	2	6	27720

пропелера ($j=3$)							
O ₄ - производња пропелера ($j=4$)	0,66	0,66	0,66	1,5	1,5	2,5	18480
O ₅ - ливење маске ($j=5$)	0,66	0,66	0,66	0,75	0,75	1,33	18480
O ₆ - монтажа механизма водомера ($j=6$)	0,5	0,5	0,5	1	1	1	27720
O ₇ - израда стакла ($j=7$)	1	1	1	1	1	3	18480
O ₈ - монтажа водомера ($j=8$)	3,72	3,72	3,72	5,45	6,25	50	31680

На основу података добијених за врменско трајање операција и ограничења укупно расположивог времена на одговарајућим машинама или расположивом времену радника (за операције које се односе на мануелни рад – монтажа) могу се формирати следећа ограничења

$$3,5 \cdot x_1 + 3,5 \cdot x_2 + 3,5 \cdot x_3 + 7 \cdot x_4 + 7 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 \leq 46200$$

$$0,66 \cdot x_1 + 0,66 \cdot x_2 + 0,66 \cdot x_3 + 1,5 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$1,16 \cdot x_1 + 1,16 \cdot x_2 + 1,16 \cdot x_3 + 1,5 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 + 6 \cdot x_6 \leq 27720$$

$$0,66 \cdot x_1 + 0,66 \cdot x_2 + 0,66 \cdot x_3 + 1,5 \cdot x_4 + 1,5 \cdot x_5 + 2,5 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$0,66 \cdot x_1 + 0,66 \cdot x_2 + 0,66 \cdot x_3 + 0,75 \cdot x_4 + 0,75 \cdot x_5 + 1,33 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$0,5 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 \leq 27720$$

$$1 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 3 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$3,72 \cdot x_1 + 3,72 \cdot x_2 + 3,72 \cdot x_3 + 5,45 \cdot x_4 + 6,25 \cdot x_5 + 50 \cdot x_6 \leq 31680$$

4.7 Анализа ризика радног места

Неизвесност у самом процесу производње у посматраном предузећу „Инса“ а.д., везана је за све врсте ризика који се јављају.

У посматраном предузећу постоји Акт о процени ризика на радном месту и радној околини према којем су дефинисане основе за препознавање опасности и штетности на радном месту и радној околини. Из интерних материјала фабрике „Инса“ биће укратко приказане опасности и штетности на радном месту.

4.7.1 Груписане опасности на радном месту

Опасности су груписане на следећи начин:

1) Механичке опасности које се појављују коришћењем опреме за рад, као што су:

- а) недовољна безбедност због ротирајућих или покретних делова,
- б) слободно кретање делова или материјала који могу нанети повреду запосленом,
- ц) унутрашњи транспорт и кретање радних машина или возила, као и померања. одређене опреме за рад,
- д) коришћење опасних средстава за рад, која могу произвести експлозије или пожар,
- е) немогућност или ограниченост правовременог уклањања са места рада, изложеност затварању, механичком удару, поклапању, и сл.,
- ф) други фактори који могу да се појаве као механички извори опасности.

2) Опасности које се појављују у вези са карактеристиком радног места, као што су:

- а) опасне површине (подови и све врсте газашта, површине са којима запослени долазе у додир, а које имају оштре ивице-рубова, шилке, грубе површине, избочене делове и сл.),
- б) рад на висини или у дубини, у смислу прописа о безбедности и здрављу на раду,
- ц) рад у скученом, ограниченом или опасном простору (између два или више фиксираних делова, између покретних делова или возила, рад у затвореном простору који је недовољно осветљен или проветраван, и сл.),
- д) могућност клизања или спотицања (мокре или клизаве површине),
- е) физичка нестабилност радног места,

- ф) могуће последице или сметње услед обавезне употребе средстава или опреме за личну заштиту на раду,
- г) утицаји услед обављања процеса рада коришћењем неодговарајућих или неприлагођених метода рада,
- х) друге опасности које се могу појавити у вези са карактеристикама радног места и начином рада (коришћење средстава и опреме за личну заштиту на раду која оптерећују запосленог, и сл.).

3) Опасности које се појављују коришћењем електричне енергије, као што су:

- а) опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном,
- б) опасност од индиректног додира,
- ц) опасност од топлотног дејства које развијају електрична опрема и инсталације (прегревање, пожар, експлозија, електрични лук или варничење, и др.),
- д) опасности услед удара грома и последица атмосферског пражњења,
- е) опасност од штетног утицаја електростатичког наелектрисања,
- ф) друге опасности које се могу појавити у вези са коришћењем електричне енергије.

4.7.2 Препознавање (груписање) штетности:

1) Штетности које настају или се појављују у процесу рада, као што су:

- а) хемијске штетности, прашина и димови (удисање, гушење, уношење у организам, продор у тело кроз кожу, опекотине, тровање, и сл.),
- б) физичке штетности (бука и вибрације),
- ц) биолошке штетности (инфекције, излагање микроорганизмима и алергентима),
- д) штетни утицаји микроклиме (висока или ниска температура, влажност и брзина струјања ваздуха),
- е) неодговарајућа – недовољна осветљеност,
- ф) штетни утицаји зрачења (топлотног, јонизујућег или нејонизујућег, ласерског, ултразвучног),
- г) штетни климатски утицаји (рад на отвореном),
- х) штетности које настају коришћењем опасних материја у производњи, транспорту, паковању, складиштењу или уништавању),
- и) друге штетности које се појављују у радном процесу, а које могу да буду узрок повреде на раду запосленог, професионалног оболења или оболења у вези са радом.

2) Штетности које проистичу из психичких и психофизиолошких напора који се узрочно везују за радно место и послове које запослени обавља, као што су:

- а) напори или телесна напрезања (ручно преношење терета, гурање или вучење терета, разне дуготрајне повећане телесне активности и сл.),
- б) нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање, седење, чучање, клечање и сл.),
- ц) напори при обављању одређених послова који проузрокују психолошка оптерећења (стрес, монотонија и сл.),
- д) одговорност у примању и преношењу информација, коришћење одговарајућег знања и способности, одговорност у правилима понашања, одговорност за брзе измене радних процедура, интензитет у раду, просторна условљеност радног места, конфликтне ситуације, рад са странкама и новцем, недовољна мотивација за рад, одговорност у руковођењу, и сл.

3) Штетности везане за организацију рада, као што су:

- а) рад дужи од пуног радног времена (прековремени рад),
- б) рад у сменама,
- ц) скраћено радно време,
- д) рад ноћу,
- е) приправност за сличај интервенција и сл.

4) Остале штетности које се појављују на радним местима, као што су:

- а) штетности које проузрокују друга лица (притисак који врше редови чекања које формирају странке),
- б) рад са животињама,
- ц) рад у атмосфери са високим или ниским притиском,
- д) рад у близини воде или испод површине воде.

4.7.3 Матрица процене ризика

У табели 4.27 приказана је Матрица процене ризика по методологији 5 x 5.

Табела 4.27. Матрица процене ризика по методологији – 5 x 5

Опис квалификације инцидента – повреде или болести		Вероватноћа настанка инцидента – повреде или болести					Тежина – озбиљност штете
		Потпуно невероватно	Невероватно	Могуће	Веома веров.	Готово сигурно	
Повреда	Обољење	1	2	3	4	5	
Безначајна (нема боловања)	Безначајно (нема здр. ошт.)	1	2	3	4	5	Безначајна (без оправке)
Лака (бол. до 3 радна дана)	Мало (без здр. ошт.)	2	4	6	8	10	Мала (оправка до 2 сата)
Средња (боловање преко 3 радна дана)	Средње (по оздрављењу способан за нормалан рад)	3	6	9	12	15	Средња оправка (преко 2 сата)
Тешка (дуготрајно боловање)	Значајно или тешко (по оздрављењу неспособан за нормалан рад)	4	8	12	16	20	Значајна оправка (преко 8 сати)
Катастрофална (са смртним исходом)	Катастроф. (смрт услед обољења)	5	10	15	20	25	Катастроф. (уништена опрема или фабрика)

У табели 4.28 приказани су нивои ризика.

Табела 4.28. Ниво ризика

Вредност	1-4	МАЈИ – Прихватљив ризик, али стално праћен
Вредност	5-10	СРЕДЊИ – Смањити ризик у највећој разумној могућој мери
Вредност	11-25	ВИСОК – Ризик мора бити смањен пре почетка радне операције

У табелама од 4.29 до 4.38 за десет репрезентативних радних места у фабрици приказани су вероватноћа настанка повреде или болести, оцене и нивои ризика. При формирању табела коришћени су интерни материјали из фабрике „Инса“ који су дати у прологу 2.

Табела 4.29. Назив радног места: Председник, ознака: РМ1

Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	ОЦЕНА	Ниво ризика
1.1.1.	Лака	Невероватно	4	Мали ризик
1.1.2.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
1.2.1.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
1.2.2.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
1.2.3.	Средње	Могуће	9	Средњи ризик
1.2.4.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
1.2.5.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик

Табела 4.30. Назив радног места: Магационер, ознака: РМ2

Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	ОЦЕНА	Ниво ризика
2.1.1.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
2.1.2.	Тешка	Невероватно	8	Средњи ризик
2.2.1.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
2.2.2.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
2.2.3.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
2.2.4.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
2.2.5.	Безначајно	Веома вероватно	4	Мали ризик
2.2.6.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик

Табела 4.31. Назив радног места: Помоћни радник, ознака: РМ3

Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	ОЦЕНА	Ниво ризика
3.1.1.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик

3.1.2.	Тешка	Невероватно	8	Средњи ризик
3.1.3.	Средња	Могуће	9	Срењи ризик
3.2.1.	Средње	Могуће	9	Средњи ризик
3.2.2.	Средње	Веома вероватно	12	Висок ризик
3.2.3.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
3.2.4.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
3.2.5.	Безначајно	Веома вероватно	4	Мали ризик
3.2.6.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
3.2.7.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
3.2.8.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик

Табела 4.32. Назив радног места: Реглер аутоматских стругова, ознака: РМ4

Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или обољења	ОЦЕНА	Ниво ризика
4.1.1.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
4.1.2.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
4.1.3.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
4.1.4.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
4.1.5.	Безначајна	Могуће	3	Мали ризик
4.1.6.	Тешка	Невероватно	8	Средњи ризик
4.1.7.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
4.1.8.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
4.2.1.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
4.2.2.	Мало	Могуће	6	Средњи ризик
4.2.3.	Средње	Веома вероватно	12	Висок ризик
4.2.4.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
4.2.5.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
4.2.6.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
4.2.7.	Безначајно	Веома вероватно	4	Мали ризик
4.2.8.	Мало	Веома вероватно	8	Средњи ризик
4.2.9.	Мало	Веома вероватно	8	Средњи ризик

Табела 4.33. Назив радног места: Металостругар, ознака: РМ5

Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или обољења	ОЦЕНА	Ниво ризика
--------	----------------------------	------------------------------------------	-------	-------------

	обољења	повреде или болести		
5.1.1.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
5.1.2.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
5.1.3.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
5.1.4.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
5.1.5.	Безначајна	Могуће	3	Мали ризик
5.1.6.	Тешка	Невероватно	8	Срдњи ризик
5.1.7.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
5.1.8.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
5.2.1.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
5.2.2.	Мало	Могуће	6	Средњи ризик
5.2.3.	Средње	Могуће	9	Средњи ризик
5.2.4.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
5.2.5.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
5.2.6.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
5.2.7.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
5.2.8.	Безначајно	Веома вероватно	4	Мали ризик
5.2.9.	Мало	Веома вероватно	8	Средњи ризик

Табела 4.34. Назив радног места: Помоћни радник, ознака: РМ6

Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	ОЦЕНА	Ниво ризика
6.1.1.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
6.1.2.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
6.1.3.	Мала	Могуће	6	Средњи ризик
6.1.4.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
6.1.5.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
6.1.6.	Тешка	Невероватно	8	Средњи ризик
6.1.7.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
6.1.8.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
6.2.1.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
6.2.2.	Мала	Могуће	6	Средњи ризик

6.2.3.	Мала	Могуће	6	Средњи ризик
6.2.4.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
6.2.5.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
6.2.6.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
6.2.7.	Безначајно	Веома вероватно	4	Мали ризик
6.2.8.	Мала	Веома вероватно	8	Средњи ризик
6.2.9.	Мала	Веома вероватно	8	Средњи ризик

Табела 4.35. Назив радног места: Шлајфер, ознака: РМ7

Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	ОЦЕНА	Ниво ризика
7.1.1.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
7.2.2.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
7.2.3.	Тешка	Невероватно	8	Средњи ризик
7.2.4.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
7.2.5.	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
7.2.1.	Средња	Веома вероватно	12	Висок ризик
7.2.2.	Мало	Могуће	6	Средњи ризик
7.2.3.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
7.2.4.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
7.2.5.	Безначајно	Веома вероватно	4	Мали ризик
7.2.6.	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
7.2.7.	Мало	Могуће	6	Средњи ризик
7.2.8.	Мало	Веома вероватно	8	Средњи ризик

Табела 4.36. Назив радног места: Технолог у површинској заштити, ознака: РМ8

Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	ОЦЕНА	Ниво ризика
8.1.1	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
8.1.2	Трешка	Невероватно	8	Средњи ризик
8.1.3	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
8.2.1	Средње	Веома вероватно	12	Висок ризик

8.2.2	Мало	Могуће	6	Средњи ризик
8.2.3	Средње	Могуће	9	Средњи ризик
8.2.4	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
8.2.5	Безначајно	Веома вероватно	4	Мали ризик
8.2.6	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
8.2.7	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
8.2.8	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик

Табела 4.37. Назив радног места: Галванизер, ознака: РМ9

Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	ОЦЕНА	Ниво ризика
9.1.1	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
9.1.2	Тешка	Невероватно	8	Средњи ризик
9.1.3	Срдења	Могуће	9	Средњи ризик
9.1.4	Срдења	Могуће	9	Средњи ризик
9.2.1	Значајно	Веома вероватно	16	Висок ризик
9.2.2	Средње	Веома вероватно	12	Висок ризик
9.2.3	Мало	Могуће	6	Средњи ризик
9.2.4	Средње	Веома вероватно	12	Висок ризик
9.2.5	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
9.2.6	Безначајно	Веома вероватно	4	Мали ризик
9.2.7	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
9.2.8	Мало	Могуће	6	Средњи ризик
9.2.9	Мало	Веома вероватно	8	Средњи ризик

Табела 4.38. Назив радног места: Фарбар, ознака: РМ10

Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	ОЦЕНА	Ниво ризика
10.1.1	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
10.1.2	Тешка	Невероватно	8	Средњи ризик
10.1.3	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
10.1.4	Средња	Могуће	9	Средњи ризик
10.2.1	Значајно	Веома вероватно	16	Висок ризик
10.2.2	Срдење	Веома вероватно	12	Висок ризик

10.2.3	Мало	Могуће	6	Средњи ризик
10.2.4	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
10.2.5	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
10.2.6	Безначајно	Веома вероватно	4	Мали ризик
10.2.7	Безначајно	Могуће	3	Мали ризик
10.2.8	Мало	Могуће	6	Средњи ризик
10.2.9	Мало	Веома вероватно	8	Средњи ризик

У табели 4.39 приказује рангирање фактора ризика за 127 радних места

Табела 4.39 . Рангирање фактора ризика

Р.бр.	Радно место	Ознака	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	ОЦЕНА	Ниво ризика
1.	PM9	9.2.1	4	4	16	Висок ризик
2.	PM10	10.2.1	4	4	16	Висок ризик
3.	PM3	3.2.2.	3	4	12	Висок ризик
4.	PM4	4.2.3.	3	4	12	Висок ризик
5.	PM8	8.2.1	3	4	12	Висок ризик
6.	PM9	9.2.4	3	4	12	Висок ризик
7.	PM10	10.2.2	3	4	12	Висок ризик
8.	PM7	7.2.1.	3	4	12	Висок ризик
9.	PM9	9.2.2	3	4	12	Висок ризик
10.	PM1	1.1.2.	3	3	9	Средњи ризик
11.	PM1	1.2.3.	3	3	9	Средњи ризик
12.	PM3	3.2.1.	3	3	9	Средњи ризик
13.	PM5	5.2.3.	3	3	9	Средњи ризик
14.	PM8	8.2.3	3	3	9	Средњи ризик
15.	PM2	2.1.1.	3	3	9	Средњи ризик
16.	PM3	3.1.1.	3	3	9	Средњи ризик
17.	PM3	3.1.3.	3	3	9	Средњи ризик
18.	PM4	4.1.1.	3	3	9	Средњи ризик

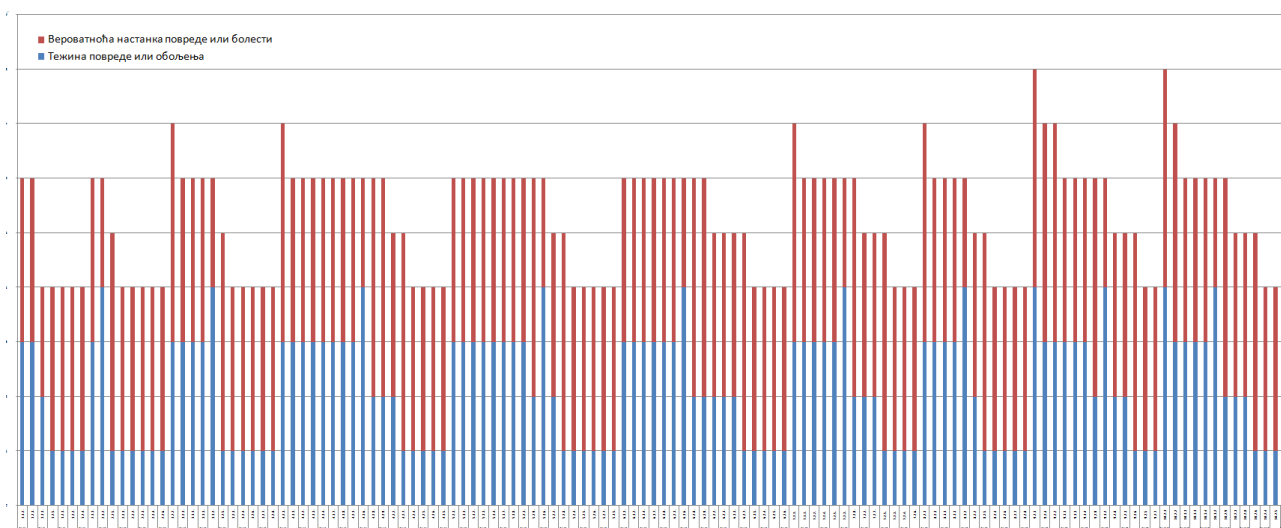
19.	PM4	4.1.2.	3	3	9	Средњи ризик
20.	PM4	4.1.3.	3	3	9	Средњи ризик
21.	PM4	4.1.4.	3	3	9	Средњи ризик
22.	PM4	4.1.7.	3	3	9	Средњи ризик
23.	PM4	4.1.8.	3	3	9	Средњи ризик
24.	PM4	4.2.1.	3	3	9	Средњи ризик
25.	PM5	5.1.1.	3	3	9	Средњи ризик
26.	PM5	5.1.2.	3	3	9	Средњи ризик
27.	PM5	5.1.3.	3	3	9	Средњи ризик
28.	PM5	5.1.4.	3	3	9	Средњи ризик
29.	PM5	5.1.7.	3	3	9	Средњи ризик
30.	PM5	5.1.8.	3	3	9	Средњи ризик
31.	PM5	5.2.1.	3	3	9	Средњи ризик
32.	PM6	6.1.1.	3	3	9	Средњи ризик
33.	PM6	6.1.2.	3	3	9	Средњи ризик
34.	PM6	6.1.4.	3	3	9	Средњи ризик
35.	PM6	6.1.7.	3	3	9	Средњи ризик
36.	PM6	6.1.8.	3	3	9	Средњи ризик
37.	PM6	6.2.1.	3	3	9	Средњи ризик
38.	PM7	7.1.1.	3	3	9	Средњи ризик
39.	PM7	7.2.2.	3	3	9	Средњи ризик
40.	PM7	7.2.4.	3	3	9	Средњи ризик
41.	PM7	7.2.5.	3	3	9	Средњи ризик
42.	PM8	8.1.1	3	3	9	Средњи ризик
43.	PM8	8.1.3	3	3	9	Средњи ризик
44.	PM9	9.1.1	3	3	9	Средњи ризик
45.	PM10	10.1.1	3	3	9	Средњи ризик
46.	PM10	10.1.3	3	3	9	Средњи ризик
47.	PM10	10.1.4	3	3	9	Средњи ризик
48.	PM9	9.1.3	3	3	9	Средњи ризик
49.	PM9	9.1.4	3	3	9	Средњи ризик
50.	PM9	9.2.9	2	4	8	Средњи ризик
51.	PM5	5.2.9.	2	4	8	Средњи ризик

52.	PM7	7.2.3.	4	2	8	Средњи ризик
53.	PM8	8.1.2	4	2	8	Средњи ризик
54.	PM2	2.1.2.	4	2	8	Средњи ризик
55.	PM3	3.1.2.	4	2	8	Средњи ризик
56.	PM4	4.1.6.	4	2	8	Средњи ризик
57.	PM5	5.1.6.	4	2	8	Средњи ризик
58.	PM6	6.1.6.	4	2	8	Средњи ризик
59.	PM9	9.1.2	4	2	8	Средњи ризик
60.	PM10	10.1.2	4	2	8	Средњи ризик
61.	PM4	4.2.8.	2	4	8	Средњи ризик
62.	PM4	4.2.9.	2	4	8	Средњи ризик
63.	PM7	7.2.8.	2	4	8	Средњи ризик
64.	PM10	10.2.9	2	4	8	Средњи ризик
65.	PM6	6.2.8.	2	4	8	Средњи ризик
66.	PM6	6.2.9.	2	4	8	Средњи ризик
67.	PM9	9.2.8	2	3	6	Средњи ризик
68.	PM5	5.2.2.	2	3	6	Средњи ризик
69.	PM7	7.2.2.	2	3	6	Средњи ризик
70.	PM7	7.2.7.	2	3	6	Средњи ризик
71.	PM8	8.2.2	2	3	6	Средњи ризик
72.	PM9	9.2.3	2	3	6	Средњи ризик
73.	PM10	10.2.3	2	3	6	Средњи ризик
74.	PM10	10.2.8	2	3	6	Средњи ризик
75.	PM6	6.2.2.	2	3	6	Средњи ризик
76.	PM6	6.2.3.	2	3	6	Средњи ризик
77.	PM4	4.2.2.	2	3	6	Средњи ризик
78.	PM6	6.1.3.	2	3	6	Средњи ризик
79.	PM1	1.1.1.	2	2	4	Мали ризик
80.	PM2	2.2.5.	1	4	4	Мали ризик
81.	PM3	3.2.5.	1	4	4	Мали ризик
82.	PM4	4.2.7.	1	4	4	Мали ризик
83.	PM5	5.2.8.	1	4	4	Мали ризик
84.	PM6	6.2.7.	1	4	4	Мали ризик

85.	PM7	7.2.5.	1	4	4	Мали ризик
86.	PM8	8.2.5	1	4	4	Мали ризик
87.	PM9	9.2.6	1	4	4	Мали ризик
88.	PM10	10.2.6	1	4	4	Мали ризик
89.	PM1	1.2.5.	1	3	3	Мали ризик
90.	PM1	1.2.1.	1	3	3	Мали ризик
91.	PM1	1.2.2.	1	3	3	Мали ризик
92.	PM1	1.2.4.	1	3	3	Мали ризик
93.	PM2	2.2.1.	1	3	3	Мали ризик
94.	PM2	2.2.2.	1	3	3	Мали ризик
95.	PM2	2.2.3.	1	3	3	Мали ризик
96.	PM2	2.2.4.	1	3	3	Мали ризик
97.	PM2	2.2.6.	1	3	3	Мали ризик
98.	PM3	3.2.3.	1	3	3	Мали ризик
99.	PM3	3.2.4.	1	3	3	Мали ризик
100.	PM3	3.2.6.	1	3	3	Мали ризик
101.	PM3	3.2.7.	1	3	3	Мали ризик
102.	PM3	3.2.8.	1	3	3	Мали ризик
103.	PM4	4.2.4.	1	3	3	Мали ризик
104.	PM4	4.2.5.	1	3	3	Мали ризик
105.	PM4	4.2.6.	1	3	3	Мали ризик
106.	PM5	5.2.4.	1	3	3	Мали ризик
107.	PM5	5.2.5.	1	3	3	Мали ризик
108.	PM5	5.2.6.	1	3	3	Мали ризик
109.	PM5	5.2.7.	1	3	3	Мали ризик
110.	PM6	6.1.5.	1	3	3	Мали ризик
111.	PM6	6.2.4.	1	3	3	Мали ризик
112.	PM6	6.2.5.	1	3	3	Мали ризик
113.	PM6	6.2.6.	1	3	3	Мали ризик
114.	PM7	7.2.3.	1	3	3	Мали ризик
115.	PM7	7.2.4.	1	3	3	Мали ризик
116.	PM7	7.2.6.	1	3	3	Мали ризик
117.	PM8	8.2.4	1	3	3	Мали ризик

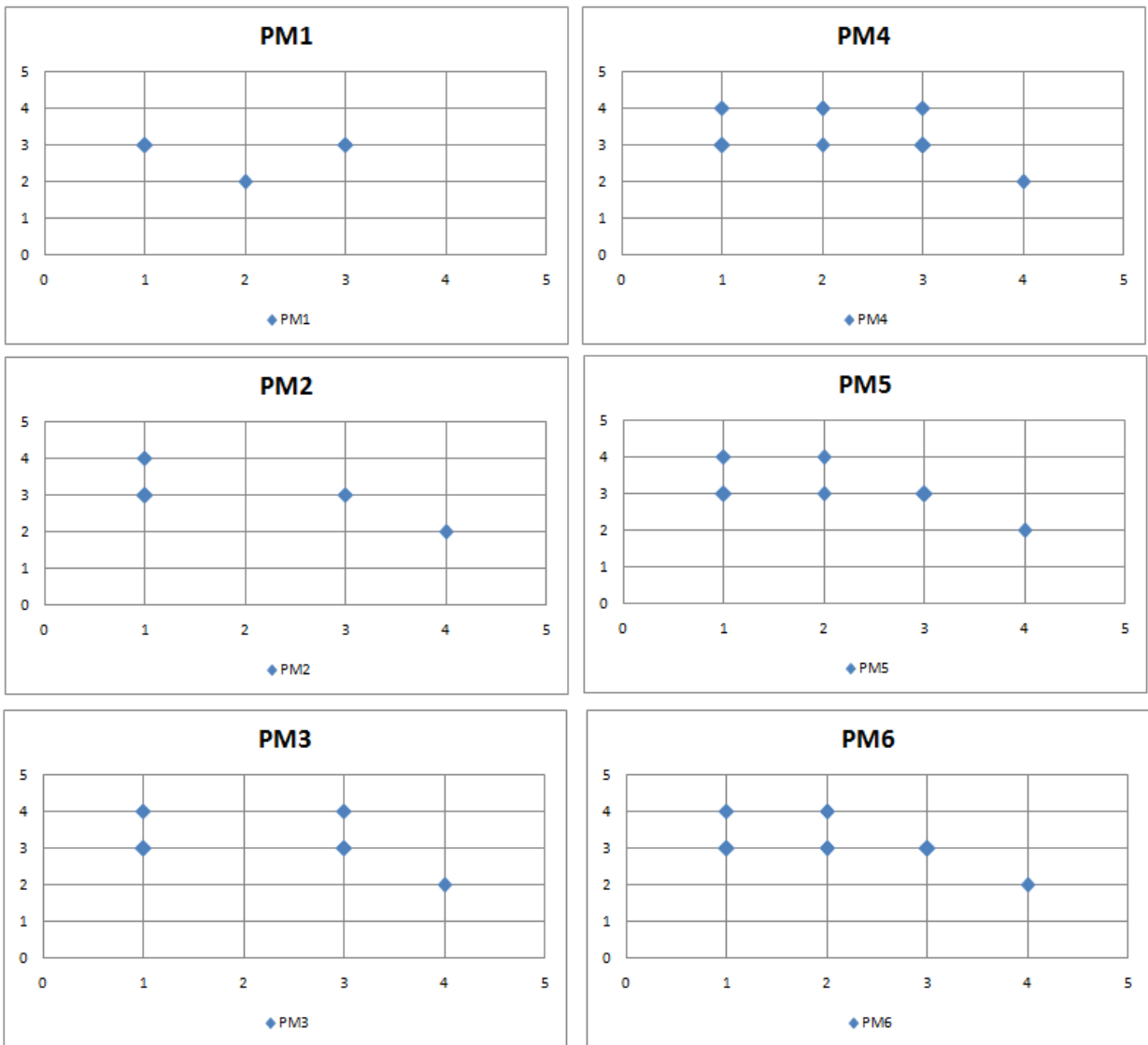
118	PM8	8.2.6	1	3	3	Мали ризик
119	PM8	8.2.7	1	3	3	Мали ризик
120	PM8	8.2.8	1	3	3	Мали ризик
121	PM9	9.2.5	1	3	3	Мали ризик
122	PM9	9.2.7	1	3	3	Мали ризик
123	PM10	10.2.4	1	3	3	Мали ризик
124	PM10	10.2.5	1	3	3	Мали ризик
125	PM10	10.2.7	1	3	3	Мали ризик
126	PM4	4.1.5.	1	3	3	Мали ризик
127	PM5	5.1.5.	1	3	3	Мали ризик

На слици 4.32 дат је преглед ризика по радним местима.

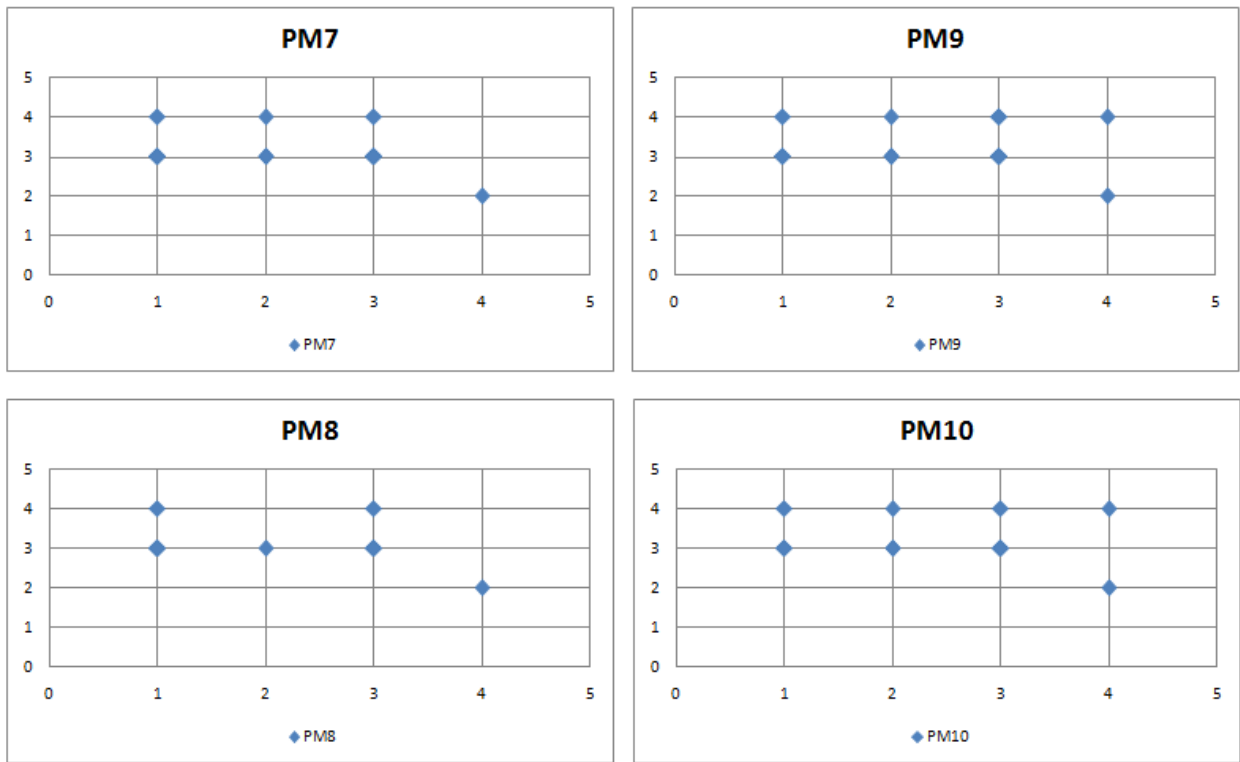


Слика 4.32 . Преглед ризика по радним местима

На сликама 4.33 и 4.34 дат је приказ идентификованих фактора ризика на матрици ризика за свако од посматраних 10 радних места.

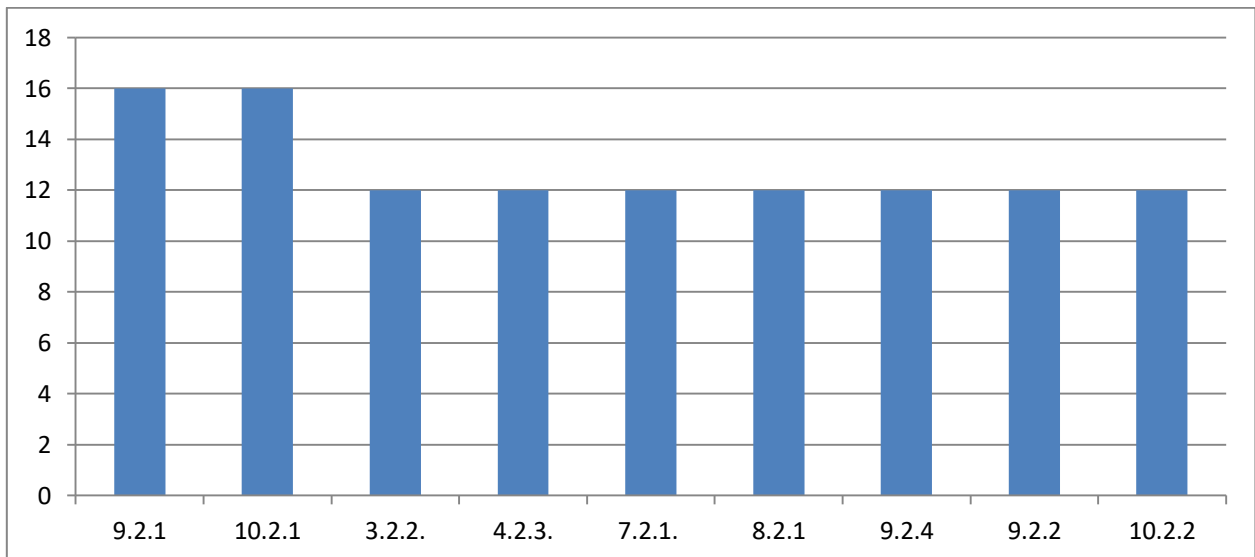


Слика 4.33. Ризици по радним местима: PM1-PM6



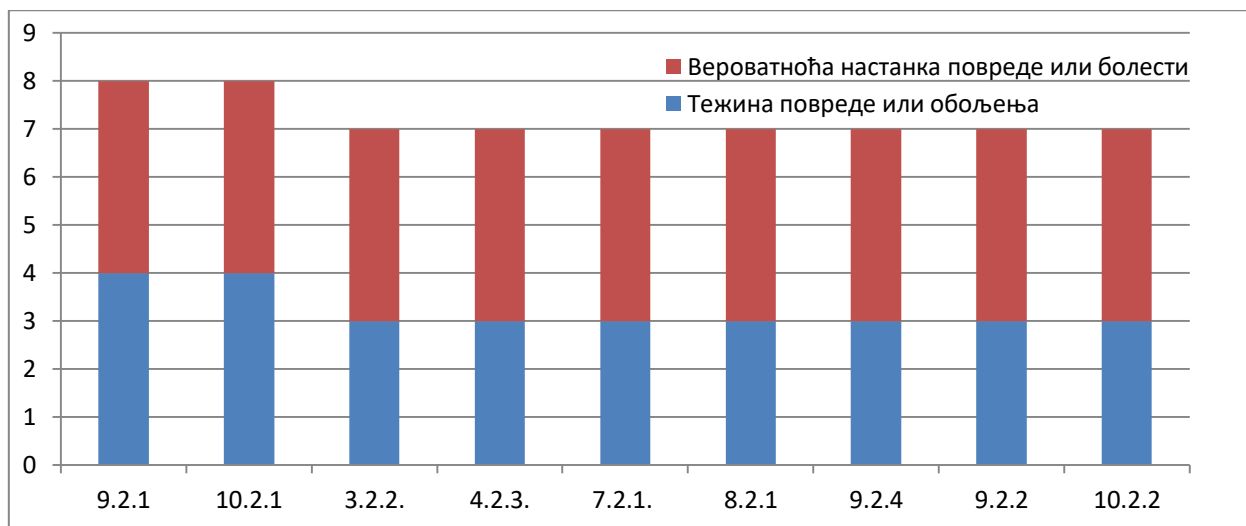
Слика 4.34. Ризици по радним местима: PM7-PM10

Надаље су издвојени само високоризични фактори ризика. Њихово рангирање дато је на слика 4.35.



Слика 4.35. Високоризични фактори радних места

Структура извојених високорангираних фактора ризика, у зависности од тежине повреде и обољења као и вероватноће настанка повреде или болести, дата је на следећој слици 4.36.



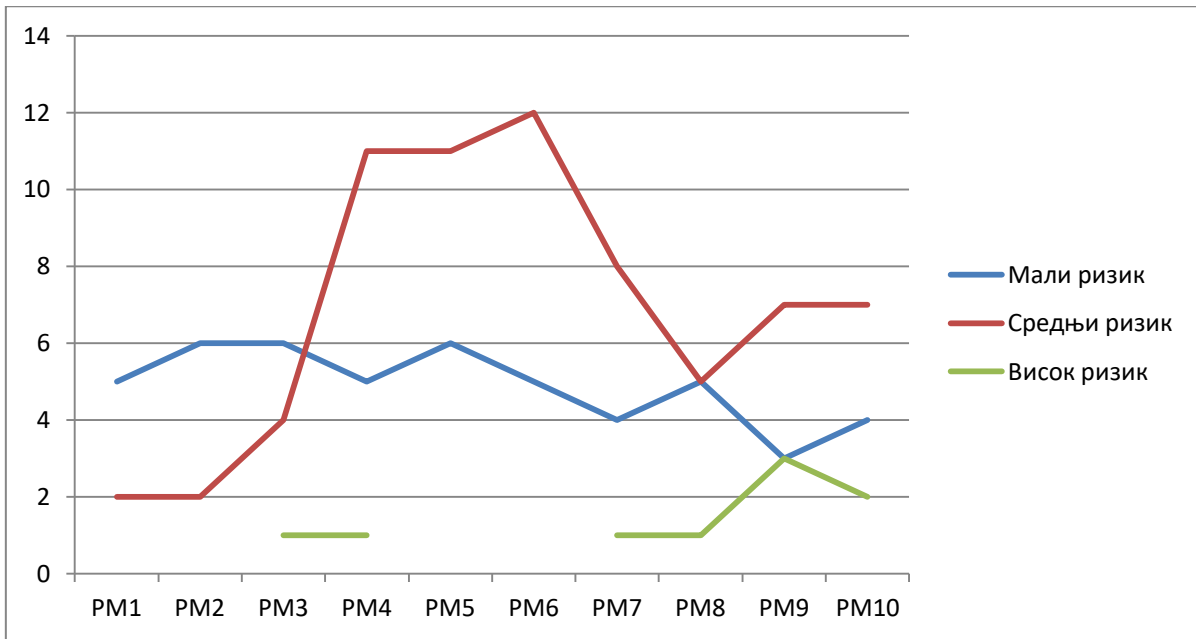
Слика 4.36. Структура високоризичних фактора радних места

У табели 4.40 дате су фреквенције појаве виокоризичних, ризика средњег нивоа и ризика малог нивоа по радним местима.

Табела 4.40. Фреквенција фактора ризика по радним местима

РАДНО МЕСТО (PM)	Мали ризик	Средњи ризик	Висок ризик	УКУПНО
PM1	5	2		7
PM2	6	2		8
PM3	6	4	1	11
PM4	5	11	1	17
PM5	6	11		17
PM6	5	12		17
PM7	4	8	1	13
PM8	5	5	1	11
PM9	3	7	3	13
PM10	4	7	2	13
УКУПНО	49	69	9	127

На слици 4.37 је приказан графички приказ добијених резултата из табеле који се односи на фреквенције појаве виокоризичних, ризика средњег нивоа и ризика малог нивоа по радним местима.



Слика 4.37. Графички приказ фреквенције фактора ризика по радним местима

4.8 Примена пројектованог математичког модела за унапређење процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности у предузећу „Инса“ а.д.

Проблем (Милановић и др. 2020) се разматра у даљем истраживању односи се на одређивање оптималне количине производње за шест различитих типова водомера у фабрици у „Инса“ а.д. Производња сваког типа водомера реализује се кроз следеће производне операције које се организују у различитим организационим јединицама, а то су:

- монтажа механичких зупчаника ($j=1$),
- израда чаше механизма ($j=2$),
- израда чаше пропелера ($j=3$),
- производња пропелера ($j=4$),
- ливење маске ($j=5$),
- монтажа механизма водомера ($j=6$),
- израда стакла ($j=7$) и
- монтажа водомера ($j=8$).

Јединично време трајања сваке производне операције одређено је на основу пројектоване технологије. Распоживи капацитет сваке производне операције је дефинисан на основу података из евиденције и текућих информација из производње (а детаљно су изложене у поглављу посвећеном анализи расположивих машинских капацитета).

Применом предложеног алгоритма (Корак 1), фази оцена релативне вредности јединичног профита се даје у складу са предложеним алгоритмом:

$$\begin{bmatrix} (1,1,1) & VL & (1,1,1) & 1/L & 1/ML & 1/H \\ (1,1,1) & 1/VL & 1/ML & 1/M & 1/VH & \\ & & (1,1,1) & 1/VL & 1/L & 1/MH \\ & & & (1,1,1) & 1/L & 1/M \\ & & & & (1,1,1) & 1/ML \\ & & & & & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

Матрица поређења у паровима релативне вредности јединичног профита производа се даје у складу са предложеним алгоритмом (Корак 2).

$$\begin{bmatrix} 1 & 2.125 & 1 & 0.533 & 0.4 & 0.143 \\ 0.471 & 1 & 0.471 & 0.4 & 0.2 & 0.127 \\ 1 & 2.125 & 1 & 0.471 & 0.533 & 0.154 \\ 1.876 & 2.5 & 2.125 & 1 & 0.533 & 0.2 \\ 2.5 & 5 & 1.875 & 1.875 & 1 & 0.4 \\ 7 & 7,875 & 6.5 & 5 & 2.5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C.I. = 0.01$$

У складу са добијеним коефицијентом конзистентности, може се рећи да су грешке које направе доносиоци одлука у процени релативне вредности јединичног профита разматраних производа прихватљиве.

Надаље је представљен поступак одређивања вектора нормализованих вредности јединичног профита производа (Корак 3 предложеног алгоритма).

$$\tilde{N}_1 = (3.42, 4.44, 10.5)$$

$$\tilde{N}_2 = (1.80, 2.64, 4.62)$$

$$\tilde{N}_3 = (3.40, 5.14, 9.70)$$

$$\tilde{N}_4 = (4.24, 7.20, 21.9)$$

$$\tilde{N}_5 = (6.70, 11.33, 32.5)$$

$$\tilde{N}_6 = (15, 34, 40.5)$$

$$\sum_{i=1}^6 N_i = (34.56, 64.75, 119.72)$$

$$\tilde{S}_1 = \left(\frac{3.42}{119.72}, \frac{4.44}{64.75}, \frac{10.5}{34.56} \right) = (0.029, 0.069, 0.304)$$

Исто тако, дата је вредност фази синтетизованог обима у погледу других производа:

$$\tilde{S}_2 = (0.015, 0.041, 0.134)$$

$$\tilde{S}_3 = (0.028, 0.079, 0.281)$$

$$\tilde{S}_4 = (0.035, 0.111, 0.634)$$

$$\tilde{S}_5 = (0.056, 0.175, 0.940),$$

$$\tilde{S}_6 = (0.125, 0.525, 1.172)$$

Вектор вредности јединичног профита је представљен као:

$$C_p = (0.284, 0.017, 0.262, 0.555, 0.703, 1)$$

Вектор нормализованих вредности јединичног профита, вектор W:

$$C = (0.101, 0.006, 0.093, 0.197, 0.249, 0.354)$$

У складу са кораком 4 предложеног алгоритма, расположиви капацитет сваке производне операције се одређује помоћу доказних података и постојећих информација. У овом примеру, вредности расположивих капацитета сваке производне операције су описане троугаоним фази бројевима:

$$\begin{aligned} \tilde{B}_1 &= (23100, 46200, 92400) \\ \tilde{B}_2 = \tilde{B}_4 = \tilde{B}_5 = \tilde{B}_7 &= (9240, 18480, 27720) \\ \tilde{B}_3 &= (9240, 27720, 27720) \\ \tilde{B}_6 &= (13860, 27720, 55440) \\ \tilde{B}_8 &= (25344, 31680, 63360) \end{aligned}$$

Потражња се прати месечно. У табели 4.41 су наведене вредности потражње за сваку врсту производа у претходном периоду.

Табела 4.41. Број поруџбина за сваки тип водомера током претходне године

	X ₁ Вер. водомер DN15 (1/2"v) 311.500	X ₂ Хор. водомер DN15 (1/2"h) 312.500	X ₃ Хор. водомер DN20 (3/4") 315.500	X ₄ Хор. водомер DN25 (1") 317.500	X ₅ Хор. водомер DN40 (6/4") 319.500	X ₆ Инд. водомер DN50 (2") 6.951
	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6
Јануар	178	556	1131	57	10	10
Фебруар	146	1129	1864	128	89	10
Март	182	614	1504	100	36	1

Април	213	356	1306	82	41	8
Мај	30	283	1465	42	1	12
Јун	195	501	1984	2	25	12
Јул	135	628	1551	72	52	7
Август	135	635	1743	112	105	3
Септембар	521	691	2195	109	74	0
Октобар	81	910	3119	113	30	0
Новембар	203	728	966	67	77	1
Децембар	477	630	1567	642	283	14
УКУПНО	2496	7661	20395	1526	823	78

Модел фази ЛП-а је илустрован стварним подацима из првог квартала (кораџи 5 до 7 предложеног алгоритма).

$$\max (0.101 \cdot x_1 + 0.006 \cdot x_2 + 0.093 \cdot x_3 + 0.197 \cdot x_4 + 0.249 \cdot x_5 + 0.354 \cdot x_6)$$

уз ограничења

$$3.5 \cdot x_1 + 3.5 \cdot x_2 + 3.5 \cdot x_3 + 7 \cdot x_4 + 7 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 \leq (23100,46200,92400)$$

$$0.66 \cdot x_1 + 0.66 \cdot x_2 + 0.66 \cdot x_3 + 1.5 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 \leq (9240,18480,27720)$$

$$1.16 \cdot x_1 + 1.16 \cdot x_2 + 1.16 \cdot x_3 + 1.5 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 + 6 \cdot x_6 \leq (9240,27729,27720)$$

$$0.66 \cdot x_1 + 0.66 \cdot x_2 + 0.66 \cdot x_3 + 1.5 \cdot x_4 + 1.5 \cdot x_5 + 2.5 \cdot x_6 \leq (9240,18480,27720)$$

$$0.66 \cdot x_1 + 0.66 \cdot x_2 + 0.66 \cdot x_3 + 0.75 \cdot x_4 + 0.75 \cdot x_5 + 1.33 \cdot x_6 \leq (9240,18480,27720)$$

$$0.5 \cdot x_1 + 0.5 \cdot x_2 + 0.5 \cdot x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq (13860,27720,55440)$$

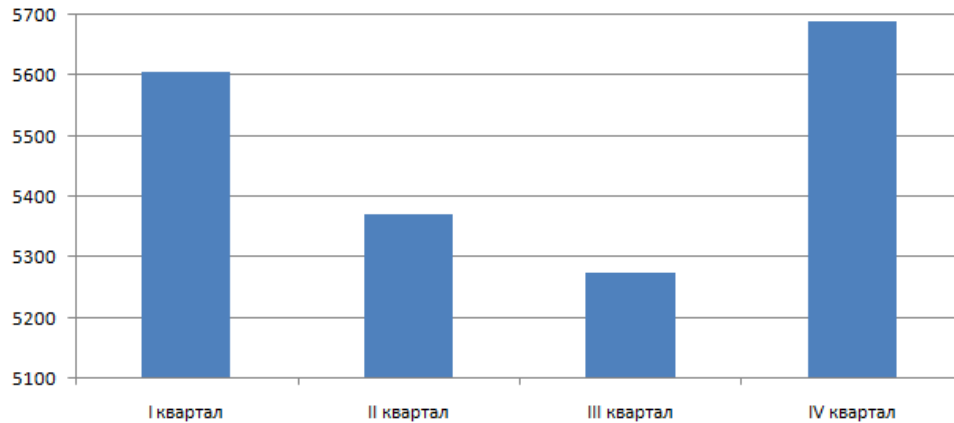
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + 3 \cdot x_6 \leq (9240,18480,27720)$$

$$3.72 \cdot x_1 + 3.72 \cdot x_2 + 3.72 \cdot x_3 + 5.45 \cdot x_4 + 6.25 \cdot x_5 + 50 \cdot x_6 \leq (25344,31680,63360)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + 3 \cdot x_6 \leq 7745$$

Оптималне количине производа разматраних производа за први квартал су **(0,0,0,0, 5608.9,46.7)**. На таквом нивоу производње, остварени профит је 1400.8. Применом предложеног модела фази ЛП-а на нивоу осталих квартала, може се рећи да су добијени резултати аналогни онима добијеним на нивоу првог квартала. Добијени резултати доводе до закључка производни план садржи само производе x_5 и x_6 .

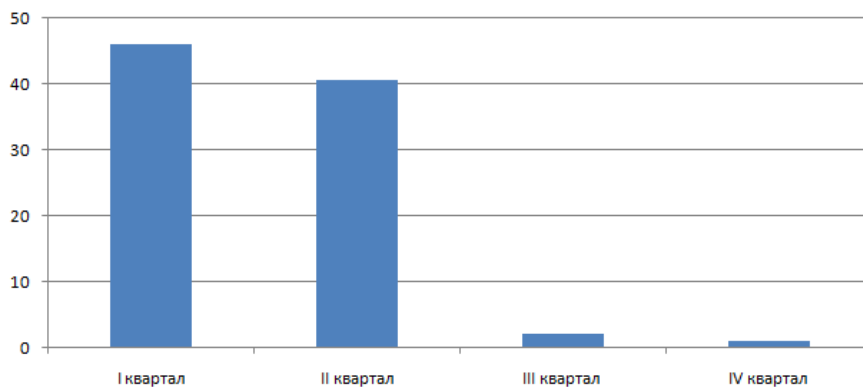
Оптималне количине ових типова водомера су приказане на слици 4.38 и слици 4.39.



Слика 4.38. Оптимална количина за производ x_5 на нивоу сваког квартала

У складу са кораком 8, сумирањем резултата, утврђено је да је производ x_5 најважнији за управљање производњом и продајом разматраног предузећа.

Највећа количина посматраног производа треба да се производи у првом и четвртном кварталу. Ова информација је значајна и за руководиоца производње, који треба да је користи за припрему производње, и за руководиоца продаје који треба да направи план продаје. Добијена оптимална количина овог производа је знатно мања у другом и трећем кварталу. Поштујући добијене резултате, руководилац производње треба да предузме одговарајуће мере које ће довести до коришћења производне опреме у тим временским периодима. На овај начин се значајно смањују пословни оперативни трошкови, док се истовремено повећавају профит и конкурентност предузећа.

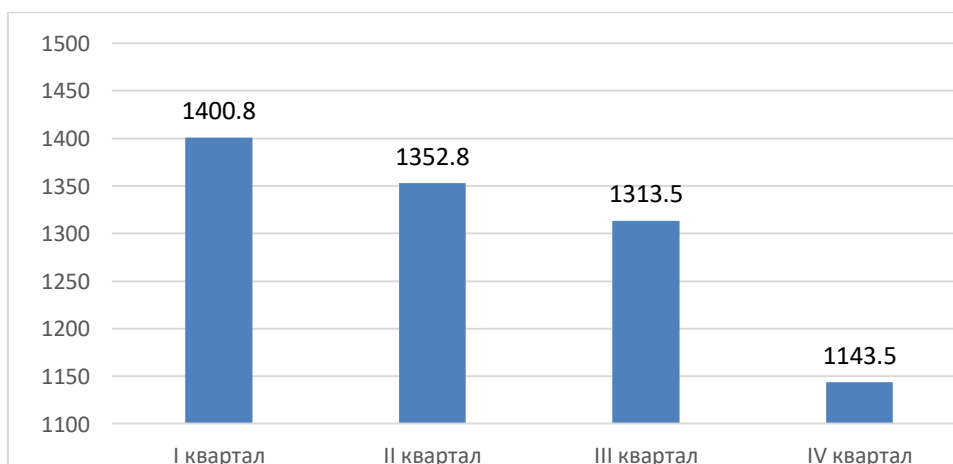


Слика 4.39. Оптимална количина за производ x_6 на нивоу сваког квартала

Оптимальна количина производа x_6 добијена применом развијеног ФЛП-а је знатно мања него за производ x_5 . На основу резултата на слици 4.39, може се закључити да знатно већа

количина овог производа треба да се произведе у прва два него у последња два квартала. Овај резултат показује да ће капацитети производне опреме и радне снаге бити знатно боље искоришћени у прва два квартала. У случају да предузеће нема довољно капацитета или радне снаге, руководилац мора да предузме мере које би обезбедиле остварење и континуитет производње производа x_6 . Неке мере подразумевају преуређење производње и бољу организацију радника на њиховим радним местима (продужење рада, ротација радних места и слично).

Примена предложеног ФЛП-а омогућава да асортиман производа у производном програму овог предузећа садржи горе анализирани производе. У складу са добијеним резултатима, руководство предузећа треба да размисли да ли да промени производни програм или да предузме мере за побољшање квалитета производа. Избор мера се заснива на анализи исплативости и сам по себи се може сматрати задатком.



Слика 4.40. Профит по кварталима

Резултати приказани на слици 4.40 јасно показују да предузеће остварује највећи профит у првом кварталу. Такође, остварени профит у другом и трећем кварталу је нешто мањи, али не значајно мањи од профита из првог квартала. Другим речима, може се рећи да је профит предузећа стабилан у прва три квартала. У четвртом кварталу, остварени профит је значајно мањи него у претходним кварталима. Ова информација је од значаја за руководство предузећа у планирању инвестиционих пројеката.

5. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

У истраживању анализом су обухваћени следећи производи из плана производње фабрике ИНСА а.д.:

X₁ - Вертикални водомер DN15(1/2"v) 311.500

X₂ - Хоризонтални водомер DN15(1/2"h) 312.500

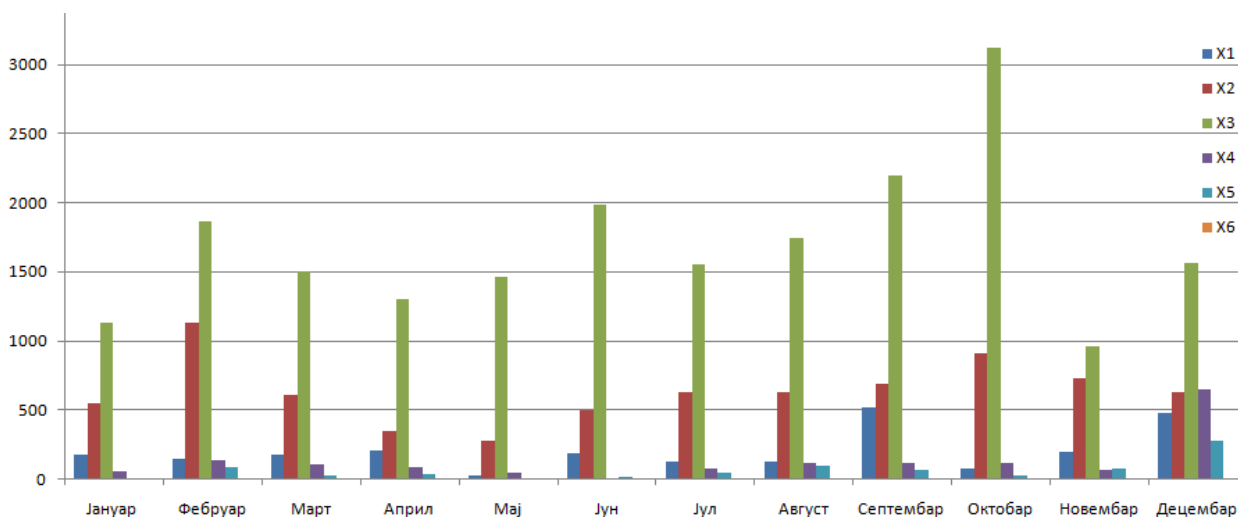
X₃ - Хоризонтални водомер DN20(3/4") 315.500

X₄ - Хоризонтални водомер DN25(1") 317.500

X₅ - Хоризонтални водомер DN40(6/4") 319.500

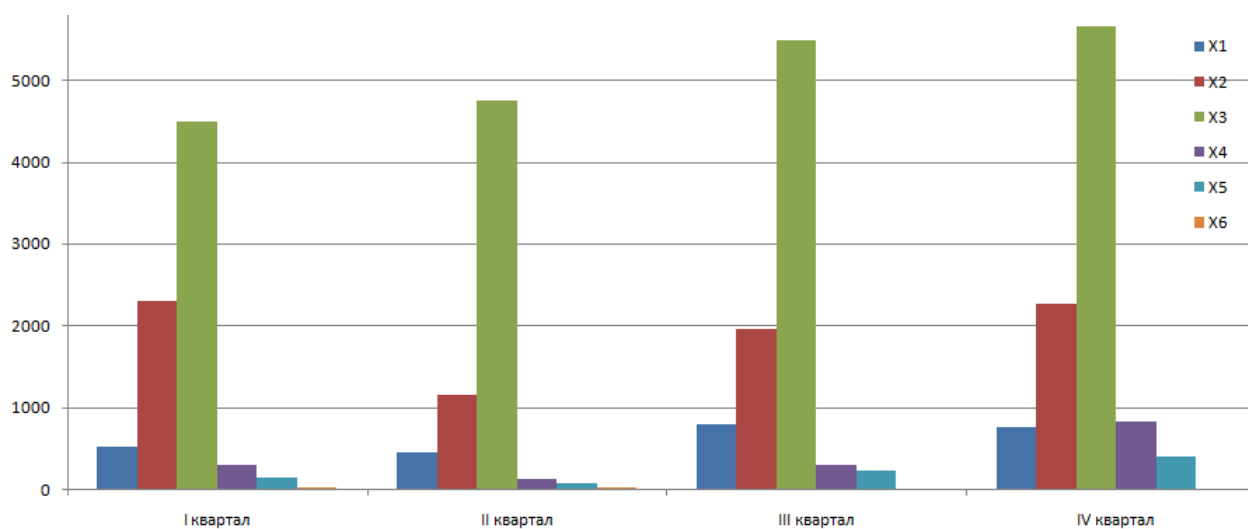
X₆ - Индустрijски водомер DN50(2") 6.951

Према подацима из 2018.г. снимана је потражња за наведим производима, а структура потражње по месецима дата је на дијаграму, слика 5.1.



Слика 5.1 . Структура потражње за водомерима у 2018.г

Потражња из 2018.г. за посматраним производима на кварталом нивоу приказана је на следећем дијаграму, и предузеће је у посматраном периоду извршило испоруку свих наручених количина производа у предвиђеним роковима, слика 5.2.



Слика 5.2 . Структура потражње за водомерима по кварталима у 2018.г

Табела 5.1. Разлика профита пре и после оптимизације

	Произведено у 2018.г.	Јединична цена продаје	Јединична цена коштања	Укупан профит	Оптималан план производње	Укупан профит
	(1)	(2)	(3)	$[(2)-(3)]*(1)$	(4)	$[(2)-(3)]*(4)$
X ₁ - Вер. водомер DN15 (1/2"v) 311.500	2496	4778	3630	2.865.408	0	0
X ₂ - Хор. водомер DN15 (1/2"h) 312.500	7661	4284	3150	8.687.574	0	0
X ₃ - Хор. водомер DN20 (3/4") 315.500	20395	5017	3920	22.373.315	0	0
X ₄ - Хор. водомер DN25 (1") 317.500	1526	6774	4740	3.103.884	0	0
X ₅ - Хор. водомер DN40 (6/4") 319.500	823	12707	9210	2.878.031	21844,4	76.389.867
X ₆ - Инд. водомер DN50 (2") 6.951	78	34798	28900	460.044	91,87	541.849
УКУПНО				40.368.256		76.931.716

Анализа приказује разлику у профиту у случају да се производи по оптималном плану производње добијеном на основу примењене методологије у истраживању, табела 5.1. Уочљива је значајна разлика у профиту, а на основу расположивих података утврђено је постоје расположиви машински и кадровски капацитети за реализацију оптималног плана производње. У следећој табели 5.2 приказана је динамика производње по кварталима.

Табела 5.2. Динамика оптималног плана производње по кварталима

Квартал	Количина производа X ₅ која треба да се производи	Количина производа X ₆ која треба да се производи
I квартал	5608,9	46,74
II квартал	5374,8	40,95
III квартал	5271,4	2,55
IV квартал	5689,3	1,63
Укупно	21844,4	91,87

Према подацима из претходног периода (2016.г., анализа у поглављу о структури тражње), према расположивим подацима за водомер 3/4", 3/2" и вертикални водомер 1/2", уврђено је да је највећа неизвесност присутна код водомера 3/4" који је у том временском периоду имао и највећи удео у укупним приходима предузећа (64,7%).

Табела 5.3. Компарација података по структури потражње

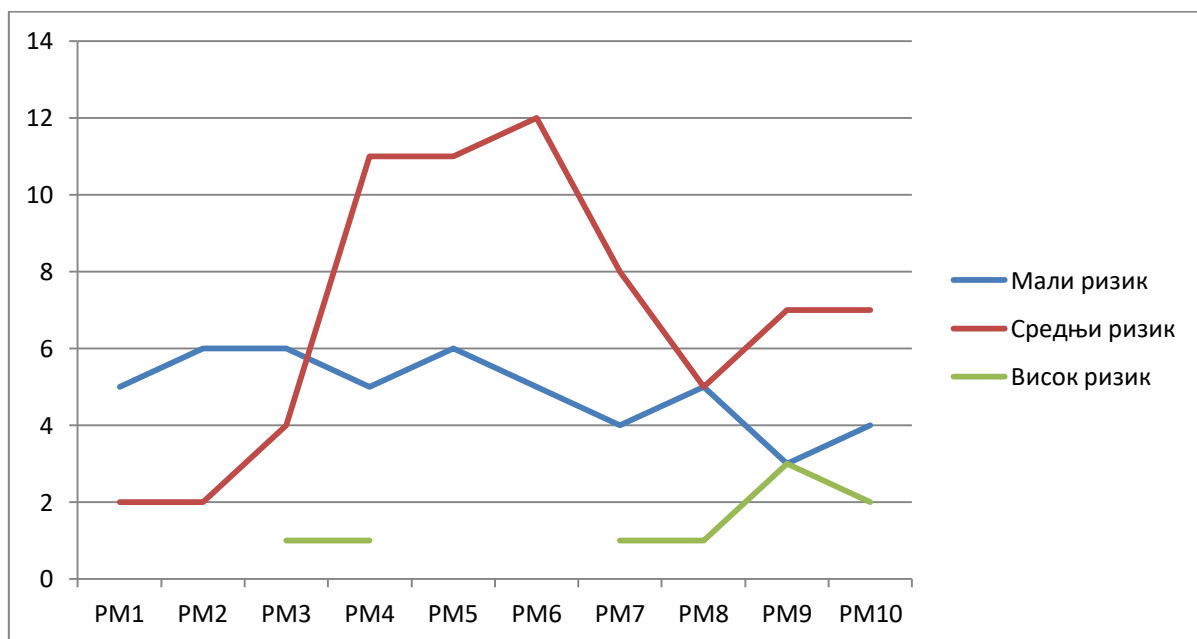
Врста водомера	Укупан број комада	Процентуално учешће у укупном броју комада	Укупан број комада	Процентуално учешће у укупном броју комада
			2018.г.	
			2016.г.	
Водомер 3/4"	7315	61,9%	20395	61,84%
Водомер 1/2"	3025	25,6%	7661	23,23%
Водомер 1/2" вертикални	1487	12,6%	2496	7,57%
Водомер 1"			1526	4,63%

Водомер 6/4"			823	2,5%
Индустријски водомер 2"			78	0,24%

Компарацијом података из 2016.г. и 2018.г. може се приметити да је структура потражње слична и претпоставка је да ће се и у наредном периоду одржати сличана структура тражње за посматраним производима табела 5.3. Међутим у погледу обима тражених количина приметан је тренд раста потражње и такође претпоставка је да ће се и у наредном периоду наставити тренд раста потражње за набаведеним производима.

Анализом расположивих машинских капацитета, формирана су ограничења у која су касније коришћена у решавању ЛП и ФЛП пробелма.

Анализом ризика радног места, утврђено је да од 127 идентификована извора ризика на 10 радних места, 9 извора ризика спада у високоризичне факторе, односно 7.09%. Извори ризика на посматраним радним местима представљају потенцијалне нежељене догађаје, слика 5.3. Присуство извора ризика, класификованих као високоризични, свакако да доприносе присуству неизвесности у процесу производње. У том смислу, одговарајућим акционим мерама неопходно је елиминисати или умањити идентификоване изворе ризика.



Слика 5.3. Графички приказ фреквенције фактора ризика по радним местима за 2018.г.

На основу података добијених за временско трајање операција и ограничења укупно расположивог времена на одговарајућим машинама или расположивом времену радника (за операције које се односе на мануелни рад – монтажа) формирана су следећа ограничења:

$$3,5 \cdot x_1 + 3,5 \cdot x_2 + 3,5 \cdot x_3 + 7 \cdot x_4 + 7 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 \leq 46200$$

$$0,66 \cdot x_1 + 0,66 \cdot x_2 + 0,66 \cdot x_3 + 1,5 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$1,16 \cdot x_1 + 1,16 \cdot x_2 + 1,16 \cdot x_3 + 1,5 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 + 6 \cdot x_6 \leq 27720$$

$$0,66 \cdot x_1 + 0,66 \cdot x_2 + 0,66 \cdot x_3 + 1,5 \cdot x_4 + 1,5 \cdot x_5 + 2,5 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$0,66 \cdot x_1 + 0,66 \cdot x_2 + 0,66 \cdot x_3 + 0,75 \cdot x_4 + 0,75 \cdot x_5 + 1,33 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$0,5 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 \leq 27720$$

$$1 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 3 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$3,72 \cdot x_1 + 3,72 \cdot x_2 + 3,72 \cdot x_3 + 5,45 \cdot x_4 + 6,25 \cdot x_5 + 50 \cdot x_6 \leq 31680$$

У циљу компарације резултата добијених применом пројектоване методологије за оптимални план производње и других метода извршена је следећа анализа: у табели су дати резултати добијени применом пројектоване методологије за оптимални план производње, а затим резултати примене класичног ЛП са функцијом циља максимални профит, резултати примене класичног ЛП са функцијом циља минимални трошкови, резултати примене класичног ЛП са функцијом циља максимална добит и на крају резултати примене вишекритеријумске анализе са две функције (макс. профит и мин. трошкови). Примена класичних ЛП модела за постављени проблем приказана је у прилогу 1.

Модели прорачуна за компарацију резултата су:

1. Фази ЛП

$$\max (0.101 \cdot x_1 + 0.006 \cdot x_2 + 0.093 \cdot x_3 + 0.197 \cdot x_4 + 0.249 \cdot x_5 + 0.354 \cdot x_6)$$

уз ограничења

$$3.5 \cdot x_1 + 3.5 \cdot x_2 + 3.5 \cdot x_3 + 7 \cdot x_4 + 7 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 \leq (23100,46200,92400)$$

$$0.66 \cdot x_1 + 0.66 \cdot x_2 + 0.66 \cdot x_3 + 1.5 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 \leq (9240,18480,27720)$$

$$1.16 \cdot x_1 + 1.16 \cdot x_2 + 1.16 \cdot x_3 + 1.5 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 + 6 \cdot x_6 \leq (9240,27729,27720)$$

$$0.66 \cdot x_1 + 0.66 \cdot x_2 + 0.66 \cdot x_3 + 1.5 \cdot x_4 + 1.5 \cdot x_5 + 2.5 \cdot x_6 \leq (9240,18480,27720)$$

$$0.66 \cdot x_1 + 0.66 \cdot x_2 + 0.66 \cdot x_3 + 0.75 \cdot x_4 + 0.75 \cdot x_5 + 1.33 \cdot x_6 \leq (9240,18480,27720)$$

$$0.5 \cdot x_1 + 0.5 \cdot x_2 + 0.5 \cdot x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq (13860,27720,55440)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + 3 \cdot x_6 \leq (9240,18480,27720)$$

$$3.72 \cdot x_1 + 3.72 \cdot x_2 + 3.72 \cdot x_3 + 5.45 \cdot x_4 + 6.25 \cdot x_5 + 50 \cdot x_6 \leq (25344,31680,63360)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + 3 \cdot x_6 \leq 7745$$

2. Функција циља – максимална јединична цена продаје

$$\text{Maximize: } Z = 4778X_1 + 4284X_2 + 5017X_3 + 6774X_4 + 12707X_5 + 34798X_6$$

3. Функција циља- минимална јединична цена коштања

$$\text{Minimize: } Z = 3630X_1 + 3150X_2 + 3920X_3 + 4740X_4 + 9210X_5 + 28900X_6$$

4. Функција циља – максимална јединична добит (разлика јединичне цене продаје и јединичне цена коштања)

$$\text{Maximize: } Z = 1148X_1 + 1134X_2 + 1097X_3 + 2034X_4 + 3497X_5 + 5898X_6$$

Функције 2), 3) и 4) рачунате су уз ограничења :

$$3,5 \cdot x_1 + 3,5 \cdot x_2 + 3,5 \cdot x_3 + 7 \cdot x_4 + 7 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 \leq 46200$$

$$0,66 \cdot x_1 + 0,66 \cdot x_2 + 0,66 \cdot x_3 + 1,5 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$1,16 \cdot x_1 + 1,16 \cdot x_2 + 1,16 \cdot x_3 + 1,5 \cdot x_4 + 2 \cdot x_5 + 6 \cdot x_6 \leq 27720$$

$$0,66 \cdot x_1 + 0,66 \cdot x_2 + 0,66 \cdot x_3 + 1,5 \cdot x_4 + 1,5 \cdot x_5 + 2,5 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$0,66 \cdot x_1 + 0,66 \cdot x_2 + 0,66 \cdot x_3 + 0,75 \cdot x_4 + 0,75 \cdot x_5 + 1,33 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$0,5 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 \leq 27720$$

$$1 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 3 \cdot x_6 \leq 18480$$

$$3,72 \cdot x_1 + 3,72 \cdot x_2 + 3,72 \cdot x_3 + 5,45 \cdot x_4 + 6,25 \cdot x_5 + 50 \cdot x_6 \leq 31680$$

Обими производње посматраних производа добијени на основу сва 4 компаративна модела помножени са стварним ценама продаје коришћени су за поређење укупног профита добијеног реализацијом коресподентног плана производње табела 5.4. Резултати указују да осим што ФЛП модел укључује неизвесност у прорачун, оптимални план производње по овом моделу има потенцијал остварења значајно већег укупног профита.

Табела 5.4. Оптимални план производње

	Произведен о у 2018.г.	Укупан профит	Оптималан план производње	Укупан профит	Прорачун применом ЛП са функцијом фиља макс профит	Укупан профит	Прорачун применом ЛП са функцијом фиља мин трошак	Укупан профит	Прорачун применом ЛП са функцијом фиља макс добит	Укупан профит
X ₁ - Вер. одомер DN15 (1/2"v) 311.500	2496	2.865.408	0	0	0	0	0	0	0	0
X ₂ - Хор. водомер DN15 (1/2"h) 312.500	7661	8.687.574	0	0	0	0	0	0	0	0
X ₃ - Хор. водомер DN20 (3/4") 315.500	20395	22.373.315	0	0	0	0	0	0	0	0
X ₄ - Хор. водомер DN25 (1") 317.500	1526	3.103.884	0	0	0	0	0	0	0	0
X ₅ - Хор. водомер DN40 (6/4") 319.500	823	2.878.031	21844,4	76.389.867	5068,8	17.725.594	0	0	5068,8	17.725.594
X ₆ - Инд. водомер DN50 (2") 6.951	78	460.044	91,87	541.849	0	0	0	0	0	0
УКУПНО		40.368.256		76.931.716		17.725.594		0		17.725.594

6. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

У предметној докторској дисертацији изложено је истраживање могућности унапређења процеса управљања производним ресурсима у условима неизвесности. Наиме, разматрајући проблем управљања производњом у савременим условима пословања који налажу рационализацију свих производних ресурса и унапређење управљања ради стицања конкурентних способности предузећа како би се прилагодила неизвесним условима на тржишту али и у управљању унутрашњим ресурсима, кроз ово истраживање извршена је систематска ретроспектива расположивих метода и техника за оптимизацију производних ресурса који третирају неизвесност.

Истраживања у погледу оптимизације производних ресурса у условима неизвесности указала су истраживања у подобластима: оптимизације производних капацитета у условима неизвесности, оптимизације потреба за материјалом у условима неизвесности, оптимизације расположивих кадровских ресурса у условима неизвесности, оптимизације производних ресурса у складу са потребама тражишта, итд.

Такође и оквирима сваке од наведених области, развијени су бројни математички модели оптимизације, односно приступи решавању постављене проблематике који се глобално могу категорисати као концептуални, аналитички, вештачка интелигенција и симулациони модели. Генерално, за различите проблеме из производне праксе у условима неизвесности, развијени су конкретни математички модели за решавање, као на пример метода ЛП користи се за одређивање оптималног обима производње, МРП за планирање потреба за материјалом, стохатичко планирање за управљање ланаца снабдевања, АХП, TOPSIS и ELECTRE у вишекритеријумском одлучивању и сл.

У истраживању у овој предметној дисертацији оптимизација производних ресурса не посматра се модуларно, већ је разматрана могућност унапређења процеса планирања производних ресурса предузећа, на тај начин што се инјеришу модуларни базични елементи оптимизације производних ресурса у условима неизвесности и што се интегрише припадајућа методологија за прорачун оптималног ресурса. Наиме, с обзиром да у оптимизацији производних ресурса предузећа можемо имати један или више ресурса код ког је присутна неизвесност у поступку планирања, пројектована је методологија оптимизације

производних ресурса у којој се примарно дефинише скуп производних ресурса код којих је идентификована неизвесност у процесу планирања, а затим се за решавање проблема користе различити математички модели, тако да се за сваки идентификовани производни ресурс код којег је присутна неизвесност у поступку планирања бира одговарајућа математичка метода адекватна постављеној проблематици. Овако постављен интегрални приступ, представља оквир за пројектовање методологије унапређења процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности.

У предметној докторској дисертацији предлаже се модел фази линераног програмирања за одређивање плана оптималне производње. Количина сваке врсте производа из плана производње се дефинише као варијабла одлуке. Циљна функција се дефинише као линеарна комбинација варијабла одлуке. Коефицијенти циљне функције се дефинишу као релативни јединични профит. Пошто је немогуће да се довољно прецизно одреди вредност јединичног профита, наводи се матрица фази поређења у паровима релативне важности јединичних профита. Коефицијенти циљне функције се дају анализом обима (Chang, 1996). Ограничења која проистичу из расположивог капацитета предузећа, а потражња за разматраним производима проистиче из тржишта. Ова ограничења се дефинишу коришћењем линеарне неједнакости. Десна страна дефинисане линеране неједнакости се описује неизвесним бројевима. Локална решења се могу наћи помоћу поступка заснованог на концепту једнаких могућности.

У експерименталном делу истраживања примењена је пројектована методологија за оптимизацију производних ресурса у условима неизвесности у производном предузећу „Инса“ а.д.

Први корак у реализацији експерименталног истраживања у пилот фабрици, односио се на спровођење анкетног упитника на основу којег је утврђен степен рационалног коришћења производних ресурса и утврђена потреба за имплементацијом модела управљања процесом планирања производних ресурса у условима неизвесности. Анкетним упитником утврђен је степен нерационалног коришћења машинских капацитета, нецелисходности производног програма, нерационалног трошења средстава, ниске организације производних процеса, технологије и метода рада, нередовног снабдевања репроматеријалом и осталим потребама, недовољне координације укупног пословања, нецелисходне конструкција ангажованих средстава. Анализирани су оцене за наведене параметре за две узастопне пословне године, како би се оценио тренд кретања података.

У фабрици „Инса“ а.д. идентификовани су следећи производни ресурси код којих је присутна неизвесност:

- неизвесност у погледу тражње за производима,
- неизвесност у погледу расположивих машинских капацитета,
- неизвесност у погледу расположивих кадровских ресурса.

Неизвесност у погледу тражње за производима фабрике „Инса“ а.д. изложена је у поглављу 4.3. За идентификоване врсте водомера, генерисане су криве тражње по производима за временски период од годину дана (из разлога динамике поручивања), дефинисане контролне границе, израчунато процентуално учешће броја наруџбеница по производима, и извршено рангирање по класификационим групама (по боју наручених комада) за сваку врсту посматраних водомера.

Анализа указује да је за водомере 3/4" класификациона група А по свим посматраним критеријумима прворангирана, али за њом следи класификациона група Х (серије од 351-400 комада) које су после класификационе групе А најисплативије и имају 8,18% учешће у укупном раду. Оваква структура ранжираних класификационих група за водомере 3/4" се разликује од структуре рангирања класификационих група када се посматрају сви водомери где после класификационе групе А следи класификациона група Ф (серије од 251-300 комада). Такође, анализа указује да је за водомере 1/2" класификациона група А по свим посматраним критеријумима прворангирана, али за њом следи класификациона група Ф (серије од 251-300 комада) које су после класификационе групе А најисплативије. Оваква структура ранжираних класификационих група за водомере 1/2" иста је као и структура ранга класификационих група када се посматрају сви водомери.

За вертикалне водомере 1/2", анализа указује да је класификациона група А по свим посматраним критеријумима прворангирана, али за њом следи класификациона група Б (серије од 51-100 комада) које су после класификационе групе А најисплативије. Треће рангирана класификациона група је Ц по свим критеријумима, а остале класификационе групе нису заступљене код ове врсте водомера.

Односно, анализа указује да код вертикалног водомера 1/2" имамо најмање присутну неизвесност у потражњи и величини серије по наруџбеницама. Највећа неизвесност присутна

је код водомера 3/4" који уједно има и највећи удео у укупним приходима предузећа (64,7%) у односу на остале две врсте посматраних водомера.

Током анализе машинских капацитета у фабрици „Инса“ а.д. генерисане су математичке зависности за опис расположивог капацитета сваке од 16 машина које учествују у процесу производње посматраних водомера. Коришћењем података за временско трајање технолошких операција у производњи посматраних водомера генерисане су неједначине за ограничења у погледу оптималног обима производње посматраних производа. Формирана ограничења касније су коришћена у решавању ЛП и ФЛП проблема.

Неизвесност на радном месту у фабрици „Инса“ а.д. везана је за ризик радног места, што је Актом у процени ризика на радном месту и у радној околини прописано у виду основа за препознавање опасности и штетности на радном месту и у радној околини.

Анализом ризика радног места, утврђено је да од 127 идентификована извора ризика на 10 радних места, 9 извора ризика спада у високоризичне факторе, односно 7.09%. Извори ризика на посматраним радним местима представљају потенцијалне нежељене догађаје.

У истраживању је дат графички приказ резултата анализе ризика радних места и то кроз фреквенције појаве високоризичних догађаја, ризика средњег нивоа и ризика малог нивоа по радним местима.

Присуство извора ризика, класификованих као високоризични (идентификованих 9 високоризичних извора ризика), свакако да доприносе присуству неизвесности у процесу производње. У том смислу, одговарајућим акционим мерама неопходно је елиминисати или умањити идентификоване изворе ризика.

Проблем који се разматрао у даљем истраживању односио се на одређивање оптималне количине производње за шест различитих типова водомера у фабрици у „Инса“ а.д. Применом предложеног алгоритма (Корак 1), фази оцена релативне вредности јединичног профита је дата у складу са предложеним алгоритмом. Матрица поређења у паровима релативне вредности јединичног профита производа такође је изложена у складу са предложеним алгоритмом (Корак 2). Надаље је представљен поступак одређивања вектора нормализованих вредности јединичног профита производа (Корак 3 предложеног алгоритма). Изложена је вредност фази синтетизованог обима производње, вектор вредности јединичног профита и вектор нормализованих вредности јединичног профита.

У складу са кораком 4 предложеног алгоритма, расположиви капацитет сваке производне операције је одређен помоћу доказних података и постојећих информација. Вредности расположивих капацитета сваке производне операције су описане троугаоним фази бројевима. Применом ФЛП модела добијене су оптималне количине производа по врстама производа и по кварталима.

У циљу компарације резултата добијених применом пројектоване методологије за оптимални план производње и других метода извршена је следећа анализа: дати су резултати добијени применом пројектоване методологије за оптимални план производње, а затим резултати примене класичног ЛП са функцијом циља максимални профит, резултати примене класичног ЛП са функцијом циља минимални трошкови, и на крају резултати примене вишекритеријумске анализе са две функције (макс. профит и мин. трошкови).

Обими производње посматраних производа добијени на основу сва 4 компаративна модела помножени са стварним ценама продаје коришћени су за поређење укупног профита добијеног реализацијом коресподентног плана производње. Резултати указују да осим што ФЛП модел укључује неизвесност у прорачун, оптимални план производње по овом моделу има потенцијал остварења значајно већег укупног профита.

Резултати експерименталног дела истраживања потврдили су полазне хипотезе о могућности унапређења процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности.

Теоријски допринос пројектоване методологије за унапређење процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности осим интегралног приступа у моделирању неизвесности код сваког од идентификованих ресурса огледа се и у томе да се све постојеће неизвесности могу описати ТФН-има, као и да се евентуалне промене у броју производа, бројевима и/или вредностима ограничења, релативном значају јединичног профита разматраних производа могу укључити у пројектовани модел.

Главно ограничење предложеног модела је то што може да дефинише оптималну количину производа који треба да се произведу у сваком временском периоду, али не може тачно да одреди колика ће добит бити остварена са таквим планом производње.

Друго ограничење предложеног модела је то што не узима у обзир немонетарне утицаје на укупно пословање предузећа, као што су однос са акционарима, партнерство и везе са

окружењем. Понекад ова немонетарна својства имају веома значајан утицај на процес одлучивања.

Предлог за будућа истраживања у оквиру даљег развоја модела оптимизације производних ресурса у условима неизвесности односи се на упоређивање оптималних планова производње, који су добијени применом различитих хеуристичких метода као што су генетски алгоритам, локална претрага, итд.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Abass, S.A., Gomaa, M.A., Elsharawy, G.A, Elsaid, M.S., Generalized production planning problem under interval uncertainty, *Egyptian Informatics Journal* (2010) 11, 27–31.
2. Anderson, E.J., Lagodimos, A.G., 1989. Service levels in singlestage MRP systems with demand uncertainty. *Engineering Costs and Production Economics* 17, 125–133.
3. Azadeh, A., Raoofi, Z., and Zarrin, M. (2015). A multi-objective fuzzy linear programming model for optimization of natural gas supply chain through a greenhouse gas reduction approach. *Journal of Natural Gas Science and Engineering* 26, 702-710.
4. Bass, M., S., Kwakernaak, H., 1977. Rating and Ranking of Multiple-aspect Alternatives using Fuzzy sets. *Automatica* 3, 47-58.
5. Bellman, R., Zadeh, L., 1970. Decision making in a fuzzy environment. *Management Science* 17, 141–164.
6. Bertrand, J.W.M., Rutten, W.G.M.M., 1999. Evaluation of three production planning procedures for the use of recipe flexibility. *European Journal of Operational Research* 115, 179–194.
7. Bhatia, N., and Kumar, A. (2012). Mehar’s method for solving fuzzy sensitivity analysis problems with LR flat fuzzy numbers. *Applied Mathematical Modelling* 36, 4087-4095.
8. Bihlmaier R., Koberstein A., Obst R., Modeling and optimizing of strategic and tactical production planning in the automotive industry under uncertainty, *OR Spectrum* (2009) 31:311–336
9. Billington, P.J., McClain, J.O., Thomas, L.J., 1983. Mathematical programming approaches to capacity constrained MRP systems: Review, formulation and problem reduction. *Management Science* 29, 1126–1141.
10. Bitran, G., Yanesse, H., 1984. Deterministic approximation to stochastic production problems. *Operations Research* 32, 999–1018.
11. Bruckley, J.J., (1985); Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy sets and systems*, 17, 233-247.
12. Buchel, A., 1983. Stochastic material requirements planning for optional parts. *International Journal of Production Research* 21, 511–527.
13. Burstein, M.C., Nevison, C.H., Carlson, R.C., 1984. Dynamic lot-sizing when demand timing is uncertain. *Operations Research* 32, 362–379.
14. Callarman, T.E., Hamrin, R.S., 1983. A comparison of dynamic lot sizing rules for use in a single stage MRP system with demand uncertainty. *International Journal of Operations and Production Management* 4, 39–48.

15. Caridi, M., Cigolini, R., 2000. Buffering against lumpy demand in MRP environments: a theoretical approach and a case study. *Manufacturing Information Systems, Proceedings of the fourth SMESME International Conference*. Carlson, R.C., Yano, C.A., 1986. Safety stocks in a MRP. *Systems with emergency setups for components*. *Management Science* 32, 403–412.
16. Chang, D., Y., (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European J. of Operational Research*, 95 649-655.
17. Chu, B., Tolone, W.J., Long, J., Wihelm, R., Peng, Y., Finin, T., Mathews, M., 2000. Towards intelligent integrated manufacturing planning-execution. *International Journal of Agile Manufacturing*.
18. Clark, A.J., Scarf, H., 1960. Optimal policies for a multi-echelon inventory problem. *Management Science* 6, 475–490.
19. Dantzig, G.B., 1955. Linear programming under uncertainty. *Management Science* 1, 197–206.
20. Darby-Dowman, K., Lucas, C., Mitra, G., & Yadegar, J. (1988). Linear, integer, separable and fuzzy programming problems: A unified approach towards reformulation. *Journal of the Operational Research Society*, 39(2), 161-171.
21. Das, S.K., Abdel-Malek, L., 2003. Modeling the flexibility of order quantities and lead-times in supply chains. *International Journal of Production Economics* 85, 171–181.
22. De Bodt, M.A., Wassenhove, L.N., 1983. Cost increases due to demand uncertainty in MRP lot sizing. *Decision Science* 14, 345–362.
23. Diks, E.B., De Kok, A.G., 1996. Multi-echelon systems: a service measure perspective. *European Journal of Operational Research* 95, 241–263.
24. Donselaar, K.V., 1992. The use of MRP and LRP in a stochastic environment. *Production Planning and Control* 3, 239–246.
25. Donselaar, K.V., Nieuwenhof, J.V., Visschers, J., 2000. The impact of material coordination concepts on planning stability in supply chains. *International Journal of Production Economics* 68, 169–176.
26. Du, T.C., Wolfe, P., 2000. Building an active material requirements planning. *International Journal of Production Research* 38, 241–252.
27. Dubois, D., and Prade, H. (1980). *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*, Academic press, New York.
28. Ebrahimnejad, A., and Madjid Tavana, M. (2014). A novel method for solving linear programming problems with symmetric trapezoidal fuzzy numbers. *Applied Mathematical Modelling* , accepted for publishing.

29. Eppen, G., Schrage, L., 1981. Centralized ordering policies in a multi-warehouse system with lead times and random demand. In: Schwarz, L. (Ed.), *Multi-Level Production/Inventory Control Systems: Theory and Practice*, vol. 16. *Studies in Management Science*, North-Holland, Amsterdam, pp. 51–67.
30. Eppen, G.D., Martin, R.K., Schrage, L., 1989. A scenario approach to capacity planning. *Operations Research* 37, 517–527.
31. Escudero, L.F., 1994. CMIT, Capacitated Multi-level Implosion Tool. *European Journal of Operational Research* 76, 511–528.
32. Escudero, L.F., Kamesam, P.V., 1993. MRP modelling via scenarios. In: Ciriani, T.A., Leachman, R.C. (Eds.), *Optimization in Industry*. Wiley, New York, pp. 101–111.
33. Escudero, L.F., Kamesam, P.V., 1995. On solving stochastic production planning problems via scenario modelling. *TOP* 3, 69–95.
34. Escudero, L.F., Kamesam, P.V., King, A.J., Wets, R.J.B., 1993. Production planning via scenario modelling. *Annals of Operations Research* 43, 311–335.
35. Federgruen, A., Zipkin, P., 1984. Approximation of dynamic, multi-location production and inventory problems. *Management Science* 30, 69–84.
36. Fox, M.S., Barbuceanu, M., Teigen, R., 2000. Agent-oriented supply chain management. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 12, 165–188.
37. Galbraith, J., 1973. *Designing Complex Organizations*. AddisonWesley, Reading, MA.
38. Ganeshan, R., 1999. Managing supply chain inventories: a multiple retailer, one warehouse, multiple supplier model. *International Journal of Production Economics* 59, 341–354.
39. Galović, D. (2003). Novi fazi model za upravljanje globalnim lancem snabdevanja. *Simpozijum operacionim istraživanjima (SYMOPIS)*, 491-494.
40. Gen, M., Tsujimura, Y., Ida, K., 1992. Method for solving multi objective aggregate production planning problem with fuzzy parameters. *Computers and Industrial Engineering* 23, 117–120.
41. Gfrerer, H., Za'pfel, G., 1995. Hierarchical model for production planning in the case of uncertain demand. *European Journal of Operational Research* 86, 142–161.
42. Giannoccaro, I., Pontrandolfo, P., 2001. Models for supply chain management: a taxonomy. *Proceedings of the Production and Operations Management 2001. Conference POMS mastery in the new millennium*, Orlando, FL, USA.
43. Grasso, E.T., Taylor, B.W., 1984. A simulation-based experimental investigation of supply/timing uncertainty in MRP systems. *International Journal of Production Research* 22, 485–497.

43. Grubbström, R.W., 1999a. New developments within MRP theory. Second International Aegean Workshop on the Analysis and Modelling of Manufacturing Systems.
44. Grubbström, R.W., 1999b. A net present value to approach to safety stocks in a multi-level MRP system. *International Journal of Production Economics* 59, 361–375.
45. Grubbström, R.W., Tang, O., 1999. Further developments on safety stocks in a MRP system applying Laplace transforms and input–output analysis. *International Journal of Production Economics* 60–61, 381–387.
46. Guney, B., Teke, C., Tas, M. (2016). Fuzzy linear programming approach for determining. The production amounts in food industry. *International Journal of Mechanical And Production Engineering*, 4 (1), 132-135.
47. Gupta, A., Maranas, C.D., 2003. Managing demand uncertainty in supply chain planning. *Computers and Chemical Engineering* 27, 1216–1227.
48. Hatchuel, A., Saidi-Kabeche, D., Sardas, J.C., 1997. Towards a new planning and scheduling approach for multistage production systems. *International Journal of Production Research* 35, 867–886.
49. Hax, A.C., Meal, H.C., 1975. Hierarchical Integration of Production Planning and Scheduling. In: Geisler (Ed.), *Logistics: Studies in the Management Science*, vol. 1. Elsevier, North Holland.
50. Hegseth, M.A., 1984. The challenge of operation yield. *Production and Inventory Management* 25, 4–10.
51. Ho, C., 1989. Evaluating the impact of operating environments on MRP system nervousness. *International Journal of Production Research* 27, 1115–1135.
52. Hojati, M., 2004. Bridging the gap between probabilistic and fuzzy-parameter EOQ models. *International Journal of Production Economics* 91, 215–221.
53. Hsu, H., Wang, W., 2001. Possibilistic programming in production planning of assemble-to-order environments. *Fuzzy Sets and Systems* 119, 59–70.
54. Huang, P.Y., Clayton, E.R., Moore, L.J., 1982. Analysis of material and capacity requirements with Q-GERT. *International Journal of Production Research* 20, 701–713.
55. Huang, P.Y., Rees, L.P., Taylor, B.W., 1985. Integrating the MRP-based control level and the multistage shop level of a manufacturing system via network simulation. *International Journal of Production Research* 23, 1217–1231.
56. Jiang C, Han X, Liu G. A nonlinear interval number programming method for uncertain optimization problems. *Eur J Oper Res* 2008;188(1):1–13.

57. Jimènez, M. (1996). Ranking fuzzy numbers through the comparison of its expected intervals. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 4 (4), 379–388.
58. Jiménez, M., Arenas, M., Bilbao, A., & Rodri, M. V. (2007). Linear programming with fuzzy parameters: an interactive method resolution. *European Journal of Operational Research*, 177(3), 1599-1609.
59. John, R.S., 1985. The cost of inflated planned lead times in MRP systems. *Journal of Operations Management* 5, 119–128.
60. Kacprzyk, J., Staniewski, P., 1982. Long-term inventory policymaking through fuzzy decision-making models. *Fuzzy Sets and Systems* 8, 117–132.
61. Kadipasaoglu, S.N., Sridharan, V., 1997. Measurement of instability in multi-level MRP systems. *International Journal of Production Research* 35, 713–737.
62. Kahraman, C., Öztayşi, B., San, U.Î., Turanoğlu, E. (2014). Fuzzy analytic hierarchy process with interval type-2 fuzzy sets. *Knowledge-Based Systems*, 59, 48-57.
63. Karabuk, S., Wu, D., 1999. Coordinating strategic capacity planning in the semiconductor industry. Technical Report 99T-11, Department of IMSE, Lehigh University.
64. Kaur, P., & Kumar, A. (2014). Linear programming approach for solving fuzzy critical path problems with fuzzy parameters. *Applied Soft Computing*, 21, 309-319.
65. Kelle, P., Milne, A., 1999. The effect of (s,S) ordering policy on the supply chain. *International Journal of Production Economics* 59, 113–122.
66. Kira, D., Kusy, M., Rakita, I., 1997. A stochastic linear programming approach to hierarchical production planning. *Journal of the OR Society* 48, 207–211.
67. Koutsoukis, N.S., Dominguez-Ballesteros, B., Lucas, C.A., Mitra, G., 2000. A prototype decision support system for strategic planning under uncertainty. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* 30, 640–660.
68. Kumar, A., Kaur, J. Singh, P. (2011), A new method for solving fully fuzzy linear programming problems. *Applied Mathematical Modelling* 35 817–823.
69. Kurtulus, I., Pentico, D.W., 1988. Material requirement planning when there is scrap loss. *Production and Inventory Management* 29, 18–21.
70. Langenhoff, L.J.G., Zijm, W.H.M., 1990. An analytical theory of multi-echelon production/distribution systems. *Statistica Neerlandica* 44, 149–174.
71. Lario, F.C., Rodri'guez, A., Garcí'a, J.P., Escudero, L.F., 2001. Analysis and definition of scenarios in stochastic programming for supply chain management in the automobile sector, IV Conference on Organization Engineering (CIO 2001), Sevilla (Spain).

72. Lee, C.S., and Wen, C.G. (1996). River assimilative capacity analysis via fuzzy linear programming. *Fuzzy Sets and Systems*, 79, 191-201.
73. Lee, Y.Y., Kramer, B.A., Hwang, C.L., 1990. Part-period balancing with uncertainty: a fuzzy sets theory approach. *International Journal of Production Research* 28, 1771–1778.
74. Lee, Y.Y., Kramer, B.A., Hwang, C.L., 1991. A comparative study of three lot-sizing methods for the case of fuzzy demand. *International Journal of Operations and Production Management* 11, 72–80.
75. Lehtimaäki, A.K., 1987. An approach for solving decision problems of master scheduling by utilizing theory of fuzzy sets. *International Journal of Production Research* 25, 1781–1793.
76. Lofti, H.F., Allahviranloo, T., Jondabeh, A.M., Alizadeh, L. (2009). Solving a full fuzzy linear programming using lexicography method and fuzzy approximate solution. *Applied Mathematical Modelling* 33, 3151–3156.
77. Lohrmann, M., & Reichert, M. (2013). Understanding business process quality. In *Business Process Management* (pp. 41-73). Springer, Berlin, Heidelberg.
78. Lowe, T.J., Schwarz, L.B., 1983. Parameter estimation for the EOQ lot-size model: Minimax and expected value choices. *Naval Research Logistics Quarterly* 30, 367–376.
79. Marlin, P.G., 1986. A MRP/job shop stochastic simulation model. In: Lev, B. (Ed.), *Production Management: Methods and Studies*. North-Holland, Amsterdam, pp. 163–172.
80. Melnyk, S.A., Piper, C.J., 1985. Lead time errors in MRP: The lot-sizing effect. *International Journal of Production Research* 23, 253–264.
81. Meybodi, M., Foote, B., 1995. Hierarchical production planning and scheduling with random demand and production failure. *Annals of Operations Research* 59, 259–280.
82. Milanovic M., Misita M., Komatina N., Determination of the Optimal Production Plan by Using Fuzzy AHP and Fuzzy Linear Programming, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, DOI: [10.3233/JIFS-190913](https://doi.org/10.3233/JIFS-190913), vol. 38, no 4, pp. 4315-4325, 2020, ISSN online 1875 - 8967
83. Miller, W.A., Leung, L.C., Azhar, T.M., Sargent, S., 1997. Fuzzy production planning model for fresh tomato packing. *International Journal of Production Economics* 53, 227–238.
84. Mula, J., Poler, R., Garcí'a, J.P., 2006a. MRP with flexible constraints: A fuzzy programming approach. *Fuzzy Sets and Systems* 157, 74–97.
85. Mula, J., Poler, R., Garcia-Sabater, J.P., Lario, F.C., 2006b. Models for production planning under uncertainty: A review, *Int. J. Production Economics* 103 (2006) 271–285.
86. Mula, J., Poler, R., Garcia, J.P., Ortiz, A., 2005. Demand uncertainty effects on first tier suppliers of an automobile industry supply chain. *The ICFAI Journal of Supply Chain Management* 2 (3), 19–39.

87. Murthy, D.N.P., Ma, L., 1991. MRP with uncertainty: A review and some extensions. *International Journal of Production Economics* 25, 51–64.
88. Najafi, S.H., and Edalatpanah (2013). A note on A new method for solving fully fuzzy linear programming problems. *Applied Mathematical Modelling* 37, 7865–7867.
89. New, C., Mapes, J., 1984. MRP with high uncertain yield losses. *Journal of Operations Management* 4, 315–330.
90. Orlicky, J., 1975. *Material Requirements Planning*. McGraw Hill, London. Ould-Loudy, M.A., Dolgui, A., 2004. The MPS parameterization under lead time uncertainty. *International Journal of Production Economics* 90, 369–376.
91. Pandian, P. (2012). A simple approach for finding a fair solution to multiobjective programming problems. *Bulletin of Mathematical Sciences & Applications*, 1, 25 – 30.
92. Pandian, P. (2013), Multi-objective Programming Approach for Fuzzy Linear Programming Problems. *Applied Mathematical Sciences*, 7 (37), 1811 – 1817.
93. Paraskevopoulos, D., Karakitsos, E., Rustem, B., 1991. Robust capacity planning under uncertainty. *Management Science* 37, 787–800.
94. Park, K.S., 1987. Fuzzy-set theoretic interpretation of economic order quantity. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 17, 1082–1084.
95. Petrovic, D., 2001. Simulation of supply chain behaviour and performance in an uncertain environment. *International Journal of Production Economics* 71, 429–438.
96. Petrovic, D., Roy, R., Petrovic, R., 1998. Modelling and simulation of a supply chain in an uncertain environment. *European Journal of Operational Research* 109, 299–309.
97. Petrovic, D., Roy, R., Petrovic, R., 1999. Supply chain modelling using fuzzy sets. *International Journal of Production Economics* 59, 443–453.
98. Porter, B., Mak, K.L., Wong, Y.S., 1995. Machine requirements planning and workload assignment using genetic algorithms. *IEEE International Conference on Evolutionary Computation*. Perth, Western Australia, November.
99. Reynoso, G., Grabot, B., Geneste, L., Ve´rot, S., 2002. Integration of uncertain and imprecise orders in MRPII. *Ninth International Multi-Conference on Advanced Computer Systems, Conference on Production System Design, Supply Chain Management & Logistics*, Miedzyzdroje, Pologne, October 23–25.
100. Rinks, D.B., 1981. A heuristic approach to aggregate production scheduling using linguistic variables. In: Lasker, G.E. (Ed.), *Applied Systems and Cybernetics*, vol. VI. Pergamon Press, New York, pp. 2877–2883.

101. Rinks, D.B., 1982a. The performance of fuzzy algorithm models for aggregate planning under differing cost structures. In: Gupta, M.M., Sanchez, E. (Eds.), *Fuzzy Information and Decision Processes*. North-Holland, Amsterdam, pp. 267–278.
102. Rinks, D.B., 1982b. A heuristic approach to aggregate planning production scheduling using linguistic variables: Methodology and application. In: Yager, R. (Ed.), *Fuzzy Set and Possibility Theory*. Pergamon Press, New York, pp. 562–581.
103. Rosling, K., 1989. Optimal inventory policies for assembly systems under random demands. *Operations Research* 37, 565–579.
104. Rota, K., Thierry, C., Bel, G., 1997. Capacity-constrained MRP system: A mathematical programming model integrating firm orders, forecasts and suppliers. *De´partament d’Automatique, Universite´ Toulouse II Le Mirail*.
105. Saaty TL (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal Operational Research* 48: 9-26.
106. Saberi Najafi, H., Edalatpanah, S.A. (2013). A note on A new method for solving fully fuzzy linear programming problems. *Applied Mathematical Modelling* 37. 7865–7867.
107. Samanta, B., Al-Araimi, S.A., 2001. An inventory control model using fuzzy logic. *International Journal of Production Economics* 73, 217–226.
108. Schumann Consortium, 1998. Supply chain uncertainty management network optimization. *Esprit Programme. Full Proposal 26267*.
109. Sethi, S.P., Yan, H., Zang, Q., 2002. Optimal and hierarchical controls in dynamic stochastic manufacturing systems: A survey. *Manufacturing and Service Operations Management* 4, 133–170.
110. Sommer, G., 1981. Fuzzy inventory scheduling. In: Lasker, G.E. (Ed.), *Applied Systems and Cybernetics*, vol. VI. Academic Press, New York.
111. Tadić, D., Mimovic, P., Kostic, J. & Zahar Djordjevic M. (2016). A fuzzy bi-linear management model in reverse logistic chains. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 26(1), 61-74.
112. Tadić, D., Misita, M., Milanovic, D. D., Djukic, T., & Senussi, G. (2014). A novel approach to process improvement in small and medium manufacturing enterprises. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 228(5), 777-789.
113. Tadić, D., Nestić, S., Aleksić, A. (2018). Determination of the optimal flow based on fuzzy linear programming - a supply chain issues. *Proceedings of 2100 Projects Association Joint Conferences* 6.

114. Teke, C., Guney, B. (2016). Fuzzy Linear Programming Approach for Determining the Production Amounts in Poultry Industry. 8th International Conference on Latest Trends in Engineering and Technology (ICLTET'2016) May 5-6 2016 Dubai (UAE), 42-45.
115. Thompson, S.D., Davis, W.J., 1990. An integrated approach for modeling uncertainty in aggregate production planning. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 20, 1000–1012.
116. Thompson, S.D., Watanabe, D.T., Davis, W.J., 1993. A comparative study of aggregate production planning strategies under conditions of uncertainty and cyclic product demands. *International Journal of Production Research* 31, 1957–1979.
117. Turksen, I.B., 1988a. Approximate reasoning for production planning. *Fuzzy Sets and Systems* 26, 23–37.
118. Turksen, I.B., 1988b. An approximate reasoning framework for aggregate production planning. In: Turksen, I.B. (Ed.), *Computer Integrated Manufacturing, NATO ASI SERIES*, vol. 49. Springer, Berlin, pp. 243–266.
119. Van Houtum, G.J., Inderfurth, K., Zijm, W.H.M., 1996. Materials coordination in stochastic multi-echelon systems. *European Journal of Operational Research* 95, 1–23.
120. Vidal, C., Goetschalckx, M. (2001). A global supply chain model with transfer pricing and transportation cost allocation. *European Journal of Operational Research*, 129(1), 134-158.
121. Vollmann, T.E., Berry, W.L., Whybark, D.C., 1988. *Manufacturing Planning and Control Systems*, second ed. Irwin, Homewood, Illinois.
122. Vujosevic, M., Petrovic, D., Petrovic, R., 1996. EOQ formula when inventory cost is fuzzy. *International Journal of Production Economics* 45, 499–504.
123. Wacker, J.G., 1985. A theory of material requirements planning (MRP): An empirical methodology to reduce uncertainty in MRP systems. *International Journal of Production Research* 23, 807–824.
124. Wang, R., Fang, H., 2001. Aggregate production planning with multiple objectives in a fuzzy environment. *European Journal of Operational Research* 133, 521–536.
125. Ward, T.L., Ralston, P.A.S., Davis, J.A., 1992. Fuzzy logic control of aggregate production planning. *Computers and Industrial Engineering* 23, 137–140.
126. Werners, B., 1987. An interactive fuzzy programming system. *Fuzzy Sets and Systems* 23, 131–147.
127. Wijngaard, J., Wortmann, J.C., 1985. MRP and inventories. *European Journal of Operations Research* 20, 281–293.
128. Wilhelm, J., 2000. Controlling production dynamics—managing uncertainties with automatic production control. *International Journal of Production Research* 38, 4235–4246.

129. Xie, J., Zhao, X., Lee, T.S., 2003. Freezing the master production schedule under single resource constraint and demand uncertainty. *International Journal of Production Economics* 83, 65–84.
130. Yager, R.R. (1981). A procedure for ordering fuzzy subsets of the unit interval, *Information Science*, 24, 143–161.
131. Yano, C.A., 1987. Stochastic lead times in two-level assembly systems. *IIE Transactions* 19, 371–377.
132. Yano, C.A., Lee, H.L., 1995. Lot sizing with random yields: A review. *Operations Research* 43, 311–334.
133. Zadeh, L., A., (1977). The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate reasoning. *Information Science*, 8 (3), 199-249.
134. Zadeh, L.A., 1965. Fuzzy sets. *Information Control* 8, 338–353.
135. Zapfel, G., 1996. Production planning in the case of uncertain individual demand. Extension for an MRP. *International Journal of Production Economics* 46–47, 153–164.
136. Zeng, J., Min, A., Smith, N.J. (2007). Application of fuzzy based decision making methodology to construction projects risk assessment. *International Journal of Project Management* 25, 589-600.
137. Zijm, W.H.M., 1992. Hierarchical production planning and multi-echelon inventory management. *International Journal of Production Economics* 26, 257–264.
138. Zijm, W.H.M., 2000. Towards intelligent manufacturing planning and control systems. *OR Spektrum* 22, 313–345.
139. Zimmermann, H., J. 2001. *Fuzzy Set Theory and its Applications*, Kluwer Nijhoff Publishing, Boston, USA.
140. Zimmermann, H.J., Zysno, P., 1980. Latent connectives in human decision making. *Fuzzy Sets and Systems* 4, 37–51.
141. Mula, J., Poler, R., Garcia-Sabater, J.P., Lario, F.C., 2006. Models for production planning under uncertainty: A review, *Int. J. Production Economics* 103 (2006) 271–285.

8. ПРИЛОГ 1 - ПОСТОПТИМАЛНА АНАЛИЗА

8.1 Функција циља – максимум јединичне цене продаје

Резултати добијени применом ЛП софтверске апликације:

Поставка проблема:

Objective Function:

$$\text{Maximize: } Z = 4778X_1 + 4284X_2 + 5017X_3 + 6774X_4 + 12707X_5 + 34798X_6$$

Subject to:

$$7/2X_1 + 7/2X_2 + 7/2X_3 + 7X_4 + 7X_5 + 7X_6 \leq 46200$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 0X_6 \leq 18480$$

$$29/25X_1 + 29/25X_2 + 29/25X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 6X_6 \leq 27720$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 3/2X_5 + 5/2X_6 \leq 18480$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/4X_4 + 3/4X_5 + 133/100X_6 \leq 18480$$

$$1/2X_1 + 1/2X_2 + 1/2X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 1X_6 \leq 27720$$

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 3X_6 \leq 18480$$

$$93/25X_1 + 93/25X_2 + 93/25X_3 + 109/20X_4 + 25/4X_5 + 50X_6 \leq 31680$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6 \geq 0$$

Решавање проблема:

The problem is shown below in standard form. The coefficient 0 (zero) will be placed where it corresponds to create our table:

Objective Function:

$$\text{Maximize: } Z = 4778X_1 + 4284X_2 + 5017X_3 + 6774X_4 + 12707X_5 + 34798X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8$$

Subject to:

$$7/2X_1 + 7/2X_2 + 7/2X_3 + 7X_4 + 7X_5 + 7X_6 + 1S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 46200$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 0X_6 + 0S_1 + 1S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$29/25X_1 + 29/25X_2 + 29/25X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 6X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 1S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 27720$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 3/2X_5 + 5/2X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 1S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/4X_4 + 3/4X_5 + 133/100X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 1S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$1/2X_1 + 1/2X_2 + 1/2X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 1X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 1S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 27720$$

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 3X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 1S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$93/25X_1 + 93/25X_2 + 93/25X_3 + 109/20X_4 + 25/4X_5 + 50X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 1S_8 = 31680$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8 \geq 0$$

Решење:

Initial Table

Table 1	C _j	4778	4284	5017	6774	12707	34798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _b	Base	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	R	
0	S ₁	7/2	7/2	7/2	7	7	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	46200
0	S ₂	33/50	33/50	33/50	3/2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18480
0	S ₃	29/25	29/25	29/25	3/2	2	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27720
0	S ₄	33/50	33/50	33/50	3/2	3/2	5/2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18480
0	S ₅	33/50	33/50	33/50	3/4	3/4	133/100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	18480
0	S ₆	1/2	1/2	1/2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	27720
0	S ₇	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	18480
0	S ₈	93/25	93/25	93/25	109/20	25/4	50	0	0	0	0	0	0	0	1	0	31680
	Z	-4778	-4284	-5017	-6774	-12707	-34798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Enter the variable X₆ and the variable S₈ leaves the base. The pivot element is 50

Iteration 1

Table 2	C _j	4778	4284	5017	6774	12707	34798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _b	Base	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	R	
0	S ₁	1862/625	1862/625	1862/625	0	6237/100	49/8	0	1	0	0	0	0	0	0	-7/50	208824/5
0	S ₂	33/50	33/50	33/50	3/2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18480
0	S ₃	446/625	446/625	446/625	423/500	5/4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-3/25	119592/5

0	S ₄	237/500	237/500	237/500	491/400	19/1 6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1/20	16896
0	S ₅	70131/12 5000	70131/12 5000	70131/12 5000	60503/10 0000	467/ 800	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	- 133/5 000	2204664 /125
0	S ₆	266/625	266/625	266/625	891/1000	7/8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1/50	135432/ 5
0	S ₇	971/1250	971/1250	971/1250	673/1000	5/8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-3/50	82896/5
347 98	X ₆	93/1250	93/1250	93/1250	109/1000	1/8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/50	3168/5
	Z	- 1368143/ 625	- 1059393/ 625	- 1517518/ 625	- 1490509/ 500	- 3342 9/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17399 /25	1102400 64/5

Enter the variable X₅ and the variable X₆ leaves the base. The pivot element is 1/8

Iteration 2

Tab le 3	C _j	4778	4284	5017	6774	127 07	3479 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C _b	Base	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈		R	
0	S ₁	- 833/125 0	- 833/125 0	- 833/125 0	112/125	0	-49	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-28/25	53592/5
0	S ₂	- 663/125 0	- 663/125 0	- 663/125 0	-61/250	0	-16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-8/25	41712/5
0	S ₃	-19/625	-19/625	-19/625	-61/250	0	-10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-8/25	87912/5
0	S ₄	- 291/125 0	- 291/125 0	- 291/125 0	24/125	0	-19/2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-6/25	54384/5
0	S ₅	267/125	267/125	267/125	12/125	0	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-3/25	73392/5

		0	0	0			467/100										
0	S ₆	-119/125 0	-119/125 0	-119/125 0	16/125	0	-7	0	0	0	0	0	0	1	0	-4/25	113256/5
0	S ₇	253/625	253/625	253/625	16/125	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	1	-4/25	67056/5
12707	X ₅	372/625	372/625	372/625	109/125	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	4/25	25344/5
	Z	1740754/625	2049504/625	1591379/625	538313/125	0	66858	0	0	0	0	0	0	0	0	50828/25	322046208/5

The optimal solution is $Z = 322046208/5$

$X_1 = 0, X_2 = 0, X_3 = 0, X_4 = 0, X_5 = 25344/5, X_6 = 0, S_1 = 53592/5, S_2 = 41712/5, S_3 = 87912/5, S_4 = 54384/5, S_5 = 73392/5, S_6 = 113256/5, S_7 = 67056/5, S_8 = 0$

8.2 Функција циља – минимум јединичне цене коштања

Резултати добијени применом ЛП софтверске апликације:

Поставка проблема:

Objective Function:

Minimize: $Z = 3630X_1 + 3150X_2 + 3920X_3 + 4740X_4 + 9210X_5 + 28900X_6$

Subject to:

$$7/2X_1 + 7/2X_2 + 7/2X_3 + 7X_4 + 7X_5 + 7X_6 \leq 46200$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 0X_6 \leq 18480$$

$$29/25X_1 + 29/25X_2 + 29/25X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 6X_6 \leq 27720$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 3/2X_5 + 5/2X_6 \leq 18480$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/4X_4 + 3/4X_5 + 133/100X_6 \leq 18480$$

$$1/2X_1 + 1/2X_2 + 1/2X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 1X_6 \leq 27720$$

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 3X_6 \leq 18480$$

$$93/25X_1 + 93/25X_2 + 93/25X_3 + 109/20X_4 + 25/4X_5 + 50X_6 \leq 31680$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6 \geq 0$$

Решавање проблема:

The problem will be adapted to the standard linear programming model, adding the slack, excess and / or artificial variables in each of the constraints:

The problem is shown below in standard form. The coefficient 0 (zero) will be placed where it corresponds to create our table:

Objective Function:

$$\text{Minimize: } Z = 3630X_1 + 3150X_2 + 3920X_3 + 4740X_4 + 9210X_5 + 28900X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8$$

Subject to:

$$7/2X_1 + 7/2X_2 + 7/2X_3 + 7X_4 + 7X_5 + 7X_6 + 1S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 46200$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 0X_6 + 0S_1 + 1S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$29/25X_1 + 29/25X_2 + 29/25X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 6X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 1S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 27720$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 3/2X_5 + 5/2X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 1S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/4X_4 + 3/4X_5 + 133/100X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 1S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$1/2X_1 + 1/2X_2 + 1/2X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 1X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 1S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 27720$$

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 3X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 1S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$93/25X_1 + 93/25X_2 + 93/25X_3 + 109/20X_4 + 25/4X_5 + 50X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 1S_8 = 31680$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8 \geq 0$$

Решење:

Initial Table

Table 1	C _j	3630	3150	3920	4740	9210	28900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C _b	Base	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	R	
0	S ₁	7/2	7/2	7/2	7	7	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	46200
0	S ₂	33/50	33/50	33/50	3/2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18480
0	S ₃	29/25	29/25	29/25	3/2	2	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27720

0	S ₄	33/50	33/50	33/50	3/2	3/2	5/2	0	0	0	1	0	0	0	0	18480
0	S ₅	33/50	33/50	33/50	3/4	3/4	133/100	0	0	0	0	1	0	0	0	18480
0	S ₆	1/2	1/2	1/2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	27720
0	S ₇	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	18480
0	S ₈	93/25	93/25	93/25	109/20	25/4	50	0	0	0	0	0	0	0	1	31680
	Z	-3630	-3150	-3920	-4740	-9210	-28900	0	0	0	0	0	0	0	0	0

The optimal solution is $Z = 0$

$X_1 = 0, X_2 = 0, X_3 = 0, X_4 = 0, X_5 = 0, X_6 = 0, S_1 = 46200, S_2 = 18480, S_3 = 27720, S_4 = 18480, S_5 = 18480, S_6 = 27720, S_7 = 18480, S_8 = 31680$

8.3 Функција циља – максимум јединична добит (разлика јединичне цене продаје и јединичне цене коштања)

Резултати добијени применом ЛП софтверске апликације:

Поставка проблема:

Objective Function:

Maximize: $Z = 1148X_1 + 1134X_2 + 1097X_3 + 2034X_4 + 3497X_5 + 5898X_6$

Subject to:

$$7/2X_1 + 7/2X_2 + 7/2X_3 + 7X_4 + 7X_5 + 7X_6 \leq 46200$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 0X_6 \leq 18480$$

$$29/25X_1 + 29/25X_2 + 29/25X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 6X_6 \leq 27720$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 3/2X_5 + 5/2X_6 \leq 18480$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/4X_4 + 3/4X_5 + 133/100X_6 \leq 18480$$

$$1/2X_1 + 1/2X_2 + 1/2X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 1X_6 \leq 27720$$

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 3X_6 \leq 18480$$

$$93/25X_1 + 93/25X_2 + 93/25X_3 + 109/20X_4 + 25/4X_5 + 50X_6 \leq 31680$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6 \geq 0$$

Решавање проблема:

The problem will be adapted to the standard linear programming model, adding the slack, excess and / or artificial variables in each of the constraints:

The problem is shown below in standard form. The coefficient 0 (zero) will be placed where it corresponds to create our table:

Objective Function:

$$\text{Maximize: } Z = 1148X_1 + 1134X_2 + 1097X_3 + 2034X_4 + 3497X_5 + 5898X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8$$

Subject to:

$$7/2X_1 + 7/2X_2 + 7/2X_3 + 7X_4 + 7X_5 + 7X_6 + 1S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 46200$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 0X_6 + 0S_1 + 1S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$29/25X_1 + 29/25X_2 + 29/25X_3 + 3/2X_4 + 2X_5 + 6X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 1S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 27720$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/2X_4 + 3/2X_5 + 5/2X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 1S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$33/50X_1 + 33/50X_2 + 33/50X_3 + 3/4X_4 + 3/4X_5 + 133/100X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 1S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$1/2X_1 + 1/2X_2 + 1/2X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 1X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 1S_6 + 0S_7 + 0S_8 = 27720$$

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + 1X_4 + 1X_5 + 3X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 1S_7 + 0S_8 = 18480$$

$$93/25X_1 + 93/25X_2 + 93/25X_3 + 109/20X_4 + 25/4X_5 + 50X_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 1S_8 = 31680$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8 \geq 0$$

Решење:

Initial Table

Table 1	C _j	1148	1134	1097	2034	3497	5898	0	0	0	0	0	0	0	0	
C _b	Base	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	R
0	S ₁	7/2	7/2	7/2	7	7	7	1	0	0	0	0	0	0	0	46200
0	S ₂	33/50	33/50	33/50	3/2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	18480
0	S ₃	29/25	29/25	29/25	3/2	2	6	0	0	1	0	0	0	0	0	27720

0	S ₄	33/50	33/50	33/50	3/2	3/2	5/2	0	0	0	1	0	0	0	0	18480
0	S ₅	33/50	33/50	33/50	3/4	3/4	133/100	0	0	0	0	1	0	0	0	18480
0	S ₆	1/2	1/2	1/2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	27720
0	S ₇	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	18480
0	S ₈	93/25	93/25	93/25	109/20	25/4	50	0	0	0	0	0	0	0	1	31680
	Z	-1148	-1134	-1097	-2034	-3497	-5898	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Enter the variable X₆ and the variable S₈ leaves the base. The pivot element is 50

Iteration 1

Table	C _j																R	
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈			
2	1148	1134	1097	2034	3497	58	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Ba							S	S	S	S	S	S	S				
	se							1	2	3	4	5	6	7	S ₈			
0	S ₁	1862/625	1862/625	1862/625	0	6237/100	49/8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-7/50	208824/5
0	S ₂	33/50	33/50	33/50	3/2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18480
0	S ₃	446/625	446/625	446/625	423/500	5/4	5/4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-3/25	119592/5
0	S ₄	237/500	237/500	237/500	491/400	19/1	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1/20	16896
0	S ₅	70131/125000	70131/125000	70131/125000	60503/10000	467/800	467/800	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-	2204664/125
0	S ₆	266/625	266/625	266/625	891/1000	7/8	7/8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1/50	135432/5
0	S ₇	971/1250	971/1250	971/1250	673/1000	5/8	5/8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-3/50	82896/5
589	X ₆	93/1250	93/1250	93/1250	109/1000	1/8	1/8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1/50	3168/5
	Z	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2949/5	1868486

		443243/6	434493/6	411368/6	695559/5	1103												25	4/5
		25	25	25	00	9/4													

Enter the variable X_5 and the variable X_6 leaves the base. The pivot element is $1/8$

Iteration 2

Tab						349													
le 3	C_j	1148	1134	1097	2034	7	5898	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Ba							S	S	S	S	S	S	S	S				
C_b	se	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	1	2	3	4	5	6	7	S_8	R			
0	S_1	- 833/125 0	- 833/125 0	- 833/125 0	112/125	0	-49	1	0	0	0	0	0	0	0	-28/25	53592/5		
0	S_2	- 663/125 0	- 663/125 0	- 663/125 0	-61/250	0	-16	0	1	0	0	0	0	0	0	-8/25	41712/5		
0	S_3	-19/625	-19/625	-19/625	-61/250	0	-10	0	0	1	0	0	0	0	0	-8/25	87912/5		
0	S_4	- 291/125 0	- 291/125 0	- 291/125 0	24/125	0	-19/2	0	0	0	1	0	0	0	0	-6/25	54384/5		
0	S_5	- 267/125 0	- 267/125 0	- 267/125 0	12/125	0	- 467/1 00	0	0	0	0	1	0	0	0	-3/25	73392/5		
0	S_6	- 119/125 0	- 119/125 0	- 119/125 0	16/125	0	-7	0	0	0	0	0	1	0	0	-4/25	113256/5		
0	S_7	253/625	253/625	253/625	16/125	0	-5	0	0	0	0	0	0	1	0	-4/25	67056/5		
349	X_5	372/625	372/625	372/625	109/125	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	4/25	25344/5		
	Z	583384/ 625	592134/ 625	615259/ 625	126923/ 125	0	2207 8	0	0	0	0	0	0	0	0	13988/ 25	8862796 8/5		

The optimal solution is $Z = 88627968/5$

$X_1=0, X_2=0, X_3=0, X_4=0, X_5=25344/5, X_6=0, S_1=53592/5, S_2=41712/5, S_3=87912/5, S_4=54384/5, S_5=73392/5, S_6=113256/5, S_7=67056/5, S_8=0$

9. ПРИЛОГ 2 - ПРОЦЕНА РАДНИХ МЕСТА

Методе за процену ризика

Матрица процене ризика по методологији – 5 x 5

Опис квалификације инцидента – повреде или болести		Вероватноћа настанка инцидента – повреде или болести					Тежина – озбиљност штете
		Потпуно невероватно	Невероватно	Могуће	Веома веров.	Готово сигурно	
Поведа	Обољење	1	2	3	4	5	
Безначајна (нема боловања)	Безначајно (нема здр. ошт.)	1	2	3	4	5	Безначајна (без оправке)
Лака (бол. до 3 радна дана)	Мало (без здр. ошт.)	2	4	6	8	10	Мала (оправка до 2 сата)
Средња (боловање преко 3 радна дана)	Средње (по оздрављењу способан за нормалан рад)	3	6	9	12	15	Средња оправка (преко 2 сата)
Тешка (дуготрајно боловање)	Значајно или тешко (по оздрављењу неспособан за нормалан рад)	4	8	12	16	20	Значајна оправка (преко 8 сати)
Катастрофална (са смртним исходом)	Катастроф. (смрт услед обољења)	5	10	15	20	25	Катастроф. (уништена опрема или фабрика)

Ниво ризика

Вредност	1-4	МАЛИ – Прихватљив ризик, али стално праћен
Вредност	5-10	СРЕДЊИ – Смањити ризик у највећој разумној могућој мери
Вредност	11-25	ВИСОК – Ризик мора бити смањен пре почетка радне операције

Процена ризика по методи " Kinney " (Кини)

Ова метода у односу на претходну укључује и учесталост односно време излагања опасностима или штетностима

Последице – тежина повреде или обољења – **P**

Табела: 1

Ранг	Опис квалификације
1	Повреда или болест која захтева прву помоћ и никакав други третман
2	Знатне – Медицински третман од стране доктора
3	Озбиљне – Инвалидност, појединачна озбиљна повреда са хоспитализацијом, изгубљеним данима
6	Веома озбиљне – Појединачна несрећа са смртним исходом
10	Катастрофалне – вишеструки смртни исход

Вероватноћа – **V**

Табела : 2

Ранг	Опис квалификације
0.1	Једва појмљиво
0.2	Практично невероватно
0.5	Постоји, али мало вероватно
1	Мала вероватноћа, али могућа у ограниченим случајевима
3	Мало могуће
6	Сасвим могуће
10	Предвидиво очекивано

Учесталост (време излагања опасностима / штетностима) – **U**

Табела : 3

Ранг	Опис квалификације
1	Излаже се ретко (годишње)
2	Излаже се месечно
3	Излаже се недељно

6	Излаже се дневно
10	Излаже сетрајно, континуално

Када се ризици процене, израчунава се ниво ризика према обрасцу:

$$R = P \times V \times U$$

У ком се ниво ризика дефинише као производ вероватноће, учесталости и последица. Ово рангирање представља основу за управљање ризицима и спровођење одговарајућих мера.

Ниво – ранг ризика – **R**

Табела : 4

Ранг	Опис квалификације	
1	$R \leq 20$	Прихватљив
2	$20 < R \leq 70$	Мали – Потребан опрез, решити га редовном процедуром – радним упутством
3	$70 < R \leq 200$	Умерени – Потребне мере, ,орају се утврдити одговорности руководства
4	$200 < R \leq 400$	Високи – Потребна брза реакција од стране вишег руководства, захтевати побољшање од првог предпостављеног
5	$R > 400$	Екстремни ризик – Прекинути активност, потребна моментална акција од стране највишег руководства

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење и спречавање ризика

Након утврђивања препознатих опасности и штетности на радном месту и у радној околини и извршене процене ризика за свако радно место комбиновањем методологија „5x5“ и Кинију, за сваки ризик који није прихватљив потребно је извршити утврђивање начина и мера за озклањање, смањење или спречавање ризика.

1. Назив радног места : ПРЕДСЕНИК

Локација радног места : Канцеларија Генералог директора – Управна зграда, трећи спрат

Услови за заснивање радног односа :

VII/IV, VS, SSS, дипломирани инжењер машинске, електро струке, организације рада, дипломирани правник, дипломирани економиста, са 3 године радног искуства, познавање 1 светског језика

Број запослених на радном месту – 1

Од тога : мушкараца 1, жена - 0

Опис технолошког и радног процеса:

Организује и води пословање друштва у целини. Заступа и представља Друштво без ограничења,

Закључује уговоре у име и за рачун Друштва без ограничења висине вредности уговора.

Стара се о законитости рада Друштва и одговара за законитост рада Друштва у целини.

Утврђује, заједно са управним одбором и генералним директором пословну политику Друштва, план и програм рада Друштва. Даје предлоге о организовању Друштва, одлучује о

давању и узимању краткорочних и дугорочних кредита, као и зајмова, уз предходну сагласност управног одбора. Предлаже кандидата за генералног директора Друштва.

Подноси Скупштини извештај о резултатима пословања Друштва по годишњем обрачуна.

Одлучује о набавци и отпису основних средстава, одлучује о упућивању на рад запослених у земљи и иностранству. Предлаже кандидате за Извршни одбор Друштва. Врши друге послове

које Законом, оснивачким актом, Статутом или другим Актом нису стављени у делокруг Скупштине, Управног одбора или Генералног директора. За свој рад одговара Скупштини акционара.

акционара.

Опис средстава за рад:

Као средство за рад на наведене послове користи се рачунарска опрема.

Опис средстава и опреме за личну заштиту на раду:

За наведено радно место иста нису предвиђена.

Снимање организације рада на радном месту и у радној околини

Председник обавља једну од најодговорнијих функција у Друштву, врло често службено путује ради проналаска нових послова и закључења уговора, најчешће аутомобилом којим сам управља.

Свакодневно обилази производњу, решава најозбиљније проблеме у свим радним процесима, руководи и присуствује седницама органа Друштва, присуствује састанцима ван седишта Друштва на којима представља Друштво.

За свој рад одговара Скупштини акционара.

Препознавање опасности и штетности на радном месту и у радној околини (1.)

Препознавање опасности (1.1.):

1. Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим површинама (1.1.1) .

2. Опасност која може да настане услед управљања аутомобилом у саобраћају (1.1.2.) .

Препознавање штетности (1.2.) :

1. Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност и струјање ваздуха) (1.2.1.)
2. Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места. (1.2.2.)
3. Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (на пр. стрес) (1.2.3.)
4. Одговорност у примању и преношењу информација, одговорност за брзе измене радних процедура, конфликтне ситуације са запосленима, одговорност у руковођењу и др. (1.2.4.)
5. Не физиолошки положај тела (дуго седење) (1.2.5.)

Процена ризика у односу на опасности и штетности :

Методологија: "5 x 5":

Ознака	Врста и опис опасности или штетности	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	Ниво ризика
1.1.1.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим површинама	Лака	Невероватно	Мали ризик
1.1.2.	Опасност која може да настане услед управљања аутомобилом у саобраћају	Средња	Могуће	Средњи ризик
1.2.1.	Штетни утицаји микроклиме	Безначајно	Могуће	Мали ризик
1.2.2.	Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места	Безначајно	Могуће	Мали ризик
1.2.3.	Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења	Средње	Могуће	Средњи ризик
1.2.4.	Одговорност у примању и преношењу информација, одговорност за брзе измене радних процедура, конфликтне ситуације са запосленима, одговорност у руковођењу и др	Безначајно	Могуће	Мали ризик
1.2.5.	Не физиолошки положај тела	Безначајно	Могуће	Мали

				ризик
--	--	--	--	-------

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика:

Ознака	Врста и опис опасности из листе опасности и штетности	Мере за отклањање смањење или спречавање ризика	Рок за спровођење мера
1.1.2.	Опасност која може да настане услед управљања аутомобилом у саобраћају	<ul style="list-style-type: none"> - Рационално планирање путовања - Повећана опрезност при управљању возилом (поштовање саобраћајних прописа) 	- Континуиран и сталан
1.2.3.	Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења	<ul style="list-style-type: none"> - Свеобухватно и благовремено припремање за рад и за доношење одлука - Опустање кроз физичку активност током рада 	- Континуиран и сталан

На основу извршене процене ризика и утврђивања начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика констатујемо да радно место :

Председник – није радно место са повећаним ризиком.

2. Назив радног места МАГАЦИОНЕР

Локација радног места : Приземље производне хале II

Услови за заснивање радног односа:

IV/III, SSS, KV, економског, општег или машинског смера

Број запослених на радном месту - 3

Од тога: мушкараца – 2, жена -1

Опис технолошког и радног процеса:

Прима, издаје и складишти робу и алате. Води картотеку о улазу и излазу робе у свом магацину. Припрема робу за транспорт. Контролише исправност паковања и отпреме робе. Организује интерни транспорт за отпрему робе. Израђује месечне извештаје о стању залиха робе. Организује и контролише рад магацинских радника. Одговоран је за ажурност стање, пријем, паковање и отпрему робе. Извршава све активности које су дефинисане документима СМК. Одговоран је за правилно коришћење средстава за рад и заштитних мера на раду. У вршењу својих послова материјално је суодговоран са главним магационером.

Опис средстава за рад:

Као средство за рад за наредне послове користи се рачунарска опрема.

Опис средстава и опреме за личну заштиту на раду:

- ципеле са гуменим ребрастим ђоном отпорним на уље
- радни мантил

Снимање организације рада на радном месту и у радној околини :

Запослени добија радне задатке од главног планера и главног магационера. Прима делове, стандардне и специјалне алате из производних одељења и издаје делове,

Стандарне и специјалне алате за потребе производње и комерцијале.

Одговоран је за правилно коришћење средстава за рад као и средстава за личну заштиту на раду, као и за редовно одржавање хигијене на радном месту и у радној околини.

За свој рад непосредно је одговоран главном планеру и главном магационеру.

Препознавање опасности и штетности на радном месту и у радној околини (2.) :

Препознавање опасности (2.1.) :

1. Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода због прскања и цурења уља за хлађење и подмазивање. (2.1.1.)
2. Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкар). (2.1.2.)

Препознавање штетности (2.2.) :

1. Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова које настају током дугих технолошких процеса који се обављају у радној околини. (2.2.1.)
2. Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност и струјање ваздуха). (2.2.2.)
3. Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места. (2.2.3.)
4. Напори или телесна напрезања (ручно преношење терета, разне дуготрајне повећане телесне активности) (2.2.4.)

5. Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија,...) (2.2.5.)
6. Одговорност у примању и преношењу информација (2.2.6.)

Процена ризика у односу на опасности и штетности :

Методологија: "5 x 5":

Ознака	Врста и опис опасности или штетности	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	Ниво ризика
2.1.1.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама	Средња	Могуће	Средњи ризик
2.1.2.	Опасност од могућег удара средства унутрашњег транспорта – виљушкара	Тешка	Невероватно	Средњи ризик
2.2.1.	Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и дима насталих током процеса	Безначајно	Могуће	Мали ризик
2.2.2.	Штетни утицаји микро климе	Безначајно	Могуће	Мали ризик
2.2.3.	Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места	Безначајно	Могуће	Мали ризик
2.2.4.	Напори или телесна напрезања (ручно преношење терета, и сл.)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
2.2.5.	Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија)	Безначајно	Веома вероватно	Мали ризик
2.2.6.	Одговорност у примању и преношењу информација	Безначајно	Могуће	Мали ризик

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика:

Ознака	Врста и опис опасности из листе опасности и штетноости	Мере за отклањање, смањење или спречавање ризика	Рок за спровођење мера
2.1.1.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама	<ul style="list-style-type: none">- Редовно одржавање хигијене магацина и прилазних путева- Радне ципеле са ребрастим гуменим ђоном	Континуиран и сталан уз дневно праћење
	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта	Повећана опрезност при кретању у манипулативном простору виљушкара	Континуиран и сталан

На основу извршене процене ризика и утврђивања начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика констатујемо да радно место :

Магационер – није радно место са повећаним ризиком

3. Назив радног места : ПОМОЋНИ РАДНИК

Локација радног места: Приземље производне хале II

Услови за заснивање радног односа:

II/I, ПК, НК, општег, осмогодишња школа

Број радника на радном месту - 1

Назив радног места: ПРЕДРАДНИК у ОЈ Машинска обрада

Локација радног места: ОЈ Машинска обрада – Приземље производне хале 1.

Услови за заснивање радног односа:

III / IV / V степен стручне спреме

Број запослених на радном месту – 1

Од тога : мушкараца – 1, жена - 0

Опис технолошког и радног процеса:

Запослени организује рад у ОЈ Машинска обрада према дефинисаним плановима и потребама производње. Одговоран је за квалитет, квантитет рада, радну и технолошку дисциплину и правилну употребу машинских ресурса и примене средстава заштите на раду. Спроводи све активности дефинисане у документима СМК. Обавља и друге послове по налогу непосредног руководиоца коме је и одговоран.

Опис средстава за рад:

Одељење аутоматских стругова састоји се тренутно од 71 аутоматског струга за обраду метала скидањем струготина, Шипкастог облика, пречника до Ø 32 mm и одељење специјалних машина за дорадне операције.

Опис средстава и опреме за личну заштиту на раду:

- ципеле са гуменим ребрастим ђоном отпорним на уље
- радни мантил
- заштитне наочаре

Снимање организације рада на радном месту и у радној околини:

Запослени добија радне задатке од помоћника техничког директора за производњу, разрађује план производње консултујући се при том са главним планером и планером производње те на основу тога одређује приоритете у производњи и даје радне задатке извршиоцима у ОЈ Машинска обрада за обављање одређених радних и технолошких операција. Прати реализацију послова по радним налозима, сарађује са осталим ОЈ у оквиру „Инса“ а.д., води евиденцију утрошка репроматеријала по радним налозима одговоран је за правилну употребу средстава за рад, средстава за личну заштиту на раду, као и за радну и технолошку дисциплину запослених у оквиру ОЈ Машинска обрада. Обавља и друге послове по налогу непосредног руководиоца.

Препознавање опасности и штетности на радном месту и у радној околини (3.) :

Препознавање опасности (3.1.) :

1. Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода због прскања и цурења уља за хлађење и подмазивање. (3.1.1.)
2. Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкар). (3.1.2.)
3. Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напонем. (3.1.3.)

Препознавање штетности (3.2.) :

1. Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине и димова које настају током процеса рада аутоматског струга или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини. (3.2.1.)
2. Физичке штетности настале услед буке. (3.2.2.)
3. Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха) . (3.2.3.)
4. Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места. (3.2.4.)
5. Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање). (3.2.5.)
6. Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија и сл.). (3.2.6.)
7. Одговорност у примању и преношењу информација, одговорност за брзе измене радних процедура, конфликтне ситуације са запосленима, одговорност у руковођењу и сл. (3.2.7.)
8. Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.). (3.2.8.)

Процена ризика у односу на опасности и штетности :

Методологија: "5 x 5":

Ознака	Врста и опис опасности или штетности	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	Ниво ризика
3.1.1.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама	Средња	Могуће	Средњи ризик
3.1.2.	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара)	Тешка	Невероватно	Средњи ризик
3.1.3.	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Срењи ризик
3.2.1.	Хемијске штетности које настају	Средње	Могуће	Средњи

	удисањем уљних и других испарења, прашине и димова које настају током процеса рада аутоматског струга или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини			ризик
3.2.2.	Физичке штетности настале услед буке	Средње	Веома вероватно	Висок ризик
3.2.3.	Штетни утицаји микроклиме	Безначајно	Могуће	Мали ризик
3.2.4.	Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места	Безначајно	Могуће	Мали ризик
3.2.5.	Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање)	Безначајно	Веома вероватно	Мали ризик
3.2.6.	Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија и сл.)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
3.2.7.	Одговорност у примању и преношењу информација, одговорност за брзе измене радних процедура, конфликтне ситуације са запосленима, одговорност у руковођењу и сл.	Безначајно	Могуће	Мали ризик
3.2.8.	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	Безначајно	Могуће	Мали ризик

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика :

Ознака	Врста и опис опасности из листе опасности и штетности	Мере за отклањање, смањење или спречавање ризика	Рок за спровођење мера
3.1.1.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама	- Редовно одржавање хигијене одељења као што је: 1. Посипање пиљевине 2. Чишћење подних површина	Континуиран и сталан уз свакодневно праћење

		- Ношење радних ципела са ребрастим ђоном	
3.1.2.	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара)	- Повећана опрезност при кретању у манипулативном простору виљушкара	Континуиран и сталан
3.1.3.	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	- Оспособљеност предрадника за безбедан и здрав рад - Механичка заштита од оштећења ел. Каблова на машинама - Прописно изведено заштитно уземљење, нуловање и друга аутоматска заштита при кратком споју	Континуиран и сталан
3.2.1.	Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине и димова које настају током процеса рада аутоматског струга или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	- Ношење радног мантила	Континуиран и сталан
3.2.2.	Физичке штетности настале услед буке	- Обавезно коришћење антифона (заштита слуха)	У питању је висок ризик, предрадник је у обавези да у одељењу машинске обраде користи антифоне (заштита слуха)

На основу извршене процене ризика и утврђивања начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика констатујемо да радно место:

Предраник у ОЈ Машинска обрада – Није радно место са повећаним ризиком.

4. Назив радног места : РЕГЛЕР АУТОМАТСКИХ СТРУГОВА

Локација радног места: ОЈ Машинска обрада – Приземље производне хале 1.

Услови за заснивање радног односа:

IV- степен, III- степен, ССС, металска струка

Број запослених на радном месту – 8

Од тога : мушкараца – 8, жена - 0

Опис технолошког и радног процеса:

Запослени обавља штеловање аутоматског струга (постављање кривуља, стишљиве чауре, вођице, подешавање параметара обраде у зависности од врсте и пречника материјала радног дела и траженог нивоа квалитета толеранција обраде према захтевима технолошке документације, контролише исправност и квалитет делова и машина. Одговара за квалитет и квантитет. Одговоран је за правилно коришћење средстава рада и заштитних мера на раду. Спроводи све активности дефинисане у документима СМК.

Опис средстава за рад:

Одељење аутоматских стругова састоји се од 71 аутоматског струга за обраду метала скидањем струготина, шипкастог облика, пречника до Ø 32 mm (зависно од машине) .

За припрему материјала и алата реглер користи тоцило за оштрење шипкастог материјала и тоцило за оштрење стругарских ножева и бургија.

Опис средстава и опреме за личну заштиту на раду:

- ципеле са гуменим ребрастим ђоном отпорним на уље
- заштитне наочаре
- гумене рукавице отпорне на уље
- радно одело, радни комбинезон или радни мантил

Снимање организације рада на радном месту и у радној околини:

Запослени добија радне задатке од предрадника ОЈ Машинска обрада. Пре почетка обављања задатог технолошког процеса запослени мора да обави одређене припремне радње које се састоје у следећем:

- одлази до приручног магацина материјала и узима металне шипке одређеног пречника.

- врши оштрење једног краја шипкастог материјала на тоцилу, и убацивање шипке у цевasti магацин једновретеног аутоматског струга.

- врши припрему (оштрење стругарских ножева и бургија)

У току обављања технолошког процеса запослени прати квалитет и квантитет урађених делова, врши одржавање система за хлађење и подмазивање машине, а по потреби обавља и послове одмашћивања (прања) урађених делова у за то предвиђеном бензину за одмашћивање и прање металних делова (према JUS B.H2.263 , JUS B.H2.271) ,у посебној просторији. Одговоран је за правилно коришћење средстава за рад као и средстава за личну заштиту на раду, као и за редовно одржавање хигијене на радном месту и у радној околини. Ради и друге послове по налогу предрадника. За свој рад одговоран је предраднику

Препознавање опасности и штетности на радном месту и у радној околини (4.) :

Препознавање опасности (4.1.) :

1. Недовољна безбедност због ротирајућих делова аутоматског струга. (4.1.1.)
2. Недовољна безбедност од делова аутоматског струга са транслаторним кретањем. (4.1.2.)
3. Опасност од летећих честица струготина насталих у току подешавања (штеловања) и током рада аутоматског струга. (4.1.3.)
4. Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода због прскања и цурења уља за хлађење и подмазивање. (4.1.4.)
5. Опасност од притиска ваздуха из централне ваздушне инсталације који се користи за издувавање делова. (4.1.5.)
6. Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара). (4.1.6.)
7. Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном. (4.1.7.)
8. Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном. (4.1.8.)

Препознавање штетности (4.2.) :

1. Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине и димова које настају током процеса рада аутоматског струга или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини. (4.2.1.)
2. Хемијске штетности које настају у процесу рада непосредним контактом коже руку запосленог са уљем за хлађење и подмазивање. (4.2.2.)
3. Физичке штетности настале услед буке. (4.2.3.)
4. Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха).

(4.2.4.)

5. Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места. (4.2.5.)

6. Напори или телесна напрезања (ручно преношење терета, разне дуготрајне повећане телесне активности и сл.) . (4.2.6.)

7. Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање). (4.2.7.)

8. Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.).

(4.2.8.)

9. Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње.

(4.2.9.)

Процена ризика у односу на опасности и штетности:

Методологија: "5 x 5" :

Ознака	Врста и опис опасности и штетности	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или обољења	Ниво ризика
4.1.1.	Недовољна безбедност због ротирајућих делова аутоматског струга	Средња	Могуће	Средњи ризик
4.1.2.	Недовољна безбедност од делова аутоматског струга са трансляторним кретањем	Средња	Могуће	Средњи ризик
4.1.3.	Опасност од летећих честица струготина насталих у току подешавања (штеловања) и током рада аутоматског струга	Средња	Могуће	Средњи ризик
4.1.4.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површина пода због прскања и цурења уља за хлађење и подмазивање	Средња	Могуће	Средњи ризик
4.1.5.	Опасност од притиска ваздуха из централне ваздушне инсталације који се користи за издувавање делова	Безначајна	Могуће	Мали ризик
4.1.6.	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта	Тешка	Невероватно	Средњи ризик

	(виљушкара)			
4.1.7.	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
4.1.8.	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
4.2.1.	Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине и димова које настају током процеса рада аутоматског струга или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	Средња	Могуће	Средњи ризик
4.2.2.	Хемијске штетности које настају у процесу рада непосредним контактом коже руку запосленог са уљем за хлађење и подмазивање	Мало	Могуће	Средњи ризик
4.2.3.	Физичке штетности настале услед буке	Средње	Веома вероватно	Висок ризик
4.2.4.	Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
4.2.5.	Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места	Безначајно	Могуће	Мали ризик
4.2.6.	Напори или телесна напрезања (ручно преношење терета, разне дуготрајне повећане телесне активности и сл.)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
4.2.7.	Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање)	Безначајно	Веома вероватно	Мали ризик
4.2.8.	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	Мало	Веома вероватно	Средњи ризик
4.2.9.	Остале штетности као што су: коришћење неадекватног	Мало	Веома вероватно	Средњи ризик

репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње			
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика :

Ознака	Врста и опис из листе опасности и штетности	Мере за отклањање, смањење или спречавање ризика	Рок за спровођење мера
4.1.1.	Недовољна безбедност због ротирајућих делова аутоматског струга	- Оспособљеност реглера за безбедан и здрав рад - Редовно контролисање и коришћење заштите на самој машини	Запослени не може да приступи послу док не примени наведе мере
4.1.2.	Недовољна безбедност од делова аутоматског струга са транслаторним кретањем	- Употреба средстава за заштиту на раду и то:	
4.1.3.	Опасност од летећих честица струготина	1. Заштитне наочаре са бочном заштитом 2. Радно одело или радни комбинезон 3. Заштитне рукавице 4. Заштитна капа или мрежа за косу	
4.1.4.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама	- Редовно одржавање хигијене одељења као што је: 1. посипање пиљевине 2. чишћење подних површина - Радне ципеле са ребрастим ђоном	Континуиран и стаалан уз свакодневно праћење
4.1.6.	Опасност од могућег удара средстава унутрашњег	Повећана опрезност при кретању у манипулативном простору	Континуиран и стаалан

	транспорта - виљушкара	виљушкара	
4.1.7.	Опасност од директног додира ел. Инсталације	- Оспособљеност реглера за безбедан и здрав рад	Континуиран и сталан
4.1.8.	Опасност од индиректног додира са деловима ел. инсталације	- Механичка заштита од оштећења каблова ел. Струје на машинама - Прописно изведено заштитно уземљење, нуловање и друга аутоматска заштита при кратком споју	
4.2.1.	Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине и димова које настају током процеса рада аутоматског струга или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	- Радно одело или радни комбинезон - Заштитне рукавице	Континуиран и сталан
4.2.2.	Хемијске штетности које настају у процесу рада непосредним контактом коже руку запосленог са уљем за хлађење и подмазивање маш.		
4.2.3.	Физичке штетности настале услед буке	- Обавезно коришћење средстава за заштиту слуха	Реглер не сме да започне посао док не примени наведе мере
4.2.8.	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	- Прековремени рад свести на законске оквире што значи до 8 сати недељно и то само док траје повећани обим посла	Три месеца од доношења акта о процени ризика
4.2.9.	Остале штетности као што		

	<p>су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње</p>	<ul style="list-style-type: none"> - У случају континуираног повећања обима посла проблем се решава повећањем броја извршилаца - Настојати да се обезбеди адекватан материјал, прибор и алат, а у случају промене радног места оспособити запосленог за безбедан и здрав рад - Обезбедити запосленом средства за личну заштиту на раду 	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

На основу извршене процене ризика и утврђивања начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика констатујемо да радно место:

Реглер АУ стругова – Није радно место са повећаним ризиком.

5. Назив радног места: МЕТАЛОСТРУГАР

Локација радног места: ОЈ Машинска обрада - Приземље производне хале II.

Услови за заснивање радног односа:

V - степен, III - степен, ВК металостругар, КВ металостругар

Број запослених на радном месту – 1

Од тога : мушкараца - 1, жена - 0

Опис технолошког и радног процеса :

Запослени обавља штеловање универзалног струга, подешавање параметара обраде у зависности од врсте и пречника материјала, и обавља стругарске послове дефинисан технолошким поступком.

Опис средстава за рад :

На овом радном месту и у радној околини инсталирана су 2 универзалана струга на којима запослени, користећи одговарајући алат и прибор, обавља одређене операције дефинисане технолошким документацијом.

Опис средстава и опреме за личну заштиту на раду :

- ципеле са гуменим ребрастим ђоном отпорним на уље
- заштитне наочаре
- гумене рукавице отпорне на уље
- радно одело, радни комбинезон или радни мантил

Снимање организације рада на радном месту и у радној околини :

Запослени добија радне задатке од предрадника ОЈ Машинска обрада. Пре почетка обављања задатог технолошког процеса запослени мора да обави одређене припремне радње које се састоје у следећем:

- одлази до приручног магацина материјала и узима материјал или одређене полупроизоде за даљу обраду.
- врши припрему (оштрење стругарских ножева и бургија).

У току обављања технолошког процеса запослени прати квалитет и квантитет урађених делова, врши одржавање система за хлађење и подмазивање машине, а по потреби обавља и остале послове у склопу радних задатака које добије од предрадника.

Одговоран је за правилно коришћење средстава за рад као и средстава за личну заштиту на раду, као и за редовно одржавање хигијене на радном месту и у радној околини.

Препознавање опасности и штетности на радном месту и у радној околини (5) :

Препознавање опасности (5.1.) :

1. Недовољна безбедност због ротирајућих делова универзалног струга. (5.1.1.)
2. Недовољна безбедност од делова универзалног струга са трансаторним кретањем. (5.1.2.)
3. Опасност од летећих честица струготина насталих у току подешавања (штеловања) и током рада универзалног струга. (5.1.3.)
4. Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода због прскања и цурења уља за хлађење и подмазивање. (5.1.4.)
5. Опасност од притиска ваздуха из централне ваздушне инсталације који се користи за издувавање делова. (5.1.5.)
6. Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушकारа). (5.1.6.)
7. Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном. (5.1.7.)
8. Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном. (5.1.8.)

Препознавање штетности (5.2.) :

1. Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине и димова које настају током процеса рада универзалног струга или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини. (5.2.1.)
2. Хемијске штетности које настају у процесу рада непосредним контактом коже руку запосленог са уљем за хлађење и подмазивање. (5.2.2.)
3. Физичке штетности настале услед буке. (5.2.3.)
4. Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха). (5.2.4.)
5. Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места. (5.2.5.)
6. Напори или телесна напрезања (ручно преношење терета, разне дуготрајне повећане телесне активности и сл.). (5.2.6.)
7. Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање). (5.2.7.)
8. Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.). (5.2.8.)
9. Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње. (5.2.9.)

Процена ризика у односу на опасности и штетности :

Методологија: "5 x 5":

Ознака	Врста и опис опасности или штетности	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	Ниво ризика
5.1.1.	Недовољна безбедност због ротирајућих делова универзалног струга	Средња	Могуће	Средњи ризик
5.1.2.	Недовољна безбедност од делова универзалног струга са транслаторним кретањем	Средња	Могуће	Средњи ризик

5.1.3.	Опасност од летећих честица струготина насталих у току подешавања (штеловања) и током рада универзалног струга	Средња	Могуће	Средњи ризик
5.1.4.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површина пода због прскања и цурења уља за хлађење и подмазивање	Средња	Могуће	Средњи ризик
5.1.5.	Опасност од притиска ваздуха из централне ваздушне инсталације који се користи за издувавање делова	Безначајна	Могуће	Мали ризик
5.1.6.	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта	Тешка	Невероватно	Срдњи ризик
5.1.7.	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
5.1.8.	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
5.2.1.	Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине и димова које настају током процеса рада универзалног струга или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	Средња	Могуће	Средњи ризик
5.2.2.	Хемијске штетности којхе настају у процесу рада непосредним контактом коже руку запосленог са уљем за хлађење и подмазивање	Мало	Могуће	Средњи ризик
5.2.3.	Физичке штетности настале услед буке	Средње	Могуће	Средњи ризик
5.2.4.	Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и	Безначајно	Могуће	Мали ризик

	струјање ваздуха)			
5.2.5.	Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места	Безначајно	Могуће	Мали ризик
5.2.6.	Напори или телесна напрезања (ручно преношење терета, разне дуготрајне повећане телесне активности и сл.)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
5.2.7.	Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
5.2.8.	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	Безначајно	Веома вероватно	Мали ризик
5.2.9.	Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње	Мало	Веома вероватно	Средњи ризик

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење и спречавање ризика :

Ознака	Врста и опис опасности из листе опасности и штетности	Мере за отклањање, смањење или спречавање ризика	Рок за спровођење мера
5.1.1.	Недовољна безбедност због ротирајућих делова универзалног струга	<ul style="list-style-type: none"> - Оспособљеност реглера за здрав и безбедан рад - Редовно контролисање и коришћење заштите на самој машини - Употреба средстава заштите на раду и то : <ol style="list-style-type: none"> 1. Заштитне наочаре са бочном заштитом 2. Радно одело или радни 	Запослени не може да приступи послу док не примени наведене мере безбедности
5.1.2.	Недовољна безбедност од делова универзалног струга са трансляторним кретањем		
5.1.3.	Опасност од летећих честица струготина насталих у току подешавања (штеловања) и		

	током рада универзалног струга	комбинезон 3. Заштитне рукавице 4. Заштитна капа или мрежа за косу	
5.1.4.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површина пода због прскања и цурења уља за хлађење и подмазивање	- Редовно одржавање хигијене одељења као што је: 3. посипање пиљевине 4. чишћење подних површина - Радне ципеле са ребрастим ђоном	Континуиран и сталан уз свакодневно праћење
5.1.6.	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта	Повећана опрезност при кретању у манипулативном простору виљушкара	Континуиран и сталан
5.1.7.	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	- Оспособљеност металостругара за безбедан и здрав рад - Механичка заштита од оштећења каблова ел. струје на машинама	Континуиран и сталан
5.1.8.	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	- Прописно изведено заштитно уземљење, нуловање и друга аутоматска заштита при кратком споју	
5.2.1.	Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине и димова које настају током процеса рада универзалног струга или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	- Радно одело или радни комбинезон - Заштитне рукавице	Континуиран и сталан

5.2.2.	Хемијске штетности које настају у процесу рада непосредним контактом коже руку запосленог са уљем за хлађење и подмазивање		
	Физичке штетности настале услед буке	Коришћење чепа за уши по потреби	Континуиран и сталан
5.2.8.	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	- Прековремени рад свести на законске оквире што значи до 8 сати недељно и то само док траје повећани обим посла	Три месеца од доношења акта о процени ризика
5.2.9.	Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње	- У случају континуираног повећања обима посла проблем се решава повећањем броја извршилаца - Настојати да се обезбеди адекватан материјал, прибор и алат, а у случају промене радног места оспособити запосленог за безбедан и здрав рад - Обезбедити запосленом средства за личну заштиту на раду	

На основу извршене процене ризика и утврђивања начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика констатујемо да радно место:

Металостругар - Није радно место са повећаним ризиком.

6. Назив радног места : ПОМОЋНИ РАДНИК

Локација радног места: ОЈ Машинска Обрада - Приземље производне хале I.

Услови за заснивање радног односа:

П/И, ПК, НК, општег, осмогодишња школа

Број радника на радном месту – 6

Од тога : мушкараца - 1, жена - 5

Опис технолошког и радног процеса :

Запослени обавља најједноставније радне задатке и манипулативне послове. Одговара за правилну употребу машина, прибора, средстава и опреме за личну заштиту на раду. Ради и друге послове по налогу предрадника. За свој рад непосредно је одговоран предраднику ОЈ Машинска обрада.

Опис средстава за рад:

Ово радно место у радној околини опслужује машину из групе машина за дорадне операције из одељења специјалних машина, на којој запослени, према инструкцијама предрадника, користећи одговарајући алат и прибор, обавља одређене операције дефинисане технолошком документацијом.

Групу машина за дорадне операције сачињавају :

1. Аутоматске машине за озубљење WAXЛИИ 15 ком.
2. Глодалице 3 ком.
3. Производни струг 2 ком.
4. Стони струг 6 ком.
5. Стона бушилица 15 ком.
6. Шлиц уређај 3 ком.
7. Уређај за леповање 4 ком.
8. Машине за ваљање навоја 2 ком.
9. Брусилице за оштрење (ножева, бургија и шипки) 3 ком.
10. Брусилице за кружно брушење- централес 2 ком.

Опис средстава и опреме за личну заштиту на раду:

- ципеле са гуменим ребрастим ђоном отпорним на уље
- заштитне наочаре
- гумене рукавице отпорне на уље
- радно одело, радни комбинезон или радни мантил

Снимање организације рада на радном месту и у радној околини:

Запослени добија радне задатке од предрадника ОЈ Машинска обрада. Пре почетка обављања задатог технолошког процеса запослени мора да обави одређене припремне радње које се састоје у следећем:

- одлази до приручног магацина материјала и узима материјал или одређене полупроизоде за даљу обраду.

- У току обављања технолошког процеса запослени прати квалитет и квантитет урађених делова, а по потреби обавља и остале послове у склопу радних задатака које добије од предрадника. Одговоран је за правилно коришћење средстава за рад, средстава за личну заштиту на раду, као и за редовно одржавање хигијене на радном месту и у радној околини. Ради и друге послове по налогу предрадника. За свој рад непосредно је одговоран предраднику ОЈ Машинска обрада.

Препознавање опасности и штетности на радном месту и у радној околини (6.) :

Препознавање опасности (6.1.)

1. Недовољна безбедност због ротирајућих делова специјалних машина . (6.1 .1.)
2. Недовољна безбедност од делова са транслаторним кретањем специјалних машина. (6.1.2.)
3. Опасност од летећих честица струготина насталих у току подешавања и током рада машине . (6.1.3.)
4. Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода због прскања и цурења уља за хлађење и подмазивање. (6.1.4.)
5. Опасност од притиска ваздуха из централне ваздушне инсталације који се користи за издувавање делова. (6.1.5.)
6. Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара) . (6.1.6.)
7. Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном. (6.1.7.)
8. Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном. (6.1.8.)

Препознавање штетности (6.2.) :

1. Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине које настају током процеса рада или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини. (6.2.1.)
2. Хемијске штетности које настају у процесу рада непосредним контактом запосленог са уљем за хлађење и подмазивање. (6.2.2.)

3. Физичке штетности настале услед буке. (6.2.3.)
4. Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха). (6.2.4.)
5. Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места. (6.2.5.)
6. Напори или телесна напрезања (ручно преношење терета, разне дуготрајне повећане телесне активности и сл.). (6.2.6.)
7. Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање). (6.2.7.)
8. Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.). (6.2.8.)
9. Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње. (6.2.9.)

Процена ризика у односу на опасности и штетности :

Методологија: "5 x 5":

Ознака	Врста и опис опасности или штетности	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	Ниво ризика
6.1.1.	Недовољна безбедност због ротирајућих делова специјалних машина	Средња	Могуће	Средњи ризик
6.1.2.	Недовољна безбедност од делова са транслаторним кретањем специјалних машина	Средња	Могуће	Средњи ризик
6.1.3.	Опасност од летећих честица струготина насталих у току подешавања и током рада машине	Мала	Могуће	Средњи ризик
6.1.4.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода због прскања и цурења уља за хлађење и подмазивање	Средња	Могуће	Средњи ризик

6.1.5.	Опасност од притиска ваздуха из централне ваздушне инсталације који се користи за издувавање делова	Безначајно	Могуће	Мали ризик
6.1.6.	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара)	Тешка	Невероватно	Средњи ризик
6.1.7.	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
6.1.8.	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
6.2.1.	Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине које настају током процеса рада или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	Средња	Могуће	Средњи ризик
6.2.2.	Хемијске штетности које настају у процесу рада непосредним контактом запосленог са уљем за хлађење и подмазивање	Мала	Могуће	Средњи ризик
6.2.3.	Физичке штетности настале услед буке	Мала	Могуће	Средњи ризик
6.2.4.	Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
6.2.5.	Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места	Безначајно	Могуће	Мали ризик
6.2.6.	Напори или телесна напрезања (ручно преношење терета, разне дуготрајне повећане телесне активности и сл.)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
6.2.7.	Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање)	Безначајно	Веома вероватно	Мали ризик

6.2.8.	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	Мала	Веома вероватно	Средњи ризик
6.2.9.	Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње	Мала	Веома вероватно	Средњи ризик

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење и спречавање ризика :

Ознака	Врста и опис опасности из листе опасности и штетности	Мере за отклањање, смањење или спречавање ризика	Рок за спровођење мера
6.1.1.	Недовољна безбедност због ротирајућих делова специјалних машина	1. Оспособљеност запосленог за сдрав и нормалан рад 2. Редовно контролисање и коришћење заштите на самој машини	Запослени не може да присрупи послу док не примени наведене мере
6.1.2.	Недовољна безбедност од делова са транслаторним кретањем специјалних машина	3. Употреба средстава за заштиту на раду и то :	
6.1.3.	Опасност од летећих честица струготина насталих у току подешавања и током рада машине	- Заштитне наочаре са бочном заштитом по потреби - Радно одело или радни комбинезон - Заштитне рукавице по потреби - Заштитна капа или мрежа за косу по потреби	
6.1.4.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на	1. Редовно одржавање хигијене одељења, као што је	Континуиран и сталан уз

	мокрим и клизавим површинама пода због прскања и цурења уља за хлађење и подмазивање	посипање пиљевине и чишћење радних површина 2. Радне ципеле са гуменим ребрастим ђоном	свакодневно праћење
6.1.6.	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара)	Повећана опрезност при кретању у манипулативном простору виљушкара	Континуиран и сталан
6.1.7.	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	1. Оспособљеност запосленог за здрав и безбедан рад 2. Механичка заштита од оштећења каблова ел.струје на машинама	Континуиран и сталан
6.1.8.	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	3. Прописно изведено заштитно уземљење, нуловање и друга аутоматска заштита при кратком споју	
6.2.1.	Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине које настају током процеса рада или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	1. Радно одело или адни комбинезон 2. Заштитне рукавице по потреби	Континуиран и сталан
6.2.2.	Хемијске штетности које настају у процесу рада непосредним контактом запосленог са уљем за хлађење и подмазивање		
6.2.3.	Физичке штетности настале услед буке	Коришћење ћепића за уши (по потреби)	Континуиран и сталан
6.2.8.	Штетности везане за	1. Прековремени рад свести на	Три месеца од

	организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	законске оквире што значи до 8 сати недељно и то само док траје повећани обим посла.	доношења акта о процени ризика
6.2.9.	Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње	2. У случају континуираног повећања обима посла, проблем решити повећањем броја извршилаца. 3. Настојати да се обезбеди адекватан материјал, прибор и алат,а у случају промене радног места оспособити запосленог за безбедан и здрав рад и обезбедити му средства за личну заштиту на раду.	

На основу извршене процене ризика и утврђивања начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика констатујемо да радно место:

Помоћни радник – Није радно место са повећаним ризиком.

7. Назив радног места: ШЛАЈФЕР (7)

Локација радног места: ОЈ Површинска заштита – Производна хала површинске заштите

Услови за заснивање радног односа:

Ш/П - степен стручне спреме, КВ/ПК-шлајфер или брусач

Број запослених на радном месту-1

Од тога: мушкараца-1, жена-0.

Опис технолошког и радног процеса:

Обавља послове финог полирања металних делова према прописаном технолошком поступку и упутству Технолога површинске заштите.

Опис средстава за рад:

У оквиру одељења фарбаре заступљена су следећа средства за рад:

- уређај за полирање крупних металних делова
- уређај за полирање ситних металних делова (шајровање)

Опис средстава и опреме за личну заштиту на раду:

- радно одело или радни комбинезон
- радне ципеле са ребрастим гуменим ђоном
- заштитне рукавице
- заштитне наочаре са бочном заштитом
- заштитна маска за уста и нос
- заштитна капа

Снимање организације рада на радном месту и у радној околини:

Запослени добија радне задатке од технолога површинске заштите. Обавља послове финог полирања металних делова према прописаном технолошком поступку.

Одговоран је за правилну употребу средстава за рад, средстава за личну заштиту на раду, као и за радну и технолошку дисциплину на радном месту и у радној околини.

Обавља и друге послове по налогу непосредног руководиоца.

За свој рад непосредно је одговоран Технологи површинске заштите.

Препознавање опасности (7.1.) :

7.1.1. Недовољна безбедност због ротирајућих делова уређаја за полирање

7.2.2. Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода.

7.2.3. Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкар).

7.2.4. Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном.

7.2.5. Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном.

Препознавање штетности (7.2.) :

7.2.1. Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова које настају током процеса рада у одељењу шлајфераја или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини.

7.2.2. Физичке штетности настале услед буке.

7.2.3. Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха).

7.2.4. Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места.

7.2.5. Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање).

7.2.6. Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија и сл.).

7.2.7. Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад

ноћу, и сл.).

7.2.8. Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње.

Процена ризика у односу на опасности и штетности :

Методологија: "5 x 5":

Ознака	Врста и опис опасности или штетности	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	Ниво ризика
7.1.1.	Недовољна безбедност због ротирајућих делова уређаја за полирање	Средња	Могуће	Средњи ризик
7.2.2.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода	Средња	Могуће	Средњи ризик
7.2.3.	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара)	Тешка	Невероватно	Средњи ризик
7.2.4.	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
7.2.5.	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
7.2.1.	Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова које настају током процеса рада у одељењу шлајфераја или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	Средња	Веома вероватно	Висок ризик
7.2.2.	Физичке штетности настале услед буке	Мало	Могуће	Средњи ризик
7.2.3.	Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и	Безначајно	Могуће	Мали ризик

	струјање ваздуха)			
7.2.4.	Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места	Безначајно	Могуће	Мали ризик
7.2.5.	Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање).	Безначајно	Веома вероватно	Мали ризик
7.2.6.	Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија и сл.)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
7.2.7.	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	Мало	Могуће	Средњи ризик
7.2.8.	Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње	Мало	Веома вероватно	Средњи ризик

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење или соречавање ризика:

Ознака	Врста и опис опасности из листе опасности и штетности	Мере за отклањање, смањење или спречавање ризика	Рок за спровођење мера
7.1.1.	Недовољна безбедност због ротирајућих делова уређаја за полирање	1.Обавезно коришћење заштите на уређају за полирање 2.Коришћење заштитних рукавица и одговарајућег прибора за рад	Континуиран и сталан
7.2.2.	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода	1.Редовно одржавање хигијене одељења као што је: -посипање пиљевуине -чишћење подних површина 2.Ношење радних ципела са ребрастим гуменим ђоном	Континуиран и сталан уз свакодневно праћење

7.2.3.	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара)	Повећана опрезност при кретању у манипулативном простору виљушкара	Континуиран и сталан
7.2.4.	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	1.Оспособљеноост шлајфера за безбедан и здрав рад 2.Механичка заштита од оштећења каблова ел. Струје ма	Континуиран и сталан
7.2.5.	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	машинама 3. Прописно иведена заштита као што су уземљење, нуловање и друга аутоматска заштита при кратком споју	Континуиран и сталан

На основу извршене процене ризика и утврђивања начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика констатујемо да радно место:

ШЛАЈФЕР ЈЕСТЕ РАДНО МЕСТО СА ПОВЕЋАНИМ РИЗИКОМ.

8. Назив радног места: ТЕХНОЛОГ У ПОВРШИНСКОЈ ЗАШТИТИ

Локација радног места: ОЈ Површинска заштита – Производна хала површинске заштите

Услови за заснивање радног односа:

VII/VI степен стручне спреме, дипл.инж./инж. са 1 годином радног искуства.

Број запослених на радном месту: 1

Од тога: мушкараца – 0, жена - 1

Опис технолошког и радног процеса :

Запослени организује рад у ОЈ Површинска заштита према дефинисаним плановима и потребама производње. Води прати и унапређује технолошке процесе у галванизацији, фарбари и оделењима за фино полирање и пескирање металних делова. Формира, успоставља и одржава процесе површинске заштите.

Опис средстава за рад:

У оквиру ОЈ Површинска заштита заступљена су следећа средства за рад:

- линија за никловање
- линија за бакарисање цијанидно и сјајно
- линија за месинговање

- линија за кадмијумизирање
- линија за цинковање
- линија за нагризање месинга (гелбреновање)
- линија за елоксажу и пасивизацију алуминијума
- када за одвајање галванских превлака
- линија за електростатичко мокро фарбање
- линија за електростатичко фарбање прахом
- уређај за пнеуматско фарбање
- уређај за полирање крупних металних делова
- уређај за полирање ситних металних делова (шајровање)
- уређај за пескирање

Опис средстава и опреме за личну заштиту на раду:

- ципеле или клемпе са гуменим ребрастим ђоном отпорним на уље
- радни мантил отпоран на киселине
- заштитне рукавице по потреби

Снимање организације рада на радном месту и у радној околини:

Запослени добија радне задатке од помоћника техничког директора за производњу, разрађује план производње консултујући се при том са главним планером и планером производње те на основу тога одређује приоритете у производњи и даје радне задатке извршиоцима у ОЈ Површунска заштита за обављање одређених радних и технолошких операција. Прати реализацију послова по радним налозима, сарађује са осталим ОЈ у оквиру „Инса“ а.д., води евиденцију утрошка репроматеријала по радним налозима. Одговоран је за правилну употребу средстава за рад, средстава за личну заштиту на раду, као и за радну и технолошку дисциплину запослених у оквиру ОЈ Површинска заштита. Води, прати и унапређује технолошке процесе у галванизацији, фарбари, и оделењима за фино полирање и пескирање металних делова. Обавља контролу (визуелну) урађених позиција и прослеђује их на даље операције. Обавља и друге послове по налогу непосредног руководиоца.

За свој рад непосредно је одговорна Помоћнику техничког директора за производњу.

Препознавање опасности и штетности на радном месту и у радној околини (8.) :

Препознавање опасности (8.1.):

1. Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода.
2. Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара).
3. Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном.

Препознавање штетности (8.2.):

1. Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова које настају током процеса рада у ОЈ Површинска заштита или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини.
2. Физичке штетности настале услед буке.
3. Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха).
4. Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места.
5. Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање).
6. Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија и сл.).
7. Одговорност у примању и преношењу информација, одговорност за брзе измене радних процедура, конфликтне ситуације са запосленима, одговорност у руковођењу и сл.
8. Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.).

Процена ризика у односу на опасности и штетности :

Методологија: "5 x 5":

Ознака	Врста и опис опасности или штетност	Трежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	Ниво ризика
8.1.1	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама	Средња	Могуће	Средњи ризик
8.1.2	Опасност од могућег удара средстава унутрашњег транспорта - виљушкара	Трешка	Невероватно	Средњи ризик
8.1.3	Опасност од индиректног додира са деловима ел. Инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
8.2.1	Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова насталих током процеса	Средње	Веома вероватно	Висок ризик
8.2.2	Физичке штетности настале услед	Мало	Могуће	Средњи

	буке			ризик
8.2.3	Штетни утицаји микроклиме	Средње	Могуће	Средњи ризик
8.2.4	Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места	Безначајно	Могуће	Мали ризик
8.2.5	Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање)	Безначајно	Веома вероватно	Мали ризик
8.2.6	Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
8.2.7	Одговорност у примању и преношењу информација, одговорност у руковођењу, конфликте ситуације са запосленима	Безначајно	Могуће	Мали ризик
8.2.8	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу и сл.)	Безначајно	Могуће	Мали ризик

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење и спречавање ризика

Ознака	Врста и опис опасности и штетности	Мере за отклањање, смањење или спречавање ризика	Рок за спровођење мера
8.1.1	Опасност од пада услед клизања и спотицања на микрим и клизавим површинама	1.Редовно одржавање хигијенеодељења као што је: -посипање пиљевине -Чишћење подних површина 2.Радне ципеле или клемпе са ребрастим гуменим ђоном	1. Континуиран и сталан уз свакодневно пређење
8.1.2	Опасност од могућег удара средстава унутрашњег транспорта - виљушкара	1. Повећана опрезност при кретању у манипулативном простору виљушкара	1. Континуиран и сталан
8.1.3	Опасност од индиректног додира са деловима ел.	1.Оспособљеност технолога за безбедан и здрав рад	1. Континуиран и сталан

	инсталације	2. Механичка заштита од оштећења каблова ел. Струје на машинама 3. Прописно изведено заштитно уземљење, нуловање и друга аутоматска заштита при кратком споју	
8.2.1	Хемијске штетности које настају удисањем уљних и других испарења, прашине и димова током процеса	1. Радни мантил отпоран на киселине 2. Заштитна маска за уста и нос по потреби 3. Заштитне рукавице по потреби	1. Континуиран и сталан
8.2.2	Физичке штетности настале услед буке	1. Коришћење чепова за уши по потреби	1. Континуиран и сталан

На основу извешене процене ризика и утврђивања начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика констатујемо да радно место: **ТЕХНОЛОГ У ПОВРШИНСКОЈ ЗАШТИТИ ЈЕСТЕ РАДНО МЕСТО СА ПОВЕЋАНИМ РИЗИКОМ.**

9. Назив раног места: ГАЛВАНИЗЕР

Локација радног места : ОЈ Површинска заштита – Производна хала површинске заштите

Услови за заснивање радног односа:

V/III степен стручне спреме, VK, KV - галванизер

Број запослених на радном месту , од тога : мушкараца 3, жена 0.

Опис технолошког и радног процеса:

Обавља послове галванске и хемијске заштите, послове растварања хемикалија при одржавању електролита према упутству технолога процеса и послеове хемијске и галванске заштите према прописаном технолошком поступку. Стара се о исправности и одржавању уређаја са којима ради, и дужан је да се придржава прописа о заштити на раду. Спроводи све активности дефинисане у документима СМК. Ради и остале послове по налогу непосредног руководиоца.

Опис средстава за рад:

У оквиру одељења галванизације заступљенљ су следећа средства за рад:

- Линија за никловање
- Линија за бакарисање цијанидно и сјајно
- Линија за месинговање
- Линија за кадмијумизирање
- Линија за цинковање
- Линија за нагрисање месинга (гелбреновање)
- Линија за елоксажу и пасивизацију алуминијума
- Када за скидање галванских превлака

Опис средстава и опреме за личну заштиту на раду:

- Радно одело или радни комбинезон отпоран на киселине
- Гумене чизме или радне ципеле са ребрастим гуменим ђоном
- Радне рукавице
- Заштитне наочаре са бочном заштитом
- Заштитна маска за уста и нос по потреби
- Заштитна капа по потреби.

Снимање организације рада на радном месту и у радној околини:

Запослени добија радне задатке од технолога површинске заштите. Обавља послове растварања хемикалија при прављењу и одржавању електролита према упутству технолога процеса и послове хемијске и галванске заштите према прописаном поступку технолошком поступку. Одговоран је за правилну употребу средстава за рад, средстава за личну заштиту на раду, као и за радну и технолошку дисциплину на радном месту и у радној околини. Обавља и друге послове по налогу непосредног руководиоца. За свој рад непосредно је одговоран Технологију површинске заштите.

Препознавање опасности и штетности на радном месту и у раданој околини (9) :

Препознавање опасности (9.1) :

9.1.1. Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода

9.1.2. Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушकारа).

9.1.3. Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном.

9.1.4. Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном.

Препознавање штетности (9.2.):

9.2.1. Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова које настају током процеса рада у одељењу галванизације или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини.

9.2.2. Хемијске штетности које настају у току рада непосредним контактом запосленог са хемикалијама које се користе у процесу.

9.2.3. Физичке штетности настале услед буке.

9.2.4. Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха).

9.2.5. Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места.

9.2.6. Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање).

9.2.7. Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија и сл.).

9.2.8. Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.).

9.2.9. Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње.

Процена ризика у односу на опасности и штетности :

Методологија: "5 x 5":

Ознака	Врста и опис опасности или штетности	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	Ниво ризика
9.1.1	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода	Средња	Могуће	Средњи ризик
9.1.2	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара).	Тешка	Невероватно	Средњи ризик
9.1.3	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Срдења	Могуће	Средњи ризик
9.1.4	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и	Срдења	Могуће	Средњи ризик

	опреме под напоном			
9.2.1	Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова које настају током процеса рада у одељењу галванизације или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	Значајно	Веома вероватно	Висок ризик
9.2.2	Хемијске штетности које настају у току рада непосредним контактом запосленог са хемикалијама које се користе у процесу	Средње	Веома вероватно	Висок ризик
9.2.3	Физичке штетности настале услед буке	Мало	Могуће	Средњи ризик
9.2.4	Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха)	Средње	Веома вероватно	Висок ризик
9.2.5	Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места	Безначајно	Могуће	Мали ризик
9.2.6	Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање)	Безначајно	Веома вероватно	Мали ризик
9.2.7	Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија и сл.)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
9.2.8	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	Мало	Могуће	Средњи ризик
9.2.9	Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње	Мало	Веома вероватно	Средњи ризик

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика:

Ознака	Врста и опис опасности из листе опасности и штетности	Мере за отклањање, смањење или нспречавање ризика	Рок за спровођење мера
9.1.1	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода	5. Редовно одржавање хигијене одељења као што је: -посипање пиљевине -чишћење радних површина 2. Ношење заштитних чизама или ципела са ребрастим ђоном	Континуиран и сталан уз свакодневно праћење
9.1.2	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара).	Повећана опрезност при кретању у манипулативном простору виљушкара	Континуиран и сталан
9.1.3	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	1. Оспособљеност галванизер за безбедан и здрав рад 2. Механичка заштита од одштећења каблова ел. струје на машинама	Континуиран и сталан
9.1.4	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	3. Прописно изведено заштитно уземљење, нуловање и друга аутоматска заштита при кратком споју	
9.2.1	Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова које настају током процеса рада у одељењу галванизације или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	1.Ношење радног одела или комбинезона отпорног на киселине 2.Ношење заштитне маске за нос и уста	Запослени не сме да започне посао доке не примени наведене мере заштите

9.2.2	Хемијске штетности које настају у току рада непосредним контактом запосленог са хемикалијама које се користе у процесу	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ношење заштитних чизама или ципела са ребрастим ђоном 2. Ношење заштитних рукавица 3. Ношење заштитних наочара са бочном заштитом 4. Ношење заштитне капе по потреби 	Запослени не сме да започне посао доке не примени наведене мере заштите
9.2.3	Физичке штетности настале услед буке	Коришћење чепова за уши по потреби	Континуиран и сталан
9.2.4	Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха)	Уградити тампон зону изеђу одељења галванизације	90 дана од доношења акта о процени ризика
9.2.8	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прековремени рад свести на законске оквире, што значи до 8 сати недељно и то сао док траје повећани обим посла 	90 дана од доношења акта о процени ризика
9.2.9	Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње	<ol style="list-style-type: none"> 2. У случају континуираног повећања обима посла, проблем решити повећањем броја извршилаца 3. Настојати да се обезбеди адекватан материјал, прибор и алат, а у случају промене радног места оспособити запосленог за безбедан и здрав рад. Обезбедити му средства за личну заштиту на раду. 	

На основу извршене процене ризика и утврђивања начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика констатујемо да радно место:

ГАЛВАНИЗЕР ЈЕСТЕ РАДНО МЕСТО СА ПОВЕЋАНИМ РИЗИКОМ.

10. Назив раног места: Фарбар

Локација радног места: ОЈ Површинска заштита – Производна хала површинске заштите

Услови за заснивање радног односа:

V/III степен стручне спреме, ВК,КВ – аутолакирер или фарбар

Број запослених на радном месту-1

Од тога: мушкараца-1, жена-0.

Опис технолошког и радног процеса:

Обавља послове припреме боје и фарбања делова према прописаном технолошком поступку и упутству Технолога површинске заштите.

Опис средстава за рад:

У оквиру одељења фарбаре заступљена су следећа средства за рад:

- Линија за електростатичко мокро фарбање
- Линија за електростатичко фарбање прахом
- Уређај за пнеуматско фарбање.

Опис средстава и опреме за личну заштиту на раду:

- Радно одело или радни комбинезон
- Радне ципеле са ребрастим гуменим ђоном
- Заштитне рукавице
- Заштитне наочаре са бочном заштитом
- Заштитна маска за уста и нос
- Заштитна капа.

Снимање организације рада на радном месту и у радној околини:

Запослени добија радне задатке од технолога површинске заштите. Обавља послове припреме боје и фарбања металних делова према прописаном технолошком поступку.

Одговоран је за правилну употребу средстава за рад, средстава за личну заштиту на раду, као и за радну и технолошку дисциплину на радном месту и у радној околини. Обавља и друге

послове по налогу непосредног руководиоца. За свој рад непосредно је одговоран Технологију површинске заштите.

Препознавање опасности и штетности на радном месту и у радној околини (10) :

Препознавање опасности (10.1.) :

10.1.1 Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода.

10.1.2. Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкар).

10.1.3. Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном.

10.1.4. Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном.

Препознавање штетности (10.2.) :

10.2.1. Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова које настају током процеса рада у одељењу фарбаре или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини.

10.2.2. Хемијске штетности које настају у току рада непосредним контактом запосленог са бојама и разређивачима који се користе у процесу.

10.2.3. Физичке штетности настале услед буке.

10.2.4. Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха).

10.2.5. Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места.

10.2.6. Нефизиолошки положај тела (дуготрајно стајање).

10.2.7. Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија и сл.).

10.2.8. Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.).

10.2.9. Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње.

Процењивање ризика у односу на опасности и штетности :

Методологија "5 x 5" :

Ознака	Врста и опис опасности или штетности	Тежина повреде или обољења	Вероватноћа настанка повреде или болести	Ниво ризика
10.1.1	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода	Средња	Могуће	Средњи ризик
10.1.2	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара)	Тешка	Невероватно	Средњи ризик
10.1.3	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
10.1.4	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	Средња	Могуће	Средњи ризик
10.2.1	Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова које настају током процеса рада у одељењу фарбаре или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	Значајно	Веома вероватно	Висок ризик
10.2.2	Хемијске штетности које настају у току рада непосредним контактом запосленог са бојама и разређивачима који се користе у процесу	Срдење	Веома вероватно	Висок ризик
10.2.3	Физичке штетности настале услед буке	Мало	Могуће	Средњи ризик
10.2.4	Штетни утицаји микроклиме (температура, влажност ваздуха и струјање ваздуха)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
10.2.5	Неодговарајућа – недовољна осветљеност радног места	Безначајно	Могуће	Мали ризик
10.2.6	Нефизиолошки положај тела	Безначајно	Веома	Мали

	(дуготрајно стајање)		вероватно	ризик
10.2.7	Напори при обављању одређених послова који изазивају психолошка оптерећења (стрес, монотонија и сл.)	Безначајно	Могуће	Мали ризик
10.2.8	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	Мало	Могуће	Средњи ризик
10.2.9	Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и прибора, промене радних места због потреба процеса производње	Мало	Веома вероватно	Средњи ризик

Утврђивање начина и мера за отклањање, смањење или спречавање ризика

Ознака	Врста и опис из листе опасности или штетности	Мере за отклањање, смањење или спречавање ризика	Рок за спровођење мера
10.1.1	Опасност од пада услед клизања и спотицања на мокрим и клизавим површинама пода	1.Редовно одржавање хигијене одељења као што је: -посипање оуљевине -чишћење радних површина 2.Ношење ципела са ребрастим гуменим ђоном	Континуиран и сталан уз свакодневно праћење
10.1.2	Опасност услед могућег удара средстава унутрашњег транспорта (виљушкара)	Повећана опрезност при кретању у манипулативном простору виљушкара	Континуиран и сталан
10.1.3	Опасност од директног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	1.Оспособљеност фарбара за безбедан и здрав рад 2. Механичка заштита од оштећења каблова ел.струје на машинама 3. Прописно изведено заштитно	1. 90 дана од дана доношења акта о процени ризика 2.Обавезна примена у току

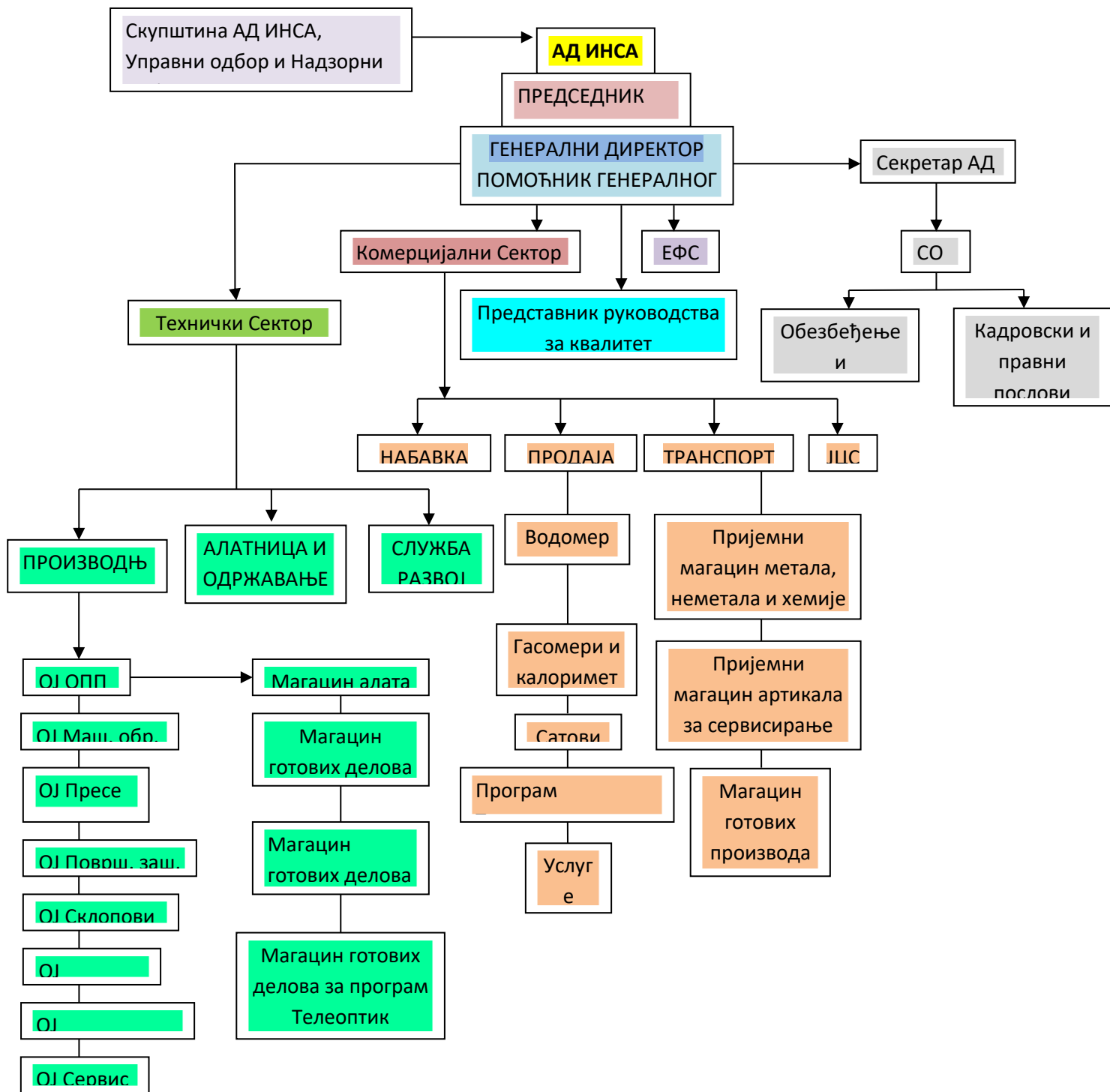
		уземљење, нуловање и друга аутоматска заштита при кратком споју	рада
10.1.4	Опасност од индиректног додира са деловима електричне инсталације и опреме под напоном	1. Извести локалну вентилацију на радном месту где се врши припрема боје и прање алата 2. Заштитна маска за уста и нос	1. 90 дана од дана доношења акта о процени ризика 2.Обавезна примена у току рада
10.2.1	Хемијске штетности које настају удисањем разних испарења, прашине и димова које настају током процеса рада у одељењу фарбаре или током других технолошких процеса који се обављају у радној околини	1. Радно одело или радни комбинезон 2. Радне ципеле са ребрастим гуменим ђоном 3.Заштитне рукавице 4. Заштитне наочаре са бочном заштитом 5. Заштитна капа по потреби	Континуиран и сталан
10.2.2	Хемијске штетности које настају у току рада непосредним контактом запосленог са бојама и разређивачима који се користе у процесу		Континуиран и сталан
10.2.3	Физичке штетности настале услед буке	Коришћење чњепића за уши по потреби	Континуиран и сталан
10.2.8	Штетности везане за организацију рада (прековремени рад, рад у сменама, рад ноћу, и сл.)	1.Прековремени рад свести на законске оквире (прековремени рад, рад ноћу и сл.) што значи до 8 сати недељно и то само док траје повећани обим посла	90 дана од доношења акта о процени ризика
10.2.9	Остале штетности као што су: коришћење неадекватног репроматеријала, коришћење неадекватних алата и	2. У случају континуираног повећања обима посла, проблем решити повећањем броја	

	прибора, промене радних места због потреба процеса производње	извршилаца. 3. Настојати да се обезбеди адекватан материјал, прибор и алат, а у случају промене радног места оспособити запосленог за безбедан и здрав рад и обезбедити му средства за личну заштиту на раду	
--	---------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

На основу извршене процене ризика и утврђивања начина и мера за отклањање, б смањење или спречавање ризика констатујемо да радно место:

ФАРБАР ЈЕСТЕ РАДНО МЕСТО СА ПОВЕЋАНИМ РИЗИКОМ.

10.ПРИЛОГ 3 - ОРГАНИЗАЦИОНА СТРУКТУРА ФАБРИКЕ



**Радна места која су заступљена у макроорганизационој структури посматраног
предзећа и за које је неопходно извршити процену ризика су:**

Канцеларија Председника и Генералног директора – Управна зграда III спрат

3.2.1.1. Председник

3.2.1.2. Генерални директор

3.2.1.3. Заменик генералног директора

3.2.1.4. Пословни секретар

Канцеларија Техничког директора – I спрат производне хале II

3.2.2.1. Технички директор

3.2.2.2. Пословни секретар

Просторија ОЈ Развој – I спрат производне хале I

3.2.3.1. Помоћник техничког директора за развој

3.2.3.2. Конструктор

3.2.3.3. Технологи

3.2.3.4. Дизајнер

3.2.3.5. Електроничар

Канцеларија техничког директора

3.2.4.1. Помоћник техничког директора за производњу

Канцеларија у приземљу производне хале I

3.2.4.2. Главни инжењер производње

Просторија ОЈ ОПП – I спрат производне хале II

3.2.5.1. Главни планер

3.2.5.2. Планер

Приземље производне хале II

3.2.5.3. Магационер

3.2.5.4. Помоћни радник

ОЈ Машинска обрада – Приземље производне хале I

- 3.2.6.1. Предрадник
- 3.2.6.2. Реглер
- 3.2.6.3. Металостругар
- 3.2.6.4. Помоћни радник
- 3.2.6.5. Праће делова у бензину
- 3.2.6.6. Реглер НЦ и ЦНЦ стругова

ОЈ Пресе – Приземље производне хале II

- 3.2.7.1. Предрадник
- 3.2.7.2. Реглер
- 3.2.7.3. Помоћни радник
- 3.2.7.4. Млевење (гранулирање) уливака од пластичне масе

ОЈ Површинска заштита – Производна хала површинске заштите

- 3.2.8.1. Технологи у површинској заштити
- 3.2.8.2. Галванизер
- 3.2.8.3. Фарбар
- 3.2.8.4. Шлајфер
- 3.2.8.5. Рад у пескирници

Просторија – II спрат производне хале I

- 3.2.8.6. Технологи у ситоштампи
- 3.2.8.7. Предрадник у ситоштампи
- 3.2.8.8. Помоћни радник у ситоштампи

ОЈ Склопови – II спрат производне хале I

- 3.2.9.1. Предрадник
- 3.2.9.2. Помоћни радник

ОЈ Монтажа – II спрат производних хала I и II

- 3.2.10.1. Предрадник
- 3.2.10.2. Монтажер
- 3.2.10.3. Помоћни радник

Приземље производних хала I и II

3.2.10.4. Монтажер термометара и бензинских пумпи

ОЈ Сервис – Приземље производне хале II

3.2.11.1. Предрадник

3.2.11.2. Сервисер

ОЈ Баждарница – Приземље производне хале II

3.2.12.1. Предрадник

3.2.12.2. Контролор – испитивач

3.2.12.3. Монтажер

3.2.12.4. Помоћни радник

ОЈ Алатница и одржавање – Приземље производне хале II

3.2.13.1. Помоћник техничког директора за алатницу и одржавање

3.2.13.2. Главни инжењер у алатници и одржавању

3.2.13.3. Технологи – оператер

3.2.13.4. Предрадник

3.2.13.5. Металостругар

3.2.13.6. Металоглодач

3.2.13.7. Металобрусач

3.2.13.8. Координатни бушач

3.2.13.9. Координатни брусач

3.2.13.10. Калионичар

3.2.13.11. Електро-ерозија

3.2.13.12. Рендисач

3.2.13.13. Алатничар

3.2.13.14. Машинбравар

3.2.13.15. Бравар

3.2.13.16. Хидрауличар

3.2.13.17. Електричар

3.2.13.18. Радник у котларници – вариоц

Квалитет – Представник руководства за квалитет – I спрат производне хале II

3.2.14.1. Представник руководства за квалитет

3.2.14.2. Технологи – метролог

3.2.14.3. Контролор

ОЈ Комерцијала – Управна зграда III спрат

3.2.15.1. Комерцијални директор

3.2.15.2. Пословни секретар

3.2.15.3. Заменик комерцијалног директора

3.2.15.4. Помоћник комерцијалног директора

3.2.15.5. Шеф набавке

3.2.15.6. Тим менаџер

3.2.15.7. Шеф магацина и транспорта

3.2.15.8. Шеф јавног царинског складишта

3.2.15.9. Заменик шефа јавног царинског складишта

3.2.15.10. Преводацац

3.2.15.11. Референт

3.2.15.12. Трговачки путник

3.2.15.13. Продавац

3.2.15.14. Главни магационер

3.2.15.15. Магационер

3.2.15.16. Возач

3.2.15.17. Помоћни радник

3.2.15.18. Виљушкариса јавног царинског складишта и транспорта

3.2.15.19. Помоћни радник – пакер

ОЈ Финансије – Управна зграда III спрат

3.2.16.1. Финансијски директор

3.2.16.2. Шеф рачуноводства

3.2.16.3. Референт у ЕФС

3.2.16.4. Билансиса

3.2.16.5. Благајник

3.2.16.6. Обрачунски референт

Служба општих послова – Управна зграда III спрат

3.2.17.1. Секретар друштва

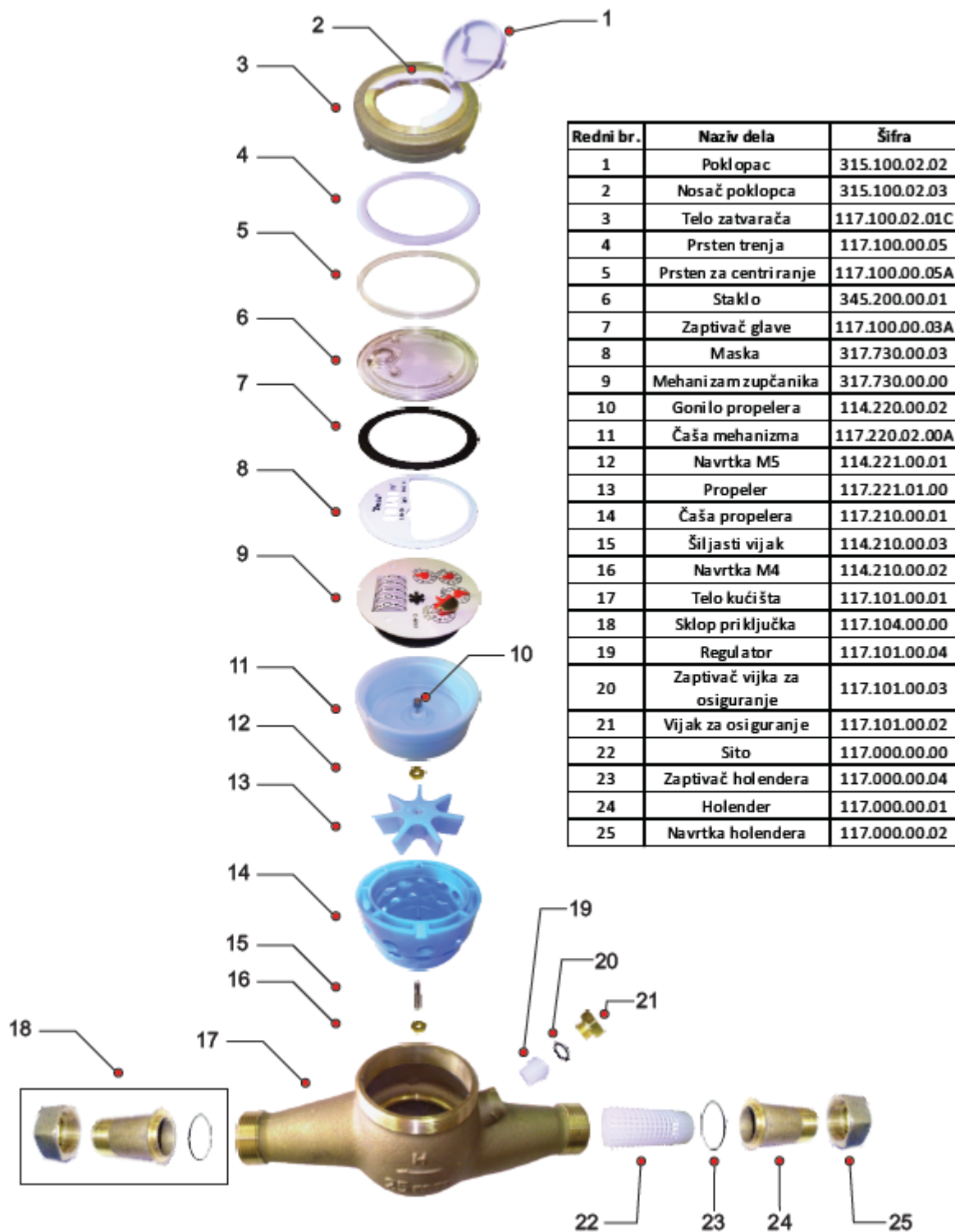
3.2.17.2. Шеф општих послова

3.2.17.3. Стручни сарадник за правне и кадровске послове

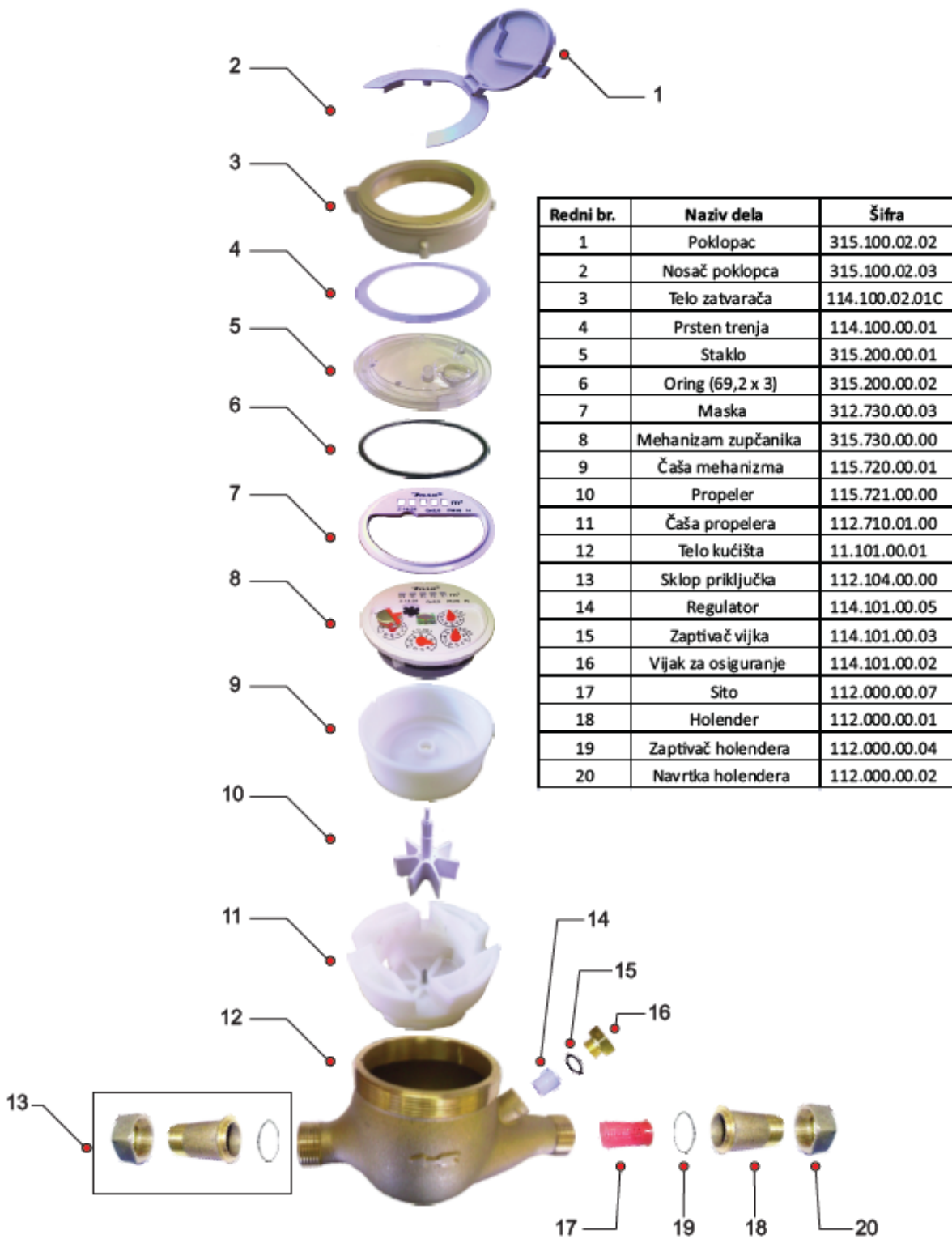
- 3.2.17.4. Референт за кадровске и опште послове
- 3.2.17.5. Референт за безбедност и здравље на раду
- 3.2.17.6. Референт за ППЗ
- 3.2.17.7. Радник обезбеђења
- 3.2.17.8. Спремачица
- 3.2.17.9. Сарадник за информатику
- 3.2.17.10. Помоћни радник
- 3.2.17.11. Кафе куварица

11. ПРИЛОГ 4 - ВОДОМЕРИ - ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

**VVM3 - Vodomer sa mokrim mehanizmom - 1 “
(pripremljen za daljinsko očitavanje) - 1.317.500.0000**



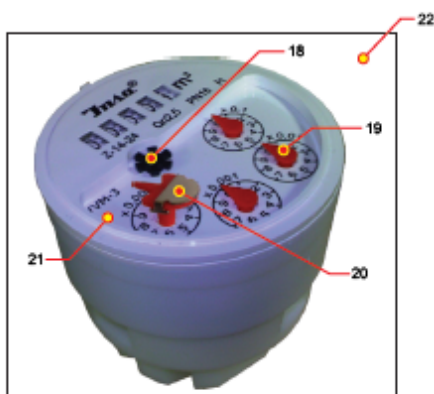
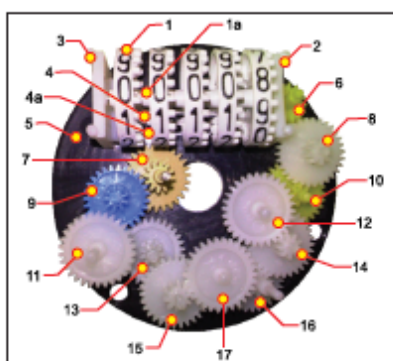
VVM-V - Vodomer sa mokrim mehanizmom - 1/2 " (pripremljen za daljinsko očitavanje) - 1.311.500.0000



Redni br.	Naziv dela	Šifra
1	Poklopac	315.100.02.02
2	Nosač poklopca	315.100.02.03
3	Telo zatvarača	114.100.02.01C
4	Prsten trenja	114.100.00.01
5	Staklo	315.200.00.01
6	Oring (69,2 x 3)	315.200.00.02
7	Maska	312.730.00.03
8	Mehanizam zupčanika	315.730.00.00
9	Čaša mehanizma	115.720.00.01
10	Propeler	115.721.00.00
11	Čaša propelera	112.710.01.00
12	Telo kućišta	11.101.00.01
13	Sklop priključka	112.104.00.00
14	Regulator	114.101.00.05
15	Zaptivač vijka	114.101.00.03
16	Vijak za osiguranje	114.101.00.02
17	Sito	112.000.00.07
18	Holender	112.000.00.01
19	Zaptivač holendera	112.000.00.04
20	Navrtka holendera	112.000.00.02

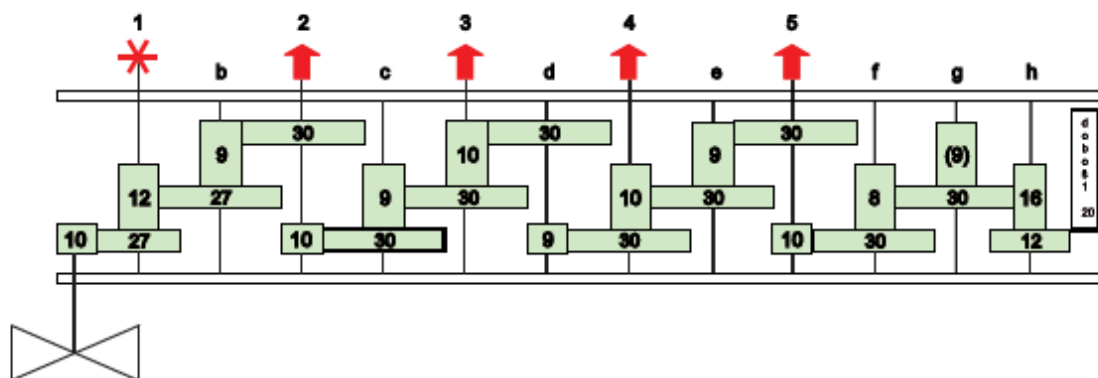


VVM-V - Vodomer sa mokrim mehanizmom - 1/2 " (pripremljen za daljinsko očitavanje) - 1.311.500.0000



Redni br.	Naziv dela	Šifra
1	Doboš	114.230.01.00
1a	Osovina doboša	114.230.00.09
2	Nosač - levi	114.230.00.07
3	Nosač - desni	114.230.00.08
4	Osovina gonila	151.210.00.08
4a	Gonilo	114.230.00.11
5	Platina - donja	114.230.00.06
6	Zupčanik 390m	114.230.12.00
7	Zupčanik 393c	117.230.03.00
8	Zupčanik 391a	114.230.04.00
9	Zupčanik 391bz	115.730.04.00
10	Zupčanik 390c	114.230.11.00
11	Zupčanik 395a	114.230.10.00
12	Zupčanik 395a	114.230.10.00
13	Zupčanik 390a	115.730.11.00
14	Zupčanik 391a	114.230.04.00
15	Zupčanik 394a	114.230.07.00
16	Zupčanik 393a	114.230.09.00
17	Zupčanik 392a	114.230.08.00
18	Indikator	114.700.00.01
19	Kazaljka - šiljasta	114.230.00.02
20	Kazaljka - sklop	315.230.01.00
21	Platina - gornja	114.730.02.00
22	Mehanizam vodometra	312.700.00.00

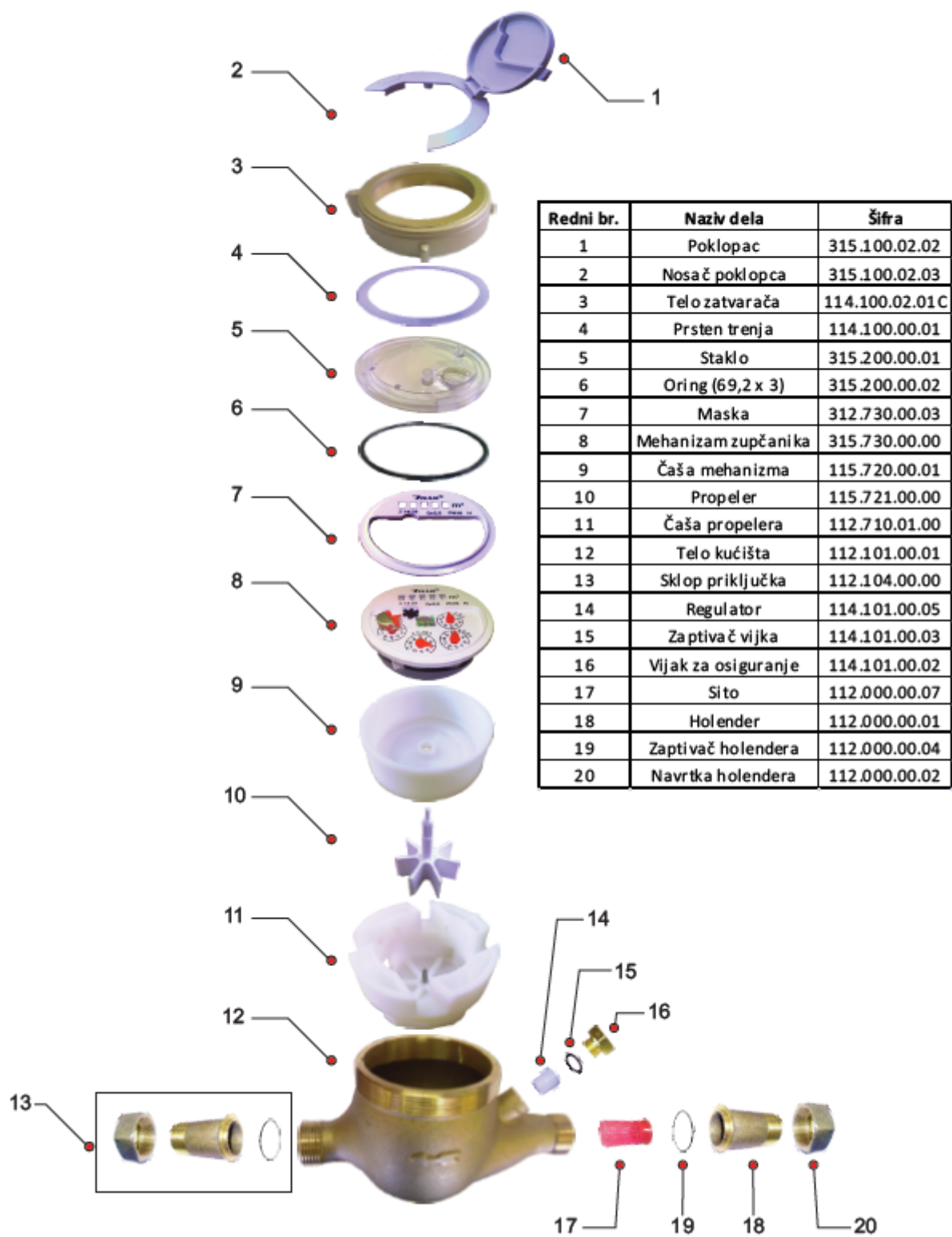
Poprečni presek mehanizma sa opisom delova:



Osa	-	1	b	2 (0.1 lit)	c	3 (1 lit)	d	4 (10 lit)	e	5 (100 lit)	f	g	h	-			
Oznaka	gon	393c	391bz	395a	390a	394a	392a	393a	391a	395a	390c	391a	390m	1.dob			
z	10	27	12	27	9	30	10	30	9	30	10	30	8	30	16	12	20
m [mm]	0.5	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	-	-	-
A [mm]	9.54	8.97	8.97	9.2	8.97	9.2	8.97	9.2	8.97	9.2	8.8	10.5	-	-	-	-	-
Jn [mm]	0.240	0.215	0.215	0.219	0.215	0.219	0.215	0.219	0.215	0.219	0.263	0.176	-	-	-	-	-
z	1.183	1.215	1.184	1.19	1.184	1.19	1.184	1.19	1.184	1.19	1.07	1.346	-	-	-	-	-
I	2.700	2.250	3.333	3.000	3.333	3.000	3.333	3.000	3.333	3.000	3.000	2.000	1.667	-	-	-	-
Co [imp/L]		20.250	45.000	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	-	-	-	-

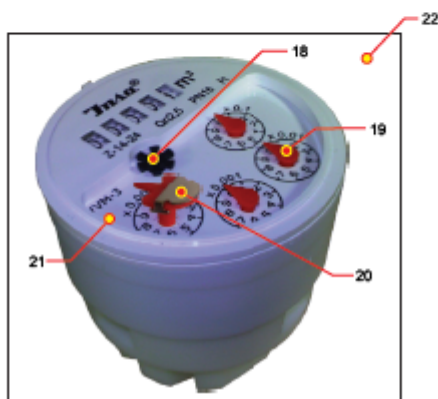
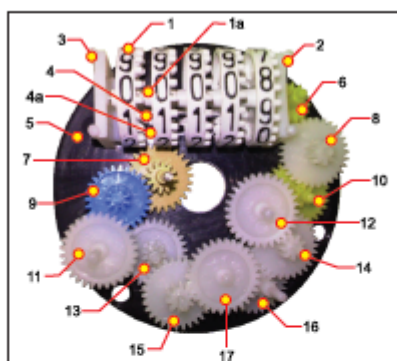


VVM3 - Vodomer sa mokrim mehanizmom - 1/2 "
(pripremljen za daljinsko očitavanje) - 1.312.500.0000



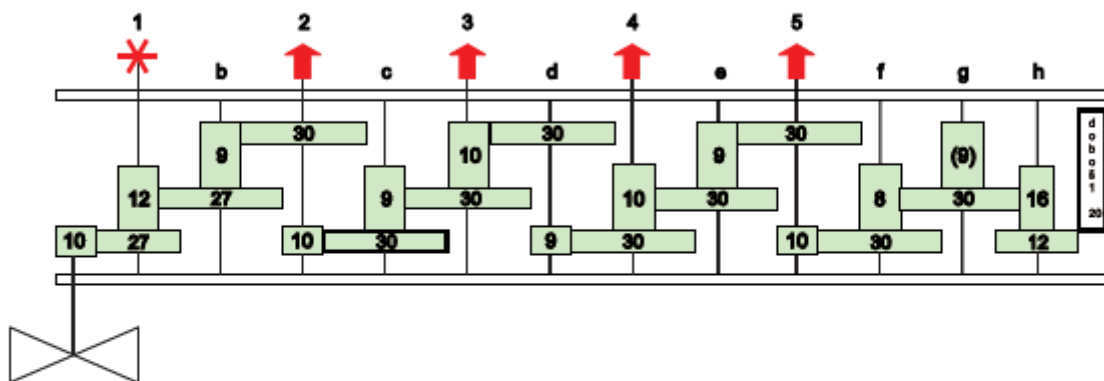
Insa®

VVM3 - Vodomer sa mokrim mehanizmom - 1/2 " (pripremljen za daljinsko očitavanje) - 1.312.500.000



Redni br.	Naziv dela	Šifra
1	Doboš	114.230.01.00
1a	Osovina doboša	114.230.00.09
2	Nosač - levi	114.230.00.07
3	Nosač - desni	114.230.00.08
4	Osovina gonila	151.210.00.08
4a	Gonilo	114.230.00.11
5	Platina - donja	114.230.00.06
6	Zupčanik 390m	114.230.12.00
7	Zupčanik 393c	117.230.03.00
8	Zupčanik 391a	114.230.04.00
9	Zupčanik 391bz	115.730.04.00
10	Zupčanik 390c	114.230.11.00
11	Zupčanik 395a	114.230.10.00
12	Zupčanik 395a	114.230.10.00
13	Zupčanik 390a	115.730.11.00
14	Zupčanik 391a	114.230.04.00
15	Zupčanik 394a	114.230.07.00
16	Zupčanik 393a	114.230.09.00
17	Zupčanik 392a	114.230.08.00
18	Indikator	114.700.00.01
19	Kazaljka - šiljasta	114.230.00.02
20	Kazaljka - sklop	315.230.01.00
21	Platina - gornja	114.730.02.00
22	Mehanizam vodometra	312.700.00.00

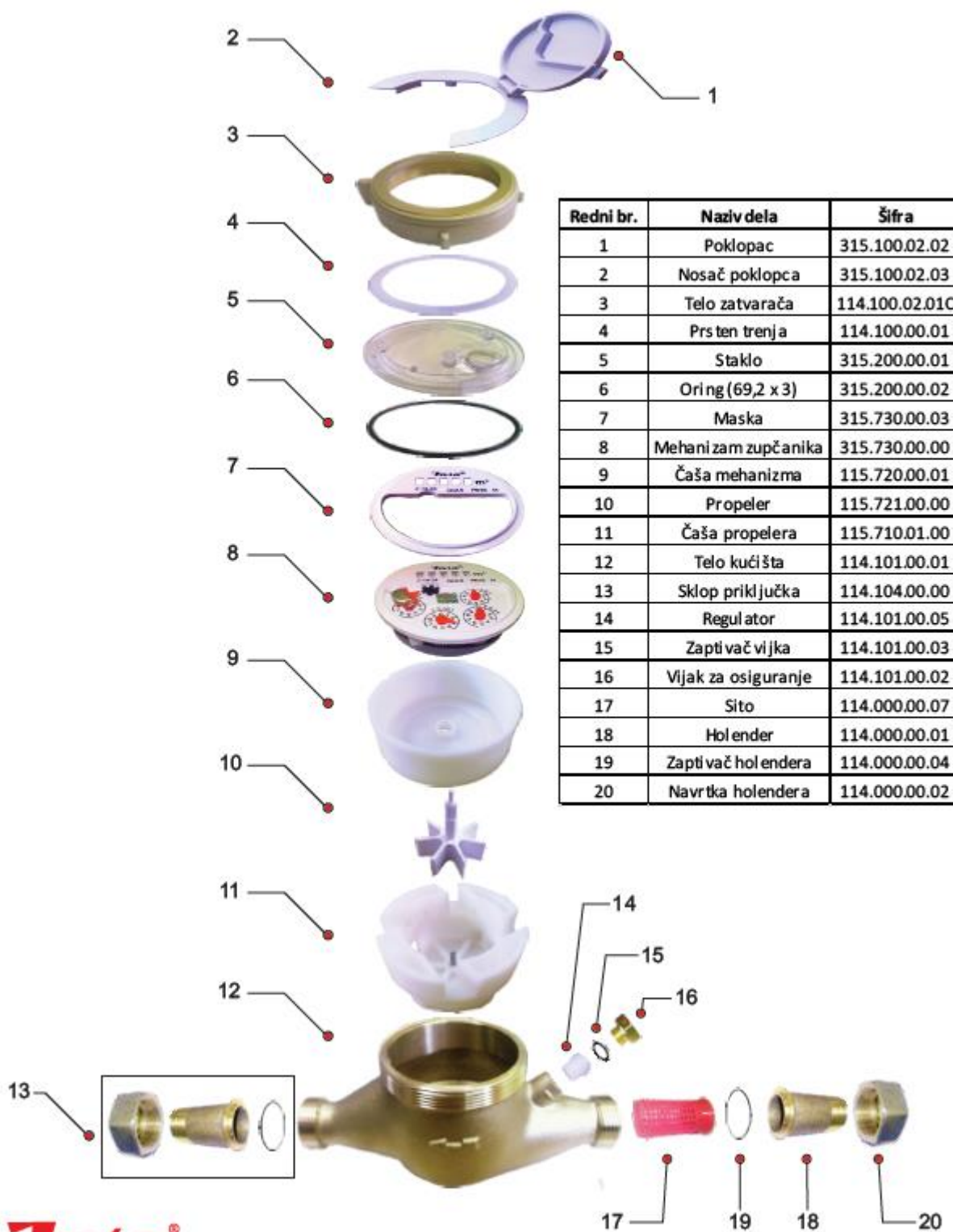
Poprečni presek mehanizma sa opisom delova:



Osa	-	1		b		2 (0.1 lit)		c		3 (1 lit)		d		e		f		g		h		-
Oznaka	gon	393c	391bz	395a	390a	394a	392a	393a	391a	395a	390c	391a	390m	1.dob								
z	10	27	12	27	9	30	10	30	9	30	10	30	9	30	10	30	8	30	16	12	20	
m [mm]	0.5	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	-	
A [mm]	9.54	8.97	8.97	9.2	8.97	9.2	8.97	9.2	8.97	9.2	8.97	9.2	8.8	10.5	-	-	-	-	-	-	-	
Jh [mm]	0.240	0.215	0.215	0.219	0.215	0.219	0.215	0.219	0.215	0.219	0.215	0.219	0.263	0.176	-	-	-	-	-	-	-	
z	1.183	1.215	1.184	1.19	1.184	1.19	1.184	1.19	1.184	1.19	1.184	1.19	1.07	1.346	-	-	-	-	-	-	-	
i	2.700	2.290	3.333	3.000	3.333	3.000	3.333	3.000	3.333	3.000	3.333	3.000	2.000	1.667	-	-	-	-	-	-	-	
Co [imp/L]		45.000		10.00		10.00		10.00		10.00		10.00										

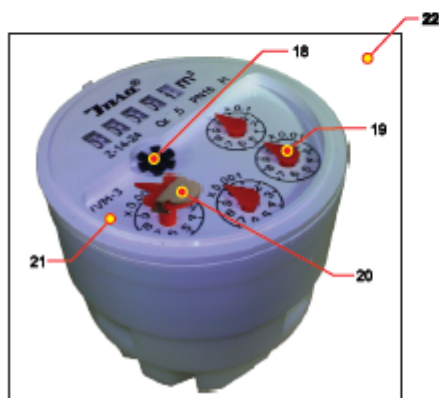
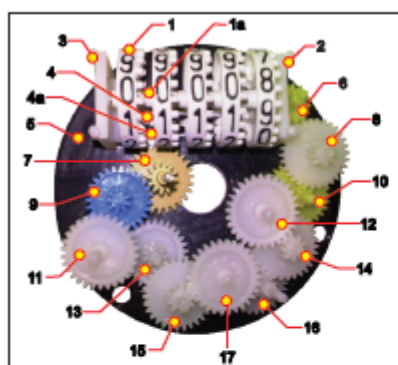


VVM3 - Vodomer sa mokrim mehanizmom - 3/4 " (pripremljen za daljinsko očitavanje) - 1.315.500.0000



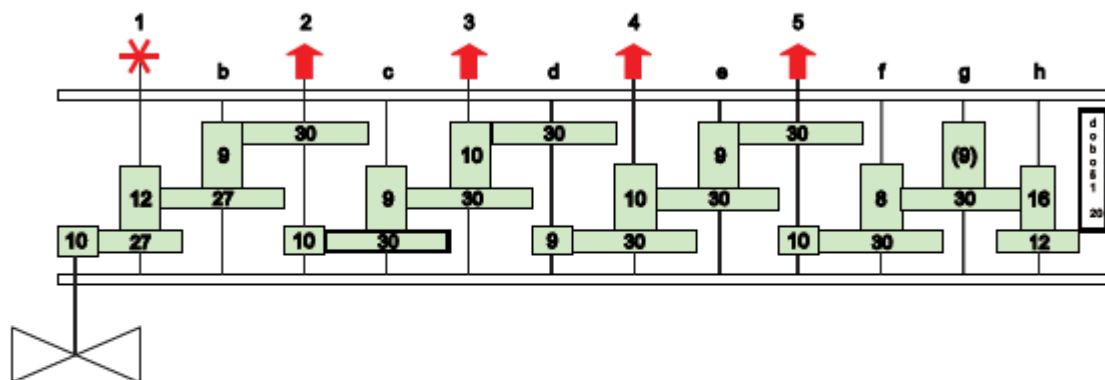
TnSa®

VVM3 - Vodomer sa mokrim mehanizmom - 3/4 " (pripremljen za daljinsko očitavanje) - 1.315.500.0000



Redni br.	Naziv dela	Šifra
1	Doboš	114.230.01.00
1a	Osovina doboša	114.230.00.09
2	Nosač - levi	114.230.00.07
3	Nosač - desni	114.230.00.08
4	Osovina gonila	151.210.00.08
4a	Gonilo	114.230.00.11
5	Platina - donja	114.230.00.06
6	Zupčanik 390m	114.230.12.00
7	Zupčanik 393c	117.230.03.00
8	Zupčanik 391a	114.230.04.00
9	Zupčanik 391bz	115.730.04.00
10	Zupčanik 390c	114.230.11.00
11	Zupčanik 395a	114.230.10.00
12	Zupčanik 395a	114.230.10.00
13	Zupčanik 390a	115.730.11.00
14	Zupčanik 391a	114.230.04.00
15	Zupčanik 394a	114.230.07.00
16	Zupčanik 393a	114.230.09.00
17	Zupčanik 392a	114.230.08.00
18	Indikator	114.700.00.01
19	Kazaljka - šiljasta	114.230.00.02
20	Kazaljka - sklop	315.230.01.00
21	Platina - gornja	114.730.02.00
22	Mehanizam vodometra	315.700.00.00

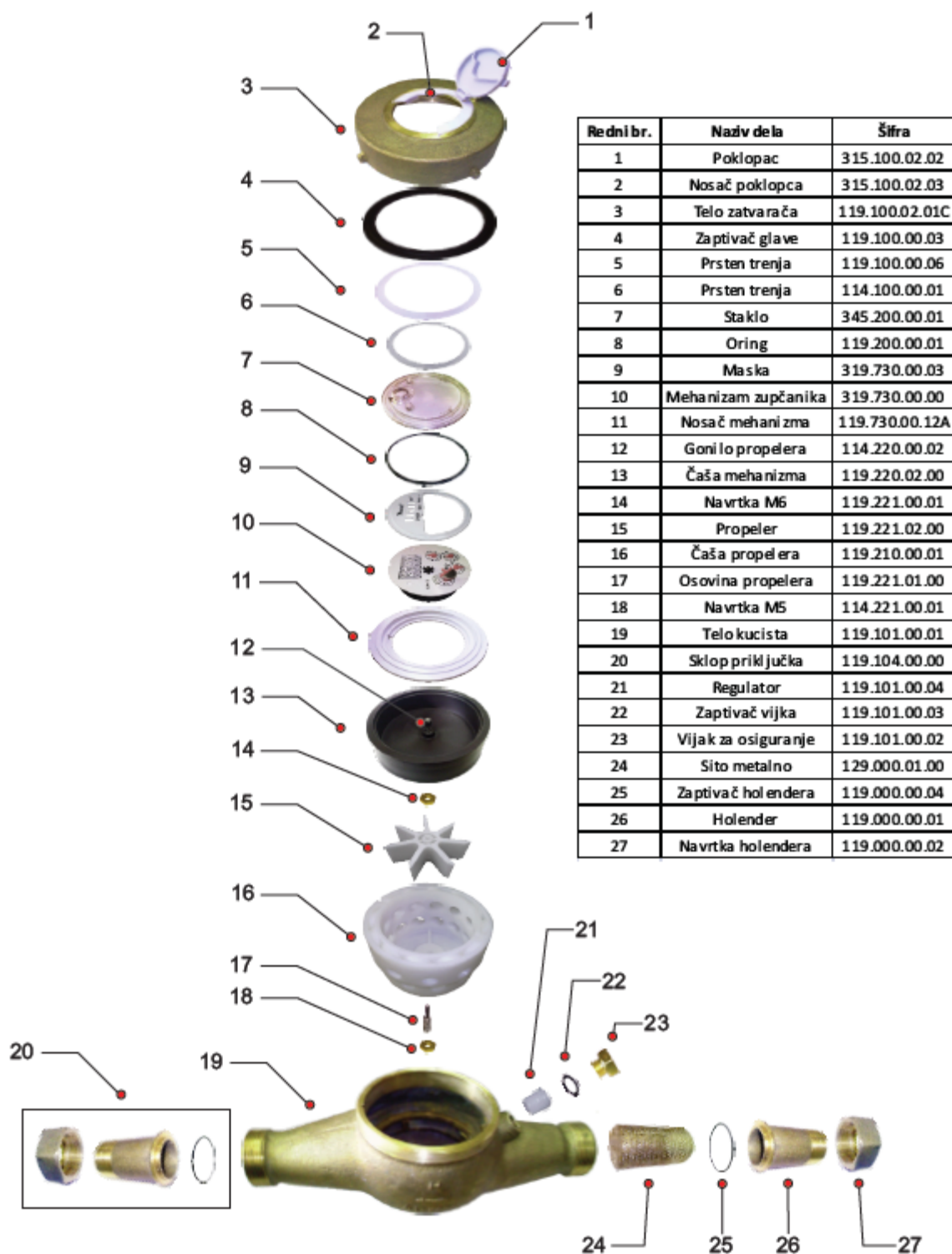
Poprečni presek mehanizma sa opisom delova:



Osa	-	1	b	2 (0.1 lit)	c	3 (1 lit)	d	4 (10 lit)	e	5 (100 lit)	f	g	h	-			
Oznaka	gon	393c	391bz	395a	390a	394a	392a	393a	391a	395a	390c	391a	390m	1.dob			
z	10	27	12	27	9	30	10	30	9	30	10	30	8	30	16	12	20
m [mm]	0.5	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	-
A [mm]	9.54	8.97	8.97	9.2	8.97	9.2	8.97	9.2	8.97	9.2	8.8	10.5	-	-	-	-	-
Jn [mm]	0.240	0.215	0.215	0.219	0.215	0.219	0.215	0.219	0.215	0.219	0.263	0.176	-	-	-	-	-
ε	1.183	1.215	1.184	1.19	1.184	1.19	1.184	1.19	1.184	1.19	1.07	1.346	-	-	-	-	-
l	2.700	2.290	3.333	3.000	3.333	3.000	3.333	3.000	3.333	3.000	2.000	1.667	-	-	-	-	-
Co [imp/L]		20.250		10.00		10.00		10.00		10.00							
		45.000															



VVM3 - Vodomer sa mokrim mehanizmom - 6/4 " (pripremljen za daljinsko očitavanje) - 1.319.500.0000



Redni br.	Naziv dela	Šifra
1	Poklopac	315.100.02.02
2	Nosač poklopca	315.100.02.03
3	Telo zatvarača	119.100.02.01C
4	Zaptivač glave	119.100.00.03
5	Prsten trenja	119.100.00.06
6	Prsten trenja	114.100.00.01
7	Staklo	345.200.00.01
8	Oring	119.200.00.01
9	Maska	319.730.00.03
10	Mehanizam zupčanika	319.730.00.00
11	Nosač mehanizma	119.730.00.12A
12	Goni lo propelera	114.220.00.02
13	Čaša mehanizma	119.220.02.00
14	Navrtka M6	119.221.00.01
15	Propeler	119.221.02.00
16	Čaša propelera	119.210.00.01
17	Osovina propelera	119.221.01.00
18	Navrtka M5	114.221.00.01
19	Telo kucista	119.101.00.01
20	Sklop priključka	119.104.00.00
21	Regulator	119.101.00.04
22	Zaptivač vijka	119.101.00.03
23	Vijak za osiguranje	119.101.00.02
24	Sito metalno	129.000.01.00
25	Zaptivač holendera	119.000.00.04
26	Holender	119.000.00.01
27	Navrtka holendera	119.000.00.02

Exploded View WP-C DN50-DN200 Copper Can Register **INSA®**



**A.D. INSA - MANUFACTURER OF
MEASUREMENT INSTRUMENTS**

Trščanska 21
11080 Belgrade - Zemun
Republic of Serbia



www.insa.rs



+ 381 (11) 3713 - 600
+ 381 (11) 3713 - 607
+ 381 (11) 2614 - 330

Fax:

E-mail:

office@insa.rs
info@insa.rs

Model	Size	Drawing Book No.	Length	Assembly drawing No.							
				6+3	Date	6+2+1	Date	6+3 AMR	Date	6+2+1 AMR	Date
WP-C PLUS Copper can prepare for remote reading	DN50	130501	100	ZN1.631.215	13.04	ZN1.631.315	13.04	ZN1.631.317	13.04	ZN1.631.339	13.04
	DN65		100	ZN1.631.216		ZN1.631.316		ZN1.631.318		ZN1.631.340	
	DN80		125	ZN1.631.217		ZN1.631.317		ZN1.631.319		ZN1.631.341	
	DN100		150	ZN1.631.218		ZN1.631.318		ZN1.631.320		ZN1.631.342	
	DN125		150	ZN1.631.219		ZN1.631.319		ZN1.631.331		ZN1.631.343	
	DN150		300	ZN1.631.220		ZN1.631.320		ZN1.631.332		ZN1.631.344	
	DN200		350	ZN1.631.221		ZN1.631.321		ZN1.631.333		ZN1.631.345	
Model	Size	Drawing Book No.	Length	Assembly drawing No.							
				6+3	Date	6+2+1	Date	6+3 AMR	Date	6+2+1 AMR	Date
WP-C PLUS Copper can with remote reading	DN50	130501	100	ZN1.631.215Y	13.04	ZN1.631.315Y	13.04	ZN1.631.317Y	13.04	ZN1.631.339Y	13.04
	DN65		100	ZN1.631.216Y		ZN1.631.316Y		ZN1.631.318Y		ZN1.631.340Y	
	DN80		125	ZN1.631.217Y		ZN1.631.317Y		ZN1.631.319Y		ZN1.631.341Y	
	DN100		150	ZN1.631.218Y		ZN1.631.318Y		ZN1.631.320Y		ZN1.631.342Y	
	DN125		150	ZN1.631.219Y		ZN1.631.319Y		ZN1.631.331Y		ZN1.631.343Y	
	DN150		300	ZN1.631.220Y		ZN1.631.320Y		ZN1.631.332Y		ZN1.631.344Y	
	DN200		350	ZN1.631.221Y		ZN1.631.321Y		ZN1.631.333Y		ZN1.631.345Y	



A.D. INSA - MANUFACTURER OF MEASUREMENT INSTRUMENTS

Trščanska 21
11080 Belgrade - Zemun
Republic of Serbia



www.insa.rs



+ 381 (11) 3713 - 600

+ 381 (11) 3713 - 607

Fax:

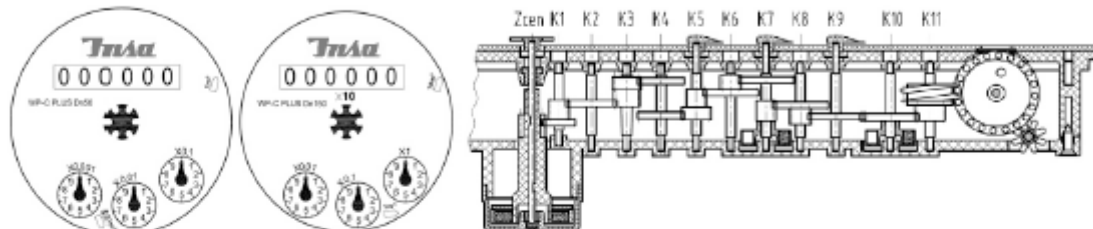
+ 381 (11) 2614 - 330

E-mail:

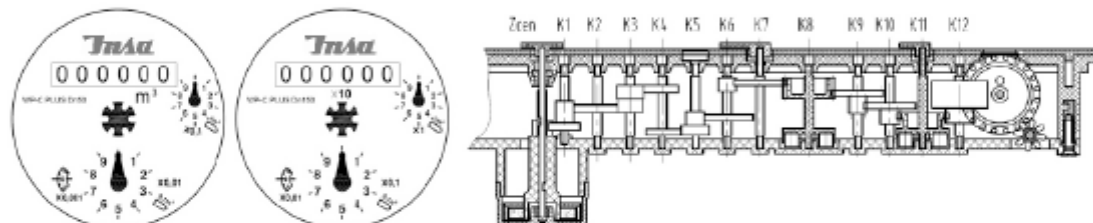
office@insa.rs

info@insa.rs

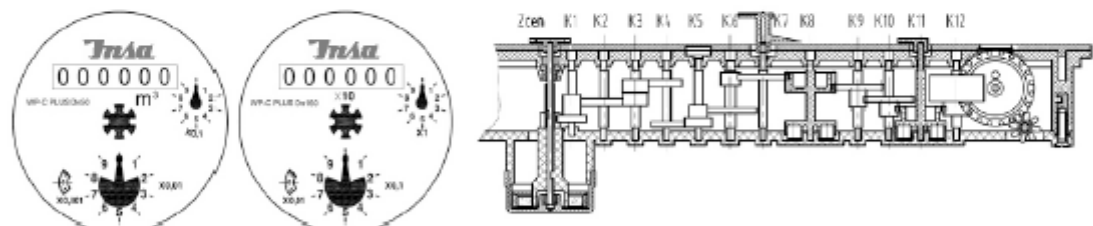
MODEL	Gear Z0	Gear Z1	Gear Z2	Central gear Zcen	Gear K1	Gear K2(27)	Gear K3	Gear K4	Gear K5	Circle No. of the start gear Under 1 circle of K5	Volume of each rotary of K5	rotary circle number with one circle rotary	Volume of each rotary of start circle	Rotary circle number of start gear within 1 Liter water volume	Q3 (m³/h)	speed under Q3 (RPM)	of the device for rapid testing				
WP-SDC PLUS DN50	12	21	25	13	17	10	27	27	13	14	24	25	15	1.749571429	10L	24.973592	5.7189542	9.174957148	63	2032.0571	30.491429
WP-SDC PLUS DN65	12	21	25	13	17	10	27	27	13	14	24	25	15	1.749571429	10L	24.973592	5.7189542	9.174957148	100	4188.2953	30.491429
WP-SDC PLUS DN80	12	25	25	13	17	10	27	27	13	24	14	19	20	1.043958659	10L	12.526316	9.5798319	9.104395865	100	2087.7193	6.2631579
WP-SDC PLUS DN100	12	25	25	13	17	10	27	27	13	25	13	24	15	0.5525	10L	6.63	18.099548	0.95525	190	1768	3.315
WP-125	12	25	25	13	17	10	27	27	13	25	13	24	15	0.5525	10L	6.63	18.099548	0.95525	250	2742.5	3.315
WP-SDC PLUS DN150	13	37	25	13	17	10	27	27	13	20	19	16	24	2.4225	308L	21.228716	41.22967	0.024225	400	1418.9811	14.535
WP-SDC PLUS DN200	13	37	25	13	17	10	27	27	13	19	20	25	15	1.078984211	308L	9.43101	93.137255	9.010789842	630	928.29605	6.4421053



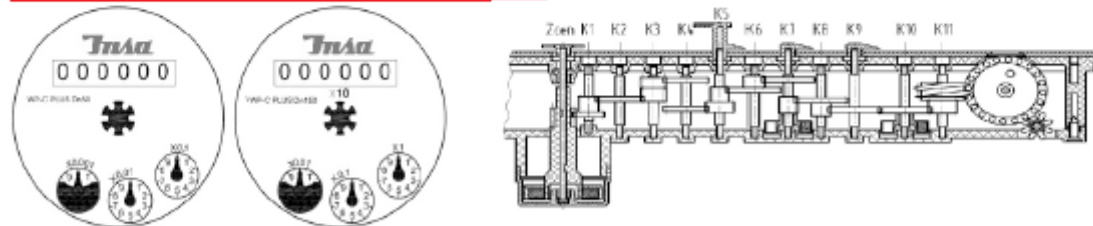
3 pointers with pulse remote prepared



2 pointers + semi circle reading with pulse remote prepared



2 pointers + semi circle reading with AMR solution



3 pointers with AMR solution

A.D. INSA - MANUFACTURER OF MEASUREMENT INSTRUMENTS

Trščanska 21
11080 Belgrade - Zemun
Republic of Serbia



www.insa.rs



+ 381 (11) 3713 - 600

+ 381 (11) 3713 - 607

Fax:

+ 381 (11) 2614 - 330

E-mail:

office@insa.rs

info@insa.rs



WP-C Plus-DN50-DN200			
No	Catalog number	Name	Material
1	QC/T 338-1999	Lead seal	Pb
2	GB/T 14953-94	Copper wire $\phi 1$	T3
3	GB32.1-88	Bolt M12X30	1Cr18Ni9
4	GB/T 97.1-2002	Gasket 12	1Cr18Ni10
5	GB/T 5782-2000	Bolt M12X30	1Cr18Ni11
6	ZN5.490.768	Measuring unit (DN50)	POM, ABS, 1Cr18Ni9, QT45
	ZN5.490.769	Measuring unit (DN65)	
	ZN5.490.770	Measuring unit (DN80)	0-
	ZN5.490.771	Measuring unit (DN100)	10, PP, HPb5
	ZN5.490.772	Measuring unit (DN125)	9-
	ZN5.490.773	Measuring unit (DN150)	PA66+20%CF, tungsten
7	ZN8.003.1123	Body (DN50)	QT450-10
	ZN8.003.1124	Body (DN65)	
	ZN8.003.875	Body (DN80)	
	ZN8.003.998	Body (DN100)	
	ZN8.003.1172	Body (DN125)	
	ZN8.003.1058	Body (DN150)	
8	ZN8.495.030	Front rectifier (DN50)	ABS-GP22
	ZN8.495.031	Front rectifier (DN65)	
	ZN8.495.024	Front rectifier (DN80)	
	ZN8.495.026	Front rectifier (DN100)	
	ZN8.495.034	Front rectifier (DN125)	
	ZN8.495.027	Front rectifier (DN150)	
9	ZN8.370.686	Flange gasket (DN50)	NBR
	ZN8.370.687	Flange gasket (DN65)	
	ZN8.370.688	Flange gasket (DN80)	
	ZN8.370.689	Flange gasket (DN100)	
	ZN8.370.690	Flange gasket (DN125)	
	ZN8.370.703	Flange gasket (DN150)	
	ZN8.370.704	Flange gasket (DN200)	

A.D. INSA - MANUFACTURER OF MEASUREMENT INSTRUMENTS

Tršćanska 21
11080 Belgrade - Zemun
Republic of Serbia



www.insa.rs



+ 381 (11) 3713 - 600

+ 381 (11) 3713 - 607

Fax:

+ 381 (11) 2614 - 330

E-mail:

office@insa.rs

info@insa.rs



**A.D. INSA - MANUFACTURER OF
MEASUREMENT INSTRUMENTS**

Tršćanska 21
11080 Belgrade - Zemun
Republic of Serbia



www.insa.rs



+ 381 (11) 3713 - 600
+ 381 (11) 3713 - 607
+ 381 (11) 2614 - 330

Fax:

E-mail:

office@insa.rs
info@insa.rs

Биографски подаци о кандидату

Марија Д. Милановић, мастер инжењер машинства је рођена 10.07.1986. године у Смедереву. Основну школу „Јосиф Панчић“ је завршила у Београду са одличним успехом као носилац Вукове дипломе. Завршила је Тринаесту београдску гимназију, природно – математички смер. Машински факултет у Београду уписала је 2005. године, а завршила 2011. године на смеру за Индустријско инжењерство.

Докторске студије уписала је 2011.године, на Машинском факултету Универзитета у Београду. Закључно са испитним роком, октобар 2013. године, положила је све испите прве и друге године докторских студија са просечном оценом 10,00.

У октобру 2014. године Наставно – научно веће Машинског факултета у Београду донело је одлуку да прихвата тему докторске дисертације „Унапређење процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности“.

Објавила је 9 радова, од којих је један у међународном часопису са SCI листе, два рада у националном часопису међународног значаја, један у водећем часопису националног значаја, три рада саопштена на скупу међународног значаја штампана у целини и два рада на скуповима националног значаја.

Одлично влада енглеским језиком и поседује основно знање француског језика. Остале вештине којима се служи су MS Office (Word, Excel, Outlook, Access, Power point) Internet (major browsers), AutoCAD, SolidWorks, Pro –Engineer, MathLAB, Photoshop, Системи за подршку одлучивању (Criterium Decision Plus 3.0).

Чланица је Међународног клуба за комуникацију и вођство Toastmasters.
<http://www.toastmasters.org>

Од јануара 2012. Марија Милановић је запослена на Машинском факултету у Београду на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије “Развој, пројектовање и имплементација савремених стратегија интегрисаног управљања оперативним радом и одржавањем возила и механизације у системима аутотранспорта, рударства и енергетике“ – ТР-35030 под руководством проф. др Драгана Алексендрића.

У августу 2017. године посетила је Универзитет у Сијетлу, у САД. Током посете, посматрала је рад у лабораторијама за научна истраживања, као и лабораторије намењене за вежбе са студентима. У том периоду, упозната је са новим технологијама и новим методама наставе које се примењују на Универзитету у Сијетлу и дају одличне резултате у знању студената.

Марија Милановић је у току маја и јуна 2018. посетила Универзитет у Шиџиазуангу у Кини као и железару Хбис у Тангшану. Током посете универзитету посматрала је рад у лабораторијама за научна истраживања, активно учествовала при дискусијама и стекла нова знања у области побољшања процеса производње. Такође, у том периоду, током посете седишту и самој производњи у фабрици челика Хбис упозната је са новим технологијама и начину рада при изради, ливењу и транспорту хладно ваљаног лима. Све то је потврђено сертификатом о завршеном семинару под називом „Seminar on Cold Rolling Process of International Production Capacity Cooperation for Serbia 2018“, организованог од стране Хбеи Универзитета у Кини.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Марија Милановић

Број индекса Д 17/11

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

„Унапређење процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности“

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа; су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 12.02.2021.

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског
рада**

Име и презиме аутора Марија Милановић

Број индекса Д 17/11

Студијски програм Докторске студије

Наслов рада „Унапређење процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности“

Ментор Мирјана Мисита

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, 12.02.2021.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Унапређење процеса планирања производних ресурса у условима неизвесности“

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе држане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

① Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружитмо једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 12.02.2021.