



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

Ранка В. Гојковић

**УНАПРЕЂЕЊЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕСА
ПРОИЗВОДЊЕ У ПРЕРАЂИВАЧКОЈ ИНДУСТРИЈИ
ЗАСНОВАНО НА МЕТОДАМА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ
АНАЛИЗЕ И МЕТАХЕУРИСТИКЕ**

докторска дисертација

Крагујевац, 2021.



UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC
FACULTY OF ENGINEERING

Ranka V. Gojković

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF PRODUCTION
PROCESSES IN THE MANUFACTURING INDUSTRY
BASED ON METHODS OF MULTICRITERIA ANALYSIS
AND METACHEURISTICS**

Doctoral Dissertation

Kragujevac, 2021.

Аутор
Име и презиме: Ранка Гојковић
Датум и мјесто рођења: 03.01.1990. године, Требиње, Р.С., Босна и Херцеговина
Садашње запослење: Виши асистент, Машински факултет Универзитета у Источном Сарајеву
Докторска дисертација
Наслов: УНАПРЈЕЂЕЊЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У ПРЕРАЂИВАЧКОЈ ИНДУСТРИЈИ ЗАСНОВАНО НА МЕТОДАМА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ АНАЛИЗЕ И МЕТАХЕУРИСТИКЕ
Број страница: 214
Број слика: 8
Број библиографских података: 186
Установа и мјесто гдје је рад израђен: Универзитет у Крагујевцу, Факултет инжењерских наука;
Научна област (УДК): Организација и планирање производње. Дизајн. Управљање производњом и контрола. Операциона истраживања (Operational research OR): математичке теорије и методе. (658.5:519.8)
Ментор: др Данијела Тадић, редовни професор, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу;
Оцјена и одбрана
Датум пријаве теме: 12.06.2019. године
Број одлуке и датум прихватања теме докторске дисертације:
IV-04-485/6 од 12.06.2019. године
Комисија за оцјену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата:
1. др Мирјана Мисита, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду, ужа научна област: Индустијско инжењерство;
2. др Драган Урошевић, редовни професор, Математички институт САНУ, ужа научна област: Алгоритми и комплексност;
3. др Данијела Тадић, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, уже научне области: Производно машинство, Индустијско инжењерство;
4. др Александар Алексић, доцент, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, ужа научна област: Индустијско инжењерство и инжењерски менаџмент;
5. др Снежана Нестић, ванредни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, уже научне области: Индустијско инжењерство и инжењерски менаџмент, Производно машинство.
Комисија за оцјену и одбрану докторске дисертације:
1. др Александар Алексић, ванредни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, ужа научна област: Инжењерски менаџмент;
2. др Мирјана Мисита, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду, ужа научна област: Индустијско инжењерство;
3. др Иван Мачужић, ванредни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, ужа научна област: Индустијско инжењерство и инжењерски менаџмент.
Датум одбране докторске дисертације:

Захвалница

Овом приликом се најискреније захваљујем свим особама које су допринијеле настанку ове докторске дисертације.

Посебну захвалност дугујем изузетном ментору проф. др Данијели Тадић на посвећеном времену, несебичној помоћи, стрпљењу, посвећености и драгоцјеним савјетима током студирања и израде дисертације.

Проф. др Александру Алексићу се захваљујем на корисним савјетима, приједлозима, примједбама и смјерницама.

Посебно се захваљујем проф. др Славиши Мољевићу за подстицање да упишем докторске студије из ове области, као и за подршку и помоћ током прикупљања података и израде дисертације.

Од срца се захваљујем драгој Снежани Нестић, најприје на пријатељству, а затим на бескрајној подршци и помоћи током израде дисертације.

Неизмјерну захвалност на разумијевању и несебичној подршци дугујем мојој породици, мајци Нади и оцу Велимиру, брату Николи и сестри Наталији.

У Крагујевцу, август 2021. год.

Ранка Гојковић

Докторску дисертацију посвећујем брату Радовану

Сажетак

Проблем процјене и рангирања грешака које могу довести до Lean губитака имају пресудан утицај на ефективност и поузданост производног као и осталих пословних процеса предузећа. У овој докторској дисертацији су развијена два нова фази вишекритеријумска модела оптимизације заснован на Анализи могућих грешака и ефеката грешака (према енг. *Failure Mode and Effect Analysis - FMEA*), односно *FMEA* оквиру за рангирање грешака на нивоу сваког Lean губитка.

На самом почетку извршена је идентификација и графички приказ грешака коришћењем Ишикава дијаграма. Оцјена идентификованих грешака врши се у односу на три фактора ризика (РФ) дефинисана у *FMEA* методи. Недостаци *FMEA* методе, које су сугерисани од стране других аутора, су превазиђени комбинацијом ове методе са правилима фази логике и методама вишекритеријумског одлучивања (према енг. *Multi Criteria Decision Making - MCDM*).

У првом моделу релативна важност РФ и њихове вриједности описани су унапријед дефинисаним лингвистичким исказима који су моделирани са трапезоидним интуитивним фази бројевима (према енг. *Trapezoidal intuitionistic fuzzy numbers - TrIFN*). За одређивање вектора тежине РФ користи се Аналитички хијерархијски процес проширен са *TrIFN* (према енг. *Fuzzy Analytic Hierarchy Process with TrIFN - IF-AHP*). Ранг идентификованих грешака даје се употребом предложене методе Вишекритеријумског компромисног рангирања проширене са *TrIFN* (према енг. *VIKOR with TrIFN - IF-VIKOR*). На крају, урађена је анализа осјетљивости која показује стабилност предложеног приступа.

У другом моделу, процјена и рангирање грешака који доводе до Lean губитака дају се коришћењем фази *MCDM* метода проширених са интервалним интуитивним фази бројевима (према енг. *Interval valued intuitionistic fuzzy numbers - IVIFN*). Релативна важност РФ и њихове вриједности описани су унапријед дефинисаним лингвистичким исказима који су моделирани са *IVIFN*. Модификована фази логика са правилима за *IVIFN* користи се за одређивање нивоа ризика производног процеса.

У другом дијелу дисертације, предложен је хибридни модел одлучивања за оцјену и избор метода/техника квалитета чија примјена доводи до унапрјеђења ефективности и поузданости производних процеса у малим и средњим предузећима (МСП) прерађивачке индустрије. Овај модел комбинује *FMEA* са троугаони интуитивни фази бројевима (према енг. *Triangular intuitionistic fuzzy numbers – TIFN*). Све постојеће неизвјесности, релативна важност РФ, њихове вриједности, примјенљивост метода квалитета, као и трошкови примјене описани су унапријед дефинисаним језичким исказима који су моделирани *TIFN*. Избор метода квалитета наведен је као *KP* проблем, односно проблем растегљивог ранца који се разлаже на потпроблеме са одређеним бројем елемената рјешења. Рјешење овог проблема проналази се коришћењем генетског алгоритма (према енг. *Genetic algorithm - GA*) (Gojković et al., 2021).

Модел је верификован кроз студију случаја са подацима из стварног живота који потичу од значајног броја организација из једног региона, чиме је показан потенцијал и примјенљивост развијених модела. Показано је да су предложени модели изузетно погодан као алати за доношење одлука за побољшање ефективности и поузданости производног процеса у МСП прерађивачке индустрије.

Кључне ријечи: *Lean* губици, грешке, интуитивни фази скупови, *FMEA*, фази *MCDM*, *IF-AHP*, *IF – VIKOR*, *IF – TOPSIS*, избор метода/техника квалитета, *GA*

Abstract

The problem of evaluation and ranking failures that can lead to Lean waste has a critical effect on the safety and reliability of the manufacturing process, and other business processes of enterprises. In this doctoral dissertation, two new fuzzy multicriteria optimization models based on Failure Mode and Effect Analysis - FMEA have been developed to rank failures at the level of each Lean waste.

At the beginning, failures were identified using the Ishikawa diagram. The evaluation of the identified failures is performed in relation to the three risk factors (RF) defined in the FMEA method. The disadvantages of the FMEA method, which have been suggested by other authors, have been overcome by combining this method with the fuzzy logic rules and the Multi Criteria Decision Making (MCDM).

In the first model, the relative importance of RF and their values are described by predefined linguistic statements modeled with trapezoidal intuitionistic fuzzy numbers (TriFN). The Fuzzy Analytic Hierarchy Process with TriFN (IF-AHP) was used to determine the RF weight vector. The rank of identified failures is given using the proposed VIKOR with TriFN (IF-VIKOR). Finally, a sensitivity analysis was performed showing the stability of the proposed approach.

In the second model, estimation and ranking of failures leading to Lean waste are given using the fuzzy MCDM with interval valued intuitionistic fuzzy numbers (IVIFN). The relative importance of RF and their values are described by predefined linguistic statements modeled with IVIFN. A modified fuzzy logic rules with IVIFN rules is used to determine the level of risk of the production process.

In the second part of the dissertation, a hybrid decision-making model for evaluation and selection of quality methods/techniques is proposed, the application of which leads to the improvement of efficiency and reliability of production processes in small and medium enterprises (SMEs) of the manufacturing industry. This model combines FMEA with the triangular intuitionistic fuzzy numbers (TIFN). All existing uncertainties, the relative importance of RF, their values, the applicability of quality methods/techniques, as well as the costs of application are described by pre-defined linguistic statements modeled by TIFN.

The choice of quality methods/techniques is stated as a KP problem. It is a Rubber Knapsack problem that decomposes into subproblems with a certain number of solution elements. The solution to this problem is found using a genetic algorithm (GA) (Gojković *et al.*, 2021).

The model was verified through a case study with real life data originating from a significant number of organizations from one region, showing the potential and applicability of the developed models. He showed that the proposed models are extremely suitable as decision-making tools for improving the efficiency and reliability of the production process in the SME manufacturing industry.

Key words: *Lean waste, failures, intuitionistic fuzzy sets, FMEA, fuzzy MCDM, IF-AHP, IF – VIKOR, IF – TOPSIS, selection of quality methods, GA*

САДРЖАЈ

1	УВОД.....	1
1.1	ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	2
1.2	ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ИСТРАЖИВАЊА	2
1.3	ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ.....	3
1.4	МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА	3
1.5	ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ	4
1.6	ОКВИРНИ САДРЖАЈ РАДА.....	4
2	ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ.....	6
2.1	LEAN ПРОИЗВОДЊА	7
2.1.1	LEAN ГУБИЦИ	8
2.1.2	ЕЛИМИНАЦИЈА ГУБИТАКА У ПРОЦЕСУ ПРОИЗВОДЊЕ.....	12
2.2	ОСНОВНА РАЗМАТРАЊА О ТЕОРИЈИ ИНТУИТИВНИХ ФАЗИ СКУПОВА	13
2.2.1	ОСНОВНЕ ДЕФИНИЦИЈЕ О ИНТУИТИВНИМ ФАЗИ СКУПОВИМА	13
2.2.2	ОСНОВНЕ ДЕФИНИЦИЈЕ О ИНТУИТИВНИМ ТРАПЕЗОИДНИМ ФАЗИ БРОЈЕВИМА.....	15
2.2.3	ОСНОВНЕ ДЕФИНИЦИЈЕ О ИНТУИТИВНИМ ИНТЕРВАЛНИМ ФАЗИ БРОЈЕВИМА.....	16
2.3	МЕТОДЕ ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ АНАЛИЗЕ ПРОШИРЕНЕ СА ИНТУИТИВНИМ ФАЗИ СКУПОВИМА	18
2.3.1	IF-АНР	21
2.3.2	IF-VIKOR	23
2.3.3	IF-TOPSIS.....	25
2.4	КОНВЕНЦИОНАЛНА FMEA.....	27
2.4.1	НЕДОСТАЦИ FMEA	29
2.4.2	ПОБОЉШАЊА FMEA	30
2.5	АЛАТИ, МЕТОДЕ И ТЕХНИКЕ КВАЛИТЕТА	32
2.6	ОПТИМИЗАЦИОНЕ МЕТОДЕ – ОСНОВНА РАЗМАТРАЊА	38
2.6.1	МЕТОДА ГРАНАЊА И ОГРАНИЧАВАЊА	41
2.6.2	ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТМИ.....	42
3	МОДЕЛИРАЊЕ ЕГЗИСТИРАЈУЋИХ НЕИЗВЈЕСНОСТИ.....	44
3.1.1	МОДЕЛИРАЊЕ НЕИЗВЈЕСНОСТИ КОРИШЋЕЊЕМ TrIFN.....	44
3.1.2	МОДЕЛИРАЊЕ НЕИЗВЈЕСНОСТИ КОРИШЋЕЊЕМ IVIFN	45
3.1.3	МОДЕЛИРАЊЕ НЕИЗВЈЕСНОСТИ ПРИ ИЗБОРУ МЕТОДА/ТЕХНИКА КВАЛИТЕТА КОРИШЋЕЊЕМ TrFN.....	47
4	ПРЕДЛОЖЕНИ МОДЕЛИ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У ПЕРАЋИВАЧКОЈ ИНДУСТРИЈИ	48
4.1	РАНГИРАЊЕ ГРЕШАКА ПРИМЈЕНОМ IF – VIKOR	51

4.2	РАНГИРАЊЕ ГРЕШАКА ПРИМЈЕНОМ IF - TOPSIS	53
4.3	ИЗБОР МЕТОДА/ТЕХНИКА КВАЛИТЕТА ЗАСНОВАН НА ХЕУРИСТИЧКИМ И МЕТАХЕУРИСТИЧКИМ МЕТОДАМА	55
5	СТУДИЈА СЛУЧАЈА.....	57
5.1	ИДЕНТИФИКАЦИЈА ГРЕШАКА У ПРОЦЕСУ ПРОИЗВОДЊЕ.....	58
5.2	ПРИМЈЕНА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА IF-VIKOR	61
5.3	ПРИМЈЕНА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА IF-TOPSIS	70
5.4	ИЗБОР МЕТОДА/ТЕХНИКА КВАЛИТЕТА ЗА АНАЛИЗУ ГРЕШАКА	79
6	ЗАКЉУЧАК.....	87
	ЛИТЕРАТУРА.....	91
	ПРИЛОГ 1	104
	ПРИЛОГ 2	105
	ПРИЛОГ 3	108
	ПРИЛОГ 4.....	156
	ПРИЛОГ 5.....	204

СПИСАК СЛИКА

Ознака	Назив слике
Слика 1.	Осам Lean губитака
Слика 2.	Подјела <i>MCDM</i> метода
Слика 3.	Класе сложености проблема одлучивања
Слика 4.	Класификација оптимизационих метода
Слика 5.	Класификација метахеуристике
Слика 6.	Стабло претраживања за <i>VB</i>
Слика 7.	Ишикава дијаграм
Слика 8.	Вриједност фитнес функције по итерацијама

СПИСАК ТАБЕЛА

Ознака	Назив табеле
Табела 1.	Поређење <i>MODM</i> и <i>MADM</i> приступа
Табела 2.	Анализа радова који користе <i>IFANP</i> за израчунавање тежине критеријума
Табела 3.	Компаративна анализа <i>IF-VIKOR</i>
Табела 4.	Компаративна анализа <i>IF-TOPSIS</i>
Табела 5.	Комбинација <i>FMEA</i> , <i>MCDM</i> и теорије фази скупова
Табела 6.	Опис метода/техника квалитета
Табела 7.	Релативна важност РФ
Табела 8.	Вриједности РФ
Табела 9.	Релативна важност РФ
Табела 10.	Вриједности РФ
Табела 11.	Ниво ризика
Табела 12.	Релативна важност РФ
Табела 13.	Вриједности РФ и степен увјерења да су методе/технике квалитета примјенљиве
Табела 14.	Трошкови имплементације метода/техника квалитета
Табела 15.	Фази оцјене релативне важности РФ
Табела 16.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Непотребног транспорта
Табела 17.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Непотребног нивоа залиха
Табела 18.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Непотребног кретања
Табела 19.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Непотребних застоја (чекања)
Табела 20.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Неодговарајуће обраде
Табела 21.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Прекомјерне производње
Табела 22.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)
Табела 23.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Неискоришћених људских потенцијала
Табела 24.	Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта
Табела 25.	Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

Табела 26.	Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања
Табела 27.	Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)
Табела 28.	Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде
Табела 29.	Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње
Табела 30.	Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)
Табела 31.	Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала
Табела 32.	Фреквенција дистрибуције грешака које се налазе на првом мјесту у рангу на нивоу сваког Lean губитка
Табела 33.	Фази оцјене релативне важности критеријума
Табела 34.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Непотребног транспорта
Табела 35.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Непотребног нивоа залиха
Табела 36.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Непотребног кретања
Табела 37.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Непотребних застоја (чекања)
Табела 38.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Неодговарајуће обраде
Табела 39.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Прекомјерне производње
Табела 40.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)
Табела 41.	Отежана фази матрица одлучивања, <i>IF-FPIS</i> и <i>IF-FNIS</i> на нивоу Неискоришћених људских потенцијала
Табела 42.	Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта
Табела 43.	Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха
Табела 44.	Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања
Табела 45.	Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)
Табела 46.	Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде
Табела 47.	Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње
Табела 48.	Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)
Табела 49.	Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала
Табела 50.	Укупне вриједности грешака које су на првом мјесту у рангу на нивоу свих губитака
Табела 51.	Фреквенција дистрибуције грешака које се налазе на првом мјесту у рангу на нивоу сваког Lean губитка
Табела 52.	Процијењене вриједности РФ за $e=1$
Табела 53.	Улазни подаци

СПИСАК СКРЋЕНИЦА

Скраћеница	Значење
<i>AHP</i>	Аналитички хијерархијски процес (према енг. <i>Analytic Hierarchy Process</i>)
<i>AIAG</i>	Агенција за аутомобилску индустрију (према енг. <i>Automotive Industry Action Group</i>)
<i>ANP</i>	Аналитички Мрежни Процес (према енг. <i>Analytic Network Process</i>)
<i>ASQ</i>	Америчког друштва за квалитет (према енг. <i>American Society for Quality</i>)
<i>BB</i>	Метода гранања и ограничавања (према енг. <i>Branch and bound</i>)
<i>BSC</i>	Листа усаглашених циљева (према енг. <i>Balanced scorecard</i>)
<i>BWM</i>	<i>Best worst</i> метода (према енг. <i>Best Worst Method</i>)
<i>CTQ</i>	Критичка анализа квалитета (према енг. <i>Critical to quality analysis</i>)
<i>D</i>	Могућност откривања грешке (према енг. <i>Detection</i>).
<i>DEA</i>	Анализа обавијања података (према енг. <i>Data Envelopment Analysis</i>)
<i>DEMATEL</i>	Лабораторија за доношење и процјену одлука (према енг. <i>Decision making trial and evaluation laboratory</i>)
<i>DFMEA</i>	Анализа грешака и последица које се јављају у фази дизајна производа (према енг. <i>Design Failure Mode and Effect Analysis</i>)
<i>DoE</i>	Дизајнирање експеримента (према енг. <i>Design of experiments</i>)
<i>EA</i>	Еволутивни алгоритми (према енг. <i>Evaluationary algorithm</i>)
<i>ELECTRE</i>	Метод елиминације и избора у прихватању реалности (према фр. <i>ELimination Et Choix Traduisant la Realite'</i>)
<i>ESGP</i>	Метод ефикасног рјешавања према циљном програмирању (према енг. <i>Efficient Solution via Goal Programming</i>)
<i>FMEA</i>	Анализа могућих грешака и ефеката грешака (према енг. <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)
<i>FOWA</i>	Агенција за аутомобилску индустрију основана од стране три аутомобилске компаније: <i>Ford Motors</i> , <i>Chrisler</i> и <i>General Motors</i> (према енг. <i>Automotive Industry Action Group</i>)
<i>FTA</i>	Анализа стабла отказа / FTA анализа (према енг. <i>Fault tree analysis</i>)
<i>GA</i>	Генетски алгоритми (према енг. <i>Genetic algorithm</i>)
<i>GP</i>	Циљно програмирање (према енг. <i>Goal Programming</i>)
<i>IF-AHP</i>	Аналитички хијерархијски процес проширен са <i>TrIFN</i> (према енг. <i>Fuzzy Analytic Hierarchy Process with TrIFN</i>)
<i>IFN</i>	Интуитивни фази бројеви (према енг. <i>Intuitionistic fuzzy numbers</i>)
<i>IF-NIS</i>	Интуитивно фази негативно идеално рјешење (према енг. <i>Intuitionistic Fuzzy Negative Ideal Solution</i>)
<i>IFOWAWAD</i>	Дистанца између два отежана и осредњена интуитивна фази броја (према енг. <i>Intuitionistic fuzzy ordered weighted averaging weighted average distance</i>)
<i>IF-PIS</i>	Интуитивно фази позитивно идеално рјешење (према енг. <i>Intuitionistic Fuzzy Positive Ideal Solution</i>)
<i>IFS</i>	Интуитивни фази скупови (према енг. <i>Intuitionistic fuzzy sets</i>)
<i>IF-TOPSIS</i>	Техника за одређивање ранга перформанси помоћу сличности са идеалним рјешењем проширена са <i>IVIFN</i> (према енг. <i>Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution with IVIFN</i>)
<i>IF-VIKOR</i>	Вишекритеријумско компромисно рангирање проширено са <i>TrIFN</i> (према енг. <i>VIKOR with TrIFN</i>)
<i>IFWA</i>	Интуитивни фази оператора средње вриједности (према енг. <i>Intuitionistic fuzzy weighted averaging</i>)
<i>IMOLP</i>	Интерактивно вишециљно линеарно програмирање (према енг. <i>Interactive Multiple Objective Linear Programming</i>)

<i>ISGP</i>	Интерактивно секвенцијално циљно програмирање (према енг. <i>Interactive Sequential Goal Programming</i>)
<i>IVIFHG</i>	Интервална вриједност интуитивног фази хибридног геометријског оператора (према енг. <i>Interval-valued intuitionistic fuzzy hybrid geometric operator</i>)
<i>IVIFN</i>	Интервални интуитивни фази бројеви (према енг. <i>Interval valued intuitionistic fuzzy numbers</i>)
<i>IVIFN-AHP</i>	Аналитички хијерархијски процес проширен са <i>IVIFN</i> (према енг. <i>Fuzzy Analytic Hierarchy Process with IVIFN</i>)
<i>IVIFS</i>	Интервални интуитивни фази скупови (према енг. <i>Interval valued intuitionistic fuzzy sets</i>)
<i>IVIFWA</i>	Интервалне вриједности интуитивног фази оператора средње вриједности (према енг. <i>Interval valued intuitionistic fuzzy averaging operator</i>)
<i>IVIFWG</i>	Интервалне вриједности интуитивног фази геометријског оператора (према енг. <i>Intuitionistic fuzzy weighted geometric operator</i>)
<i>KP</i>	Проблема ранца (према енг. <i>Knapsack problem</i>)
<i>LERC</i>	Lean истраживачки центар за предузећа (према енг. <i>Lean Enterprise Research Centre</i>)
<i>MABAC</i>	Метода вишекритеријумске компарације граничних апроксимативних области (према енг. <i>Multi Attributive Border Approximation area Comparison</i>)
<i>MADM</i>	Вишекритеријумска анализа или вишеатрибутивно одлучивање (према енг. <i>Multi Attribute Decision Making</i>)
<i>MCA</i>	Вишекритеријумска анализа (према енг. <i>Multi Criteria Analysis</i>)
<i>MCDM</i>	Вишекритеријумско одлучивање (према енг. <i>Multi Criteria Decision Making</i>)
<i>MODM</i>	Вишециљно одлучивање (према енг. <i>Multi Objective Decision Making</i>)
<i>MULTIMOORA</i>	Мултипликативна и вишециљна анализа односа (према енг. <i>Multi-objective optimization by ratio analysis</i>)
<i>NP</i>	Неполиномијално вријеме рјешавања (према енг. <i>Non polinomial in time</i>)
<i>NP</i>	Проблем рјешив алгоритмом у полиномијалном времену недетерминистичком Туринговом машином (према енг. <i>Non-deterministic Polinomial-time algorithm</i>)
<i>O</i>	Учесталост појављивања грешке (према енг. <i>Occurrence</i>)
<i>P</i>	Полиномијално вријеме рјешавања (према енг. <i>Polynomial time</i>)
<i>P</i>	Проблем рјешив алгоритмом у полиномијалном времену детерминистичком Туринговом машином (према енг. <i>Polinomial-time algorithm</i>)
<i>PFMEA</i>	Анализа грешака и последица које се јављају у фази процеса производње (према енг. <i>Potential Failure Mode and Effect Analysis</i>)
<i>PROMETHEE</i>	Метод одређивања ранга алтернатива (према енг. <i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation</i>)
<i>R&R</i>	Студија поновљивост и репродуктивност (према енг. <i>Repeatability and reproducibility study</i>)
<i>RPN</i>	Број приоритета ризика (према енг. <i>Risk Priority Number</i>)
<i>S</i>	Озбиљност последице (према енг. <i>Severity</i>)
<i>SAW</i>	Метода једноставних адитивних тежина (према енг. <i>Simple Additive Weighting</i>)
<i>STEM</i>	Метода корака (према енг. <i>Step Method</i>)
<i>TIFN</i>	Троугаони интуитивни фази бројеви (према енг. <i>Triangular intuitionistic fuzzy numbers</i>)
<i>TOPSIS</i>	Техника за одређивање ранга перформанси помоћу сличности са идеалним рјешењем (према енг. <i>Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution</i>)

<i>TQM</i>	Тотално управљање квалитетом (према енг. <i>Total Quality Management</i>)
<i>TriFN</i>	Трапезоидни интуитивни фази бројеви (према енг. <i>Trapezoidal intuitionistic fuzzy numbers</i>)
<i>VIKOR</i>	Вишекритеријумско компромисно рангирање
<i>VOC</i>	Табела гласа купца (према енг. <i>Voice of the customer table</i>)
<i>WA</i>	Оператор средњег отежавања (према енг. <i>Weighted Averaging operator</i>)
<i>WM</i>	Метод отежавања (према енг. <i>Weighting Method</i>)
БДП	Бруто домаћи производ
ДО	Доносиоци одлука (према енг. <i>Decision makers</i>)
МСП	Мала и средња предузећа
РФ	Фактори ризика (према енг. <i>Risk factors</i>)

1 УВОД

Услед повећања конкурентности пословања, а у циљу опстанка на тржишту неопходно је да се развије нови приступ за развој стратегије унапрјеђења ефективности процеса производње са аспекта квалитета у било ком индустријском предузећу. У процесу производње могу да се појаве многобројне врсте губитка попут прекомјерне производње, неодговарајућег транспорта, неусаглашених производи, непотребних радних активности, залиха, неодговарајуће количине, квалитета информација, застоја и други. Сваки губитак значајно утиче на вријеме израде, цијену као и на квалитет производа, што предузеће чини мање конкурентним на данашњем тржишту. Да би се ова врста губитака елиминисала неопходно је да се изврши анализа процеса рада, да се идентификују све грешке који доводе до настајања губитака и да се сходно томе планирају и имплементирају мјере унапрјеђења којима се ови губици смањују или елиминишу. Унапрјеђење процеса производње, између осталог, може да се постигне спречавањем настанка једног или више горе наведених губитака. Превентивно дјеловање у циљу спречавања настанка губитака у процесу производње представља један од најефикаснијих начина за повећање ефективности и поузданости како процеса производње тако и цијелог предузећа.

Предмет овог рада је: (1) развој модела који интегрише *FMEA* методу, теорију фази скупова и вишекритеријумску анализу за одређивање ранга идентификованих грешака које доводе до настајања губитака који су дефинисани у *Lean* производњи; (2) избор метода/техника квалитета за анализу идентификованих грешака примјеном метода метахеуристике; (3) предлагање корективних мјера за елиминисање или смањење утицаја идентификованих грешака и имплицитно унапрјеђење ефективности процеса производње у прерађивачком сектору.

Овај приступ се реализује кроз шест корака који су надаље приказани.

У првом кораку се врши идентификовање грешака на нивоу процеса производње које могу довести до губитака који су дефинисани у *Lean* концепту производње. Узроци који могу да доведу до настајања грешака одређени су на основу процјене доносиоца одлука (ДО), података из релевантне литературе, резултата бенчмаркинга и друго. Примјеном скупа алата, метода и техника квалитета анализирају се грешке на нивоу сваког губитка.

Оцјена идентификованих грешака врши се респектовањем три критеријума која су дефинисана у *FMEA* методи: озбиљност посљедице која настаје услед реализације грешке, учесталости јављања грешака и могућности откривања (детекције) грешака. *Liu et al. (2013)*, сугеришу да је неопходно да се изврши побољшање конвенционалне *FMEA* методе у циљу повећања тачности добијених резултата. Узимајући у обзир ову препоруку, у овом докторском раду уведена је претпоставка да разматрани критеријуми немају једнаку релативну важност. Одређивање релативне важности разматраних критеријума постављено је као задатак групног одлучивања. На нивоу сваког предузећа ДО процјењују релативну важност разматраних критеријума. Укупне вриједности тежина критеријума могу да се одреде примјеном одговарајућих оператора агрегације. Избор оператора може да се разматра као задатак сам за себе.

У трећем кораку вриједност сваког од ова три критеријума на нивоу сваке грешке биће добијена на основу процјене ДО и на нивоу сваког предузећа. ДО своје процјене заснивају на знању, искуству, резултатима добре праксе и мјерења. Процјене

ДО се исказују лингвистичким исказима који су моделирани примјеном теорије фази скупова.

У четвртом кораку проблем рангирања грешака на нивоу предузећа постављен је као проблем фази вишекритеријумске оптимизације.

У петом кораку селекују се методе/технике квалитета чијом примјеном се анализирају грешке и предлажу се корективне мјере за смањење утицаја или елиминацију грешака. Примјена корективних мјера има за циљ смањење утицаја или елиминисање грешака који утичу на ефективност процеса производње.

У шестом кораку проблем избора унапријед одређених метода, на нивоу сваке идентификоване грешке, биће постављен као оптимизациони задатак. Рјешавање овако постављеног задатка биће засновано на апроксимативним (хеуристичким) методама које ће се модификовати у овом докторском раду.

1.1 ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ ове докторске дисертације може да се дефинише као развој новог модела за унапрјеђење ефективности процеса производње у предузећима који припадају сектору прерађивачке индустрије.

Под циљеви разматраног циља су:

- Идентификација грешака у процесу производње предузећа прерађивачке индустрије;
- Одређивање тежине критеријума према којима се оцјењују грешке;
- Оцјена озбиљности грешке, фреквенције појаве грешака и могућности њиховог откривања;
- Описивање проблема рангирања грешака формалним језиком у условима неизвјесности;
- Примјеном егзактних метода одређивање методе/технике квалитета за анализу грешака;
- Дефинисање корективних мјера које треба да доведу до елиминисања и смањења идентификованих грешака.

Реализација дефинисаног циља у овој докторској дисертацији оствариће се кроз реализацију његових парцијалних циљева.

1.2 ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ИСТРАЖИВАЊА

На основу резултата добре праксе, у условима високо конкурентног тржишта, познато је да је продајна цијена одређена на основу захтјева који потичу са тржишта. Реализација циљева предузећа (опстанак, раст и развој) може да буде постигнута ако менаџмент у свим пословним процесима, а посебно у процесу производње, континуално смањује трошкове, повећава квалитет и смањује вријеме испоруке производа. Мотивација за ово истраживање поткријепљена је увјерењем да стварање губитака има највећи утицај на ефективност и поузданост производног процеса.

Мотивација произлази и из чињеница да МСП чине преко 90% свих предузећа у Европи, која са преко 70% учествују у бруто домаћим производима; на основу ових

података може се уочити значај унапрјеђења ефикасности процеса производње МСП за економију развијених земаља као и земаља у развоју.

У научној домаћој и свјетској литератури, упркос великом броју радова у којима су приказане процедуре за идентификовање и анализу грешака у процесу производње, забиљежен је веома мали број радова у којима су предложене метода за одређивање приоритета идентификованих грешака.

Готово да не постоје радови у којима је избор метода/техника квалитета за анализу грешака заснован на примјени метода метахеуристике.

На основу наведене чињенице могуће је спознати важност истраживања које би, на основу истраживања чињеничног стања у предузећима, те на основу прорачунатог утицаја грешака, омогућило да се у потпуности и са довољном сигурношћу одреди оптимална стратегију за унапрјеђење ефикасности процеса производње на нивоу сваког предузећа.

1.3 ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ

Основне претпоставке од којих се полази у овој докторској дисертацији су:

X1: Одређивање ранга грешака на нивоу сваког предузећа може да се постави као задатак фази вишекритеријумске оптимизације.

X2: Избор метода/техника квалитета помоћу којих се анализира свака грешка може да се ријеши примјеном метахеуристичких метода.

X3: Коришћењем метода/техника квалитета одређују се сврсисходне мјере које доводе до унапрјеђења процеса производње.

1.4 МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У овој докторској дисертацији, добијање резултата истраживања засновано је на коришћењу следећих метода:

- Прикупљање података који егзистирају у разматраном проблему урађено је примјеном бенчмаркинга, анкете и интервју технике.
- Ишикава дијаграм је коришћен за графичко представљање грешака који доводи до настајања губитака у процесу производње.
- Одређивање тежине критеријума према којима се оцјењују грешке засновано је на различитим методама.
- Моделирање вриједности критеријума на нивоу сваке грешке засновано на теорији фази скупова.
- Рангирање грешака постављено је као проблем фази вишекритеријумске оптимизације.
- Избор одговарајућих метода/техника квалитета за анализу идентификованих грешака може да се изврши примјеном метахеуристичких метода.

1.5 ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ

Основни допринос овог рада представља развој нових модела за унапрјеђење ефективности процеса производње са аспекта квалитета у прерађивачком сектору.

Компоненте основног доприноса су да се:

- развијени модел може користити за предлагање мјера у циљу смањења утицаја или елиминисања грешака у домену прерађивачке индустрије;
- унаприједи моделирање неизвјесних и непрецизних величина које егзистирају у проблемима прерађивачке индустрије;
- значајно повећа тачност одређивања ранга грешака примјеном фази вишекритеријумских модела;
- значајно повећа тачност избора метода/техника квалитета за анализу грешака примјеном метода метахеуристике.

1.6 ОКВИРНИ САДРЖАЈ РАДА

Оквирни садржај докторске дисертације је сљедећи:

1. **Увод** – У овом поглављу, дефинисани су предмет и циљеви дисертације и дате теоријске основе истраживања. Затим су представљене полазне хипотезе и описане методе истраживања. Приказани су очекивани резултати и допринос рада. На крају је дат оквирни садржај дисертације.
2. **Преглед литературе** – Дате су дефиниције основних појмова. Најприје је представљен преглед Lean губитака у процесу производње, затим су дата основна разматрања о теорији интуитивних фази бројева и методама вишекритеријумске анализе проширене са интуитивним фази скуповима. Приказан је преглед *FMEA* методе, са детаљном анализом и могућности унапрјеђења исте. Дефинисани су алати, методе и технике квалитета које се користе за анализу идентификованих грешака. На самом крају су дата основна разматрања везана за оптимизационе методе помоћу којих се врши избор алата, метода и техника квалитета.
3. **Моделирање егзистирајућих неизвјесности** – У овом поглављу је приказан поступак моделирања свих егзистирајућих неизвјесности на основу којих се оцјењују грешке у процесу производње. У моделу *IF- VIKOR* неизвјесности се описују *TrIFN*, док се у другом описују *IVIFN* и у оба случају су дефинисане лингвистичким исказима. Такође је приказан и поступак моделирања неизвјесности при избору метода/техника квалитета.
4. **Предложени модели за унапрјеђење ефективности процеса производње у прерађивачкој индустрији** – Приказана су два нова модела, развијена у оквиру ове докторске дисертације, за рангирање грешака у процесу производње у прерађивачкој индустрији. Ови модели интегришу *FMEA* методу, теорију фази скупова и вишекритеријумску анализу. Први модел је заснован на *IF – VIKOR*, а други на *IF – TOPSIS* методи. Осим тога, развијен је модел за избор метода/техника квалитета у сврху анализе и елиминисања грешака које доводе до Lean губитака. Модел за избор метода/техника квалитета заснован је на метахеуристичким методама.

5. **Студија случаја** - Развијени модели су тестирани на подацима који су добијени из МСП која послују у реалном окружењу. Истраживање је обухватило 24 МСП са подручја Босне и Херцеговине (БиХ) која припадају прерађивачкој индустрији. Приказани су добијени резултати и извршена је анализа истих.
6. **Закључак** - На основу добијених резултата извршена је дискусија постављених хипотеза. Приказан је допринос дисертације и истакнута су ограничења модела. Представљени су правци будућих истраживања.

Након закључка, дат је списак коришћене литературе, при чему су референце наведене абecedним редослиједом. На крају дисертације дати су прилози.

2 ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Убрзаним развојем нових технологија јавља се притисак на менаџмент производних организација да континуално мијењају и унапрјеђују пословне процесе. Показатељи успјешности могу се мјерити ефективношћу и ефикасношћу производног процеса.

У ефективном и ефикасном производном процесу производиће се квалитетни и конкурентни производе што доводи до остварења већег профита. Профит је повезан са нивоом продуктивности, односно способношћу менаџмент компаније да оптимизује излаз у поређењу са употријебљеним улазом. Улази који се користе у производном процесу укључују ресурсе као што су сировине, енергија, капитал и радна снага, док произведени производ представља излаз из производног процеса. Улаз који је већи од излаза проузроковаће губитке за компанију као што су низак ниво продуктивности и високи трошкови производње.

Повећање ефективности и ефикасности производног процеса у МСП може се постићи повећањем квалитета пословног процеса (*Nestić et al., 2015; Nestić et al., 2019*). Оптимални ниво побољшања кључних индикатора квалитета добија се примјеном генетског алгорита (*Nestić et al., 2015*). *Nestić et al. (2019)* предлажу модел за побољшање управљања квалитетом кроз процјену и рангирање производних потпроцеса с обзиром на кључне индикаторе перформанси. Ранг потпроцеса у овом раду добијен је примјеном проширене *ELECTRE III* (према фр. *ELimination Et Choix Traduisant la Realite' – ELECTRE*). У овом докторском раду се претпоставља да се повећање поузданости производног процеса може постићи смањењем *Lean* губитака.

Елиминисање губитака који се јављају у производним предузећима може се повећати ефикасност, ефективност и поузданост, као и смањити трошкови производње. Концепт *Lean* производња дефинише осам губитака који најчешће настају у производним предузећу. Да би се ови губици елиминисали неопходно је да се изврши детаљна анализа процеса рада, да се идентификују сви узроци као и грешке који доводе до настајања губитака и да се сходно томе планирају и имплементирају стратегије унапрјеђења процеса и/или производа којима се ови губици елиминишу. Многи аутори су разматрали унапрјеђење ефективности процеса производње кроз смањење и елиминисање губитака, односно свега оног што не додаје вриједност производу или услузи (*Pipunić & Grubišić, 2014; Nasution et al., 2018*).

Елиминација губитака представља велики потенцијал у погледу унапрјеђења процеса производње. Кључно је идентификовати губитке, као и њихове вриједности, развити сопствену базу управљања знањем и схватити да одрживо унапрјеђење захтијева културу сталног усавршавања (*Melton, 2005*).

У овом докторском раду је предложен нови модел за унапрјеђење ефективности процеса производње у предузећима који припадају сектору прерађивачке индустрије. Овај модел се заснива управо на елиминацији и смањењу губитака на егзактан начин.

Модел који су предложени у овом докторском раду интегрису *FMEA* методу, теорију фази скупова, вишекритеријумску анализу и методе метехеуристике. Одређивање ранга идентификованих грешака које доводе до настајања *Lean* губитака је засновано на *FMEA* и *MCDM* методама које су проширене са интуитивним фази скуповима (према енгл. *Intuitionistic fuzzy sets - IFS*). Избор метода/техника квалитета за анализу идентификованих грешака је заснован на примјени метода метехеуристике. Стога, преглед литературе је усмјерен на шест истраживачких области. Прва област

прегледа литературе обухвата Lean производњу са нагласком на подручја која су од интереса за предмет истраживања ове дисертације (основе Lean производње и идентификација губитака у процесу производње). Друга област се односи на основна разматрања о теорији интуитивних фази бројева, а трећа на методе вишекритеријумске анализе проширене са интуитивним фази скуповима. У четвртој области дат је преглед о *FMEA* методи која је коришћена и при развоју модела. Пета област се односи на преглед алата, метода и техника квалитета који се користе за анализу идентификованих грешака и шеста на основна разматрања везана за оптимизационе методе помоћу којих се врши избор метода/ техника квалитета.

2.1 LEAN ПРОИЗВОДЊА

Појам Lean производње први је пут описан у „*The machine that changed the world*“ (Womack et al., 1990). Аутори су описали разлике између јапанске и западне аутомобилске индустрије. Израз Lean је по први пут употријебљен за Тојотин начин производње. Lean је производна филозофија која уз континуално усавршавање процеса кроз примјену различитих алата и метода скраћује вријеме од наруџбе до испоруке производа. Lean размишљање се дефинише као иницијативе које се фокусирају на побољшање ефикасности и продуктивности производње концентришући се на уклањање губитака и стварање вриједности из перспективе купаца (Holweg, 2007).

Из перспективе купца, вриједност се дефинише као могућност испоруке одговарајућих производа или услуге уз најмање вријеме по одговарајућој цијени (Shou et al., 2019). Ток вриједности представља скуп свих специфичних радњи потребних за пласман одређеног производа (Stone, 2012). Ток вриједности узима у обзир и информације и физичке токове унутар укупног ланца вриједности.

Да би се остварила вриједност у производном процесу, активности у току вриједности, класификоване су у три групе (Womack & Jones, 1996; McManus, 2005):

- **активности које додају вриједност** - све активности које доприносе облику, уклапању или функцији производа потребног крајњем купцу у производном току.
- **активности које су неопходне али не додају вриједност** – све активности која не стварају вриједност, али су неопходна за усмјеравање производног процеса да би се повећала вриједност коначног производа.
- **активности које не додају вриједност** / губици - све активности које купац не жели да плати.

Истраживачи Lean истраживачки центар за предузећа (*Lean Enterprise Research Centre – LERC*) истакли су да за већину производних операција важи: 5% активности додаје вриједност; 35% активности не додаје вриједност али су неопходне; 60% активности уопште не додаје вриједност и представљају губитке (*LERC, 2004*).

Nasution et al., (2018) спровели су истраживање у индустрији производних компанија које производе електронску робу на Сјеверној Суматри. Они су користили мапирање токова вриједности за визуелизацију стварног стања производног процеса и утврђивање класификације активности које додају вриједност и активности које не додају вриједност. Њихови резултати показују да је 89% активности које не додају вриједност, а 11% активности које додају вриједност.

У овој докторској дисертацији разматраће се активности које не додају вриједност односно губици (према енг. *waste*). Постоје бројни преводи ове врсте

губитака као на примјер расипништво, бескорисност, узалудно трошење, отпад и сл. Надаље ће бити коришћен термин губитак.

2.1.1 LEAN ГУБИЦИ

У процесу производње могу да се појаве многобројне врсте губитка. Према традиционалној Lean производњи постоји седам врста губитака, које је идентификовао *Ohno (1988)*: неодговарајућа обрада, непотребан ниво залиха, непотребан транспорт, непотребне грешке (дефекти/поправке), прекомјерна производња, непотребна кретања и непотребни застоји (чекање). Касније је *Liker (2004)* увео и осми губитак који се односи на радну снагу, односно недовољно искоришћење креативности радне снаге - Неискоришћени људски потенцијали. Наведени губици спадају у активности које троше ресурсе и које купац није спреман платити. Сваки губитак значајно утиче на вријеме израде, цијену као и на квалитет производа, што смањује конкурентност предузеће на тржишту.



Слика 1. Осам Lean губитака

Осам Lean губитака приказаних на слици 1. су надаље објашњени.

1. Неодговарајућа обрада представља непотребне операције или радње које не повећавају квалитет или које повећавају квалитет који није захтијеван од стране купца и који као такав купац није спреман да плати. Овај губитак се веома тешко идентификује у предузећу. Веома често запослени нису у стању да идентификују ову врсту губитака јер због свакодневних обавеза не могу да размишљају да ли је неопходно да се промијени начин реализације активности.

Може се рећи да ова врста губитака настаје у предузећима или на производним линијама у којима се користи производна опрема већег технолошког нивоа него што је

потребно. Такође, један од узрока који може да доведе до настанка ове врсте губитка је и конструкција производа која захтјева превише корака обраде, чиме се повећавају припремно-завршна и међуоперацијска времена.

Треба напоменути да ова врста губитака настаје најчешће као резултат жеље менаџмента да задовољи све захтјеве купаца. Један од начина рјешавања овог проблема јесте боље одржавање мање аутоматизоване производне опреме на којој може да се произведу производи задовољавајућег квалитета. Идентификовање активности које не додају вриједност у процесу израде доприносе елиминисању наведеног губитка.

2. Непотребан ниво залиха ствара значајне трошкове складиштења и, према томе, смањују конкурентност предузећа или ток вриједности у којој постоје. Залихе се у савременим концептима менаџмента сматрају непотребним трошком. У предузећу се разликују залихе репроматеријала, залихе полупроизвода и залихе готових производа. Постојање залиха треба да омогући континуитет производних процеса и континуално снабдијевање крајњих корисника.

Залихе представљају све оно што није директно потребно за испуњавање тренутних наруџби купаца. Оне узрокују дужа времена испоруке, застарјевање, оштећење робе, трошкове транспорта и складиштења и кашњење. Такође, залихе крију проблеме као што су производни дисбаланси, кашњење испоруке од стране добављача, откази, застоји опреме и дуга времена подешавања. За залихе је потребно додатно руковање и простор. Са друге стране постојање залиха захтјева ангажовање финансијских ресурса, постојање и управљање складиштима и складишним транспортом што даље утиче на повећање укупних трошкова производње. На крају то доводи до повећања јединичних трошкова производње и до повећања цијене продаје. Постоје многи развијени концепти за управљање залихама. Међутим у новим менаџмент концептима термин управљање залихама готово да не постоји јер се сматра да су оне непотребан трошак.

Залихе репроматеријала могу да се елиминишу ако се ствара партнерски однос са добављачима који подразумијева да добављачи и менаџмент предузећа имају исте циљеве и да располажу заједничким ресурсима. Континуитет у снабдијевању купаца се постиже ако се производња организује у малим серијама, ако је обезбијеђен континуитет производних процеса, ако се поштује вријеме такта, и ако се примјењују нови концепти за управљање односима са купцима. Непотребан ниво залиха представља све оно што је изван предвиђене количине потребне за прецизно дефинисан и уређен *pull* систем производње.

3. Непотребан транспорт подразумијева непотребно кретање материјала, полупроизвода и производа кроз систем. Постојање процеса транспорта ствара многе трошкове који утичу на повећање укупних трошкова производње. Да би се један производ транспортовао са једног на следеће радно мјесто потребно је потрошити вријеме које је означено као вријеме транспорта. Постојање времена транспорта доводи до повећања времена задржавања производа у процесима рада, а то даље утиче на повећање трошкова производње. Смањивање времена транспорта може да се оствари ако се пажљиво планирају транспортни путеви. Они треба да буду планирани тако да се не пресецају и да буду најкраћи.

Да би се реализовао процес транспорта потребно је ангажовати транспортна средства и врло често и људе који управљају транспортним средствима што доводи до повећање трошкова производње. Током транспорта може да дође до оштећења производа услед неправилног руковања производом или транспортним уређајем.

Непотребни транспорт често доводи и до вишеструког руковања и прекомјерних покрета.

Транспорт између радних мјеста се може смањити ако се изврше побољшања у погледу распореда производне опреме на којој се обављају различити процеси рада, затим, побољшања у процесу координације, као и примјена различитих метода транспорта, складиштења и организације.

4. Непотребне грешке (дефекти/поправке) подразумијевају све недостатке на производима или услугама. Дефекти представљају готову робу или услуге који нису у складу са спецификацијама или очекивањима купца, што узрокује незадовољство купаца.

Поправка неисправних дијелова или производња неисправних дијелова или замјена дијелова због лошег квалитета представљају велике трошкове за предузеће. Неки од тих трошкова су вријеме потребно за дораду, отпадни материјал, напор који организација мора уложити да би одговорила на рекламације и сл.

Ако радницу у току процеса рада праве грешке то доводи до настајања производа са грешком или у најбољем случају до производа који нема задовољавајући квалитет. Производи са грешком стварају губитке који су означени као губици који настају услед непотребних грешака. Ове грешке могу да настану у сваком дијелу процеса рада. Због грешака које настају у процесу производње долази до прекида тока производње, трошења времена, као и средстава потребних за анализу насталих грешака и за отклањање узорака који доводе до истих. Поправка производа са грешком подразумијева да се ангажују људски, енергетски ресурси, да буду додатно ангажоване машине и алати, финансијска средства, итд. Све наведено доводи до повећања трошкова испоруке, а на самом крају може довести и до губитка тржишног удјела.

5. Прекомјерна производња подразумијева производњу производа више и прије него што постоји стварна потреба. Ово је један од најозбиљнијих губитака у предузећу.

Менаџмент многих предузећа је приморан да смањује јединичну цијену продаје у циљу да прода све произведене производе. Овај начин не доводи увијек до жељеног циља. Производња без извјесности продаје доводи до многих губитака у предузећу. Један од губитака је ангажовање финансијских ресурса да би производња у том обиму могла да буде остварена. Временски период повраћаја инвестиција није познат, може да буде веома дуг или чак да финансијски ресурси не могу да се поврате.

Други губитак који настаје услед прекомјерне производње је ангажовање складишног простора и транспортних средстава. Осим ова два главна губитка, сувишна производња је узрок и многим другим губицима који настају у процесима рада. Услед постојања прекомјерне производње настају многи трошкови као што су већа потрошња сировина и енергије, прековремени рад запослених и веће оптерећење производне опреме, управљање складишним просторима, коришћење и управљање уређајима за унутрашњи транспорт и слично.

6. Непотребна кретања представљају сваки непотребан покрет који радници морају да изврше током свог рада.

Ова врста губитака настаје услед лоших ергономских рјешења радног мјеста. У тим случајевима радник може да прави покрете који изазивају непотребно напрезање што даље доводи до споријег рада радника од планираног. Осим тога, може да буде пројектовано више покрета које је потребно предузети да би се завршио радни задатак.

Непотребно кретање се односи на додатне кораке које запослени предузимају како би се прилагодили неефикасном распореду опреме, недостацима у процесу производње, неконзистентним методама рада, лошој организацији радних мјеста и сл. Ту се подразумеива и тражење, сагињање, слагање производа и алата, ходање током рада. Овом губитку доприноси и неорганизовано и пренатрпано радно мјесто, као и потрага за документацијом.

И ако су то губици од пар секунди, треба нагласити да утичу на такт времена који је мањи од једног минута. Тако да ова врста губитака мора озбиљно да се разматра и да се врши ергономско побољшање радног мјеста.

7. Непотребни застоји (чекање) представљају губљење продуктивног времена. Непотребни застоји настају у сљедећим ситуацијама: када радник чека да материјал буде испоручен, када се предмет рада налази у реду чекања јер машина није слободна, када се предмет рада налази у реду чекања услед сувишне производње, када се предмет рада мора поново обрађивати услед постигнутог лошег квалитета обраде, због неупоредивих перформанси радника/машине, отказа на машинама, чекања на информације итд.

Према резултатима који су добијени у предузећима која послују у реалном окружењу може да се закључи да се око 95% времена кретања производа кроз процесе рада потроши на вријеме чекања.

Постојање непотребних застоја доводи до дугог времена испоруке финалног производа крајњим купцима. На овај начин захтјеви купаца не могу да буду у потпуности задовољени. Незадовољство купаца врло често доводи до немогућности да се циљеви менаџмента реализују. Постојање непотребних застоја доводи до пада добити, немогућности раста и развоја предузећа.

Вријеме чекања у идеалном случају треба да буде једнако нули. Да би се смањило вријеме испоруке, менаџмент треба да усмјери напоре да смањи вријеме чекања. Такође, идеално стање не би требало да буде вријеме чекања са последичним бржим протоком робе. Вријеме чекања радника може се користити за обуку, одржавање или Каизен активности и не би требало да резултира прекомјерном производњом.

8. Неискоришћени људски потенцијали се односи на недовољну искоришћеност људи, посебно њихових идеје и њиховог креативног доприноса у циљу побољшања производних процеса. Овај губитак укључује игнорисање идеја или не ангажовање радника за стварање нових идеја. Настаје када се не користе све могућности радника и када им се дају ограничене одговорности и улоге. Креативност може доћи од било кога ко је повезан са производним процесом, од радника у погону до менаџмента предузећа.

Не искоришћење потенцијала запослених може да настане на сваком нивоу процеса рада. У овом концепту пошло се од чињенице да посао најбоље познаје запослени који тај посао свакодневно обавља. То даље значи да запосленик може да уочи ако постоји грешка, да предложи рјешење како грешка може да се елиминира и да информацију да ли је предложено рјешење добро или не. Ако се не узму у разматрање ове претпоставке, многе могућности за унапрјеђење се не разматрају што се пропагира на настајање разноврсних губитака.

2.1.2 ЕЛИМИНАЦИЈА ГУБИТАКА У ПРОЦЕСУ ПРОИЗВОДЊЕ

Ефикасно управљање губицима подразумијева предузимање адекватних мјера у правом тренутку уз истовремено најмањи утросак потребних ресурса, које треба да доведу до смањења додатних вриједности у предузећима из различитих економских домена.

Разумијевање осам Lean губитака и дјеловање у циљу њиховог смањења може довести до унапрјеђења ефикасности, ефективности и поузданости процеса производње. Први корак у постизању наведеног циља је идентификација свих грешака које доводе до губитака. Након идентификације грешака, потребно је предузети мјера за смањење или потпуно елиминисање губитака, што је и циљ сваке организације.

Arunagiri & Gnanavelbabu, (2014) су увели претпоставку да је неопходно предузети мјере како би се смањили или елиминисали губици који се налази на прва три мјеста у рангу. Рангирање је извршено коришћењем анкете и оператора отежане средње вриједности. Метод за давање приоритета поступцима за смањење губитака током пројекта унапрјеђења система за развој производа предложили су *Pessôa et al., (2009)*. У раду је дефинисан скуп губитака специфичан за развој производа који покрива све елементе система развоја производа. Описан је поступак за израчунавање везе између губитака путем индиректних односа и представљена је хеуристика за давања приоритета из високо повезаних подскупова губитака. Модел идентификације Lean губитака представили су *Gnanavelbabu & Arunagiri, (2018)*. Овај рад је усредсређен на идентификацију и елиминисање три највећа Lean губитака.

Многи истраживачи и практичари сугеришу да одређивање редослиједа менаџмент иницијатива усмјерених на елиминацију или смањење губитака треба да буде засновано на приоритетима грешака чија реализација доводи до настајања губитака.

Процјену губитака у процесу производње гуме извршили су *Amrina & Andryan, 2019*. У првој фази је извршена идентификације губитака. Идентификована су три највећа губитка током процеса производње гуме. За идентификовање основних узрока који доводе до та три губитка коришћен је Ишикава дијаграм. Традиционални *FMEA* се примјењује за одређивање грешака и њиховог утицаја на губитке у процесу производње гуме.

Познато је да током процеса рада људи готово увијек праве грешке. Када се грешке направе и не открију на вријеме, губици ће се појавити на крају процеса. Међутим, ако се грешке могу спријечити прије него што се догоде, онда се могу избјећи и губици у процесу производње.

Према Lean размишљању, смањење губитака побољшаће сваки индикатор успјешности пословања компаније: профитабилност, квалитет, задовољство запослених, задовољство купаца итд.

2.2 ОСНОВНА РАЗМАТРАЊА О ТЕОРИЈИ ИНТУИТИВНИХ ФАЗИ СКУПОВА

Многим проблема који егзистирају у реалном окружењу могу се придружити непрецизне информације које су витални дио самог проблема. Стога, јасно се закључује да резонување без одговарајућих алата за моделирање може довести до генерисања нетачних закључака (*Szmidt & Kasprzyk, 2001*). При дјеловању бројних и различитих унутрашњих и спољашњих фактора, подаци на којима ДО базирају своје процјене су нејасни, нетачни и недовољни (*Nehi & Maleki, 2005*). Дакле, ДО тешко могу да дају тачну процјену сложених промјенљивих у реалним проблемима одлучивања. При доношењу одлука под дејством различитих несигурности и неизвјесности, постојеће промјенљиве се не могу адекватно описати прецизним бројевима.

Развој различитих области математике, попут теорије фази скупова (*Zadeh, 1975*), омогућава да се нејасноће прикажу квантитативно на довољно добар начин. Теорија интуитивних фази скупова уноси још једну слободу у опис скупа (функција припадности и функција неприпадности) и представљају ефективно и ефикасно средство за описивање неизвјесности (*Atanassov, 1999*).

На основу наведеног, у овој докторској дисертацији коришћена је теорија интуитивних фази скупова за описивање свих егзистирајућих неизвјесности. Треба напоменути да функција припадности и функција неприпадности могу бити описане различитим аналитичким функцијама (*Atanassov, 1999*). У релевантној литератури најчешће се користе: *TIFN*, *TrIFN* и *IVIFN* које су дефинисали *Atanassov & Gargov (1989)*.

У првом развијеном моделу за рангирање грешака, релативне важности РФ као и њихове вриједности дефинисане су лингвистичким исказима који су моделирани *TrIFN*. У другом моделу разматране промјенљиве су моделиране са *IVIFN* (*Atanassov & Gargov, 1989*).

У наставку су дате основне дефиниције о интуитивним фази скуповима као и детаљан приказ моделирања неизвјесности и релативне важности РФ и њихових вриједности.

2.2.1 ОСНОВНЕ ДЕФИНИЦИЈЕ О ИНТУИТИВНИМ ФАЗИ СКУПОВИМА

Теорију фази скупова коју је предложио *Zadeh (1965)* постигла је велики успјех при моделирању промјенљивих које постоје у различитим проблемима, посебно тамо гдје су конвенционалне математичке технике ограничене ефикасности, укључујући биолошке и друштвене науке, лингвистику, психологију, економију. У сложеним управљачким проблемима који могу да припадају различитим истраживачким доменама, промјенљиве је тешко квантификовати, а зависности међу њима су толико лоше дефинисане да прецизна карактеризација у смислу алгебарских или диференцијалних једначина постаје готово немогућа. Чак и у проблемима у којима су зависности између промјенљивих добро дефинисане, можда ће бити потребно или корисно користити фази, а не *crisp* алгоритме да би се дошло до рјешења (*Szmidt & Kasprzyk, 1996*).

Интуитивни фази скупова су генерализовани облик фази скупа и први пут их је 1983. године представио *Atanassov (Atanassov, 1986)*. Елементе ових скупова осим функције припадности карактерише и функција неприпадности.

Међу различитим проширењима фази скупова, *IFS* су привукли пажњу многих истраживача у последњих неколико деценија. Ово је углавном због чињенице да су *IFS* доста добро кореспондирају људском размишљању. *IFS* се могу користити за симулацију људских процеса доношења одлука и било које активности које захтијевају људску стручност и знање (Li, 1999; Li, 2003), а које су непрецизне или нису у потпуности поуздане. Стога се у пракси људски изрази попут перцепције, знања и понашања могу боље представити са *IFS* у односу на фази скупове.

Теорија *IFS* примјењује се на различита поља као што су доношење одлука, логичко програмирање, електроника, медицинска дијагностика и др. Постоји велики број радова у којима су коришћени интуитивни фази скупови за рјешавање проблема у одлучивању (Szmidt & Kasprzyk, 1996; Li, 2005; Xu, 2007c; Yue, 2014, Nehi & Maleki, 2005; Chen et al., 2016; ...). Boran et al., (2009), Memari et al., (2019) и Rouyendegh et al., (2020) користили су *IFS* при избору добављача. Док су их Shu et al., (2006) користили за анализу стабла отказа на склопу штампане плоче. Onat et al., (2016), неизвјесности које егзистирају у проблему рангирања различитих типова конвенционалних и алтернативних путничких возила су описивали помоћу *IFS*. Wang (2009) је избор *web* услуга засновано на примјени *IFS*.

Предности употребе *IFS* су: (1) привремене фазе током доношења одлука могу се представити интуитивним индексима, и (2) могуће је предвидјети најбоље и најгоре резултате.

Интуитивни фази бројеви (према енг. *Intuitionistic fuzzy numbers - IFN*) представљају фази бројеве (Ye, 2012) који су дефинисани на линији реалних бројева. Двије основне врсте типичних *IFN*, које имају важну теоријску вриједност и практичан значај (Saini et al., 2018) су: (а) *TrIFN* (Hao et al., 2018; Gupta et al., 2016) и (б) *TIFN* (Tian et al., 2018; Mirghafoori et al., 2018) који представљају специјалан случај *TrIFN*.

Atanassov & Gargov (1989) су увели *IVIFS*, што представља генерализацију *IFS*. Основна карактеристика *IVIFS* је да су вриједности њихове функције припадности и функције неприпадности интервали, а не тачни бројеви.

У наставку су дате основне дефиниције *IFS* које су релевантне за разумијевање фази вишекритеријумских модела за рангирање грешака у процесу производње који су предмет разматрања ове докторске дисертације.

Дефиниција 1. Интуитивни фази скуп \tilde{A} из скупа X дефинише се (Atanassov, 1986):

$$\tilde{A} = (x, \mu_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{A}}(x) | x \in X)$$

Гдје су:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) \rightarrow [0,1] \text{ и } \vartheta_{\tilde{A}}(x) \rightarrow [0,1] \text{ степен припадности и степен неприпадности.}$$

При томе важи сљедећи услов:

$$0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) + \vartheta_{\tilde{A}}(x) \leq 1, \forall x \in X$$

За сваки интуитивни фази скуп \tilde{A} из скупа X , важи сљедеће:

$$\pi_{\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) - \vartheta_{\tilde{A}}(x)$$

$$0 \leq \pi_{\tilde{A}}(x) \leq 1, \forall x \in X$$

Вриједност $\pi_{\tilde{A}}(x)$ назива се интуитивни индекс или индекс неодлучности. Што је мањи $\pi_{\tilde{A}}(x)$, то је сигурније \tilde{A} .

2.2.2 ОСНОВНЕ ДЕФИНИЦИЈЕ О ИНТУИТИВНИМ ТРАПЕЗОИДНИМ ФАЗИ БРОЈЕВИМА

У наставку су дате основне дефиниције о *TrIFN*.

Дефиниција 1. Интуитивни фази скуп $\tilde{A} = (x, \mu_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{A}}(x) | x \in X)$ који припада скупу реалних бројева назива се *IFN* чије су функције припадности и функција неприпадности дефинисане на следећи начин (*Hao et al., 2018*):

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} \cdot \mu_{\tilde{A}}(x) & a \leq x < b \\ \mu_{\tilde{A}}(x) & b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} \cdot \mu_{\tilde{A}}(x) & c < x \leq d \\ 0 & \text{у осталим случајевима} \end{cases}$$

и

$$\vartheta_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{b-x+(x-a_1) \cdot \vartheta_{\tilde{A}}(x)}{b-a_1} & a_1 \leq x < b \\ \vartheta_{\tilde{A}}(x) & b < x \leq c \\ \frac{x-c+(d_1-x) \cdot \vartheta_{\tilde{A}}(x)}{d_1-c} & c < x \leq d_1 \\ 1 & \text{у осталим случајевима} \end{cases}$$

Гдје су a, b, c, d, a_1, d_1 реални бројеви, и $a_1 \leq a \leq b \leq c \leq d \leq d_1$.

Ако је $[a, b, c, d] = [a_1, b, c, d_1]$, онда се *TrIFN* може се једноставно означити као:

$$\tilde{A} = ([a, b, c, d]; \mu_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{A}}(x))$$

Ако је $a \geq 0$ и једна од три вриједности, b, c, d није једнака 0, онда се *TrIFN* $\tilde{A} = ([a, b, c, d]; \mu_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{A}}(x))$ назива позитивни *TrIFN*.

Дефиниција 2. Нека су $\tilde{A} = ([a_1, b_1, c_1, d_1]; \mu_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{A}}(x))$ и $\tilde{B} = ([a_2, b_2, c_2, d_2]; \mu_{\tilde{B}}(x), \vartheta_{\tilde{B}}(x))$ два позитивна *TrIFN*. И нека је λ реалан број.

Операције над тим *TrIFN* су (*Dinagar & Thiripurasundari, 2014*):

$$\tilde{A} + \tilde{B} = ([a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2, d_1 + d_2]; \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \max(\vartheta_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{B}}(x)))$$

$$\tilde{A} - \tilde{B} = ([a_1 - d_2, b_1 - c_2, c_1 - b, d_1 - a_2]; \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \max(\vartheta_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{B}}(x)))$$

$$\tilde{A} \cdot \tilde{B} = ([a_1 \cdot a_2, b_1 \cdot b_2, c_1 \cdot c_2, d_1 \cdot d_2]; \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \max(\vartheta_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{B}}(x)))$$

$$\lambda \cdot \tilde{A} = ([\lambda \cdot a_1, \lambda \cdot b_1, \lambda \cdot c_1, \lambda \cdot d_1]; \mu_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{A}}(x))$$

$$(\tilde{A})^{-1} = \left(\left[\frac{1}{d_1}, \frac{1}{c_1}, \frac{1}{b_1}, \frac{1}{a_1} \right]; \mu_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{A}}(x) \right)$$

Дефиниција 3. Нека су $\tilde{A} = ([a_1, b_1, c_1, d_1]; \mu_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{A}}(x))$ и $\tilde{B} = ([a_2, b_2, c_2, d_2]; \mu_{\tilde{B}}(x), \vartheta_{\tilde{B}}(x))$ два позитивна *TrIFN*.

а) Еуклидова дистанца између два *TrIFN* се дефинише према (*Grzegorzewski, 2004*):

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{2} \sqrt{(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2 + (d_1 - d_2)^2 + \max\left\{\left(\mu_{\tilde{A}}(x) - \mu_{\tilde{B}}(x)\right)^2, \left(\vartheta_{\tilde{A}}(x) - \vartheta_{\tilde{B}}(x)\right)^2\right\}}$$

б) Хемингова дистанца (*Grzegorzewski, 2004*):

$$d_H = \frac{1}{3} \cdot (|a_1 - a_2| + |b_1 - b_2| + |c_1 - c_2| + |d_1 - d_2|) + \max(|\mu_{\tilde{A}}(x) - \mu_{\tilde{B}}(x)|, |\vartheta_{\tilde{A}}(x) - \vartheta_{\tilde{B}}(x)|)$$

Дефиниција 4. Поступак дефазификације може се дефинисати као мапирање *IFS* \tilde{A} у реалне бројеве. Поступак дефазификације се реализује кроз следеће кораке (*Atanassov et al., 2015*):

- Трансформација *IFS* \tilde{A} у (стандардне) фази скупове,
- Евалуација стандардних фази скупова коришћењем поступка дефазификације.

Увођење оператора $D_\lambda(\tilde{A})$ (*Atanassov, 1999*) и $\lambda \in [0,1]$.

$$D_\lambda(\tilde{A}) = ((x, \mu_{\tilde{A}}(x) + \lambda \cdot \pi_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{A}}(x) + (1 - \lambda) \cdot \pi_{\tilde{A}}(x) | x \in X))$$

Гдје је $D_\lambda(\tilde{A})$ стандардни подскуп са функцијом припадности:

$$\mu_\lambda(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) + \lambda \cdot \pi_{\tilde{A}}(x)$$

Прецизна вриједност *IFS* \tilde{A} , $Val_a(\tilde{A})$ може се добити коришћењем методе центра гравитације (*Atanassov et al., 2015*):

$$Val_a(\tilde{A}) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} x \cdot \mu_\lambda(x)}{\int_{-\infty}^{\infty} \mu_\lambda(x)}$$

Треба напоменути да су различите методе дефазификације дефинисане у литератури (*Yager, 2004; Nagoorgani & Ponnalagu, 2012*).

2.2.3 ОСНОВНЕ ДЕФИНИЦИЈЕ О ИНТУИТИВНИМ ИНТЕРВАЛНИМ ФАЗИ БРОЈЕВИМА

У наставку су дате основне дефиниције о *IVIFN*.

Дефиниција 1. Нека је скуп $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ скуп свих могућих вриједности, *IVIFS* \tilde{A} у X има облик:

$$\tilde{A} = (x, \mu_{\tilde{A}}(x), \vartheta_{\tilde{A}}(x) | x \in X)$$

Гдје су:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = [\mu_{\tilde{A}}^L(x), \mu_{\tilde{A}}^U(x)] \in [0,1]$$

$$\vartheta_{\tilde{A}}(x) = [\vartheta_{\tilde{A}}^L(x), \vartheta_{\tilde{A}}^U(x)] \in [0,1]$$

Интервали који означавају степене припадности и неприпадности елемента $x \in X$ скупу \tilde{A} са условом:

$$\mu_{\tilde{A}}^U(x) + \vartheta_{\tilde{A}}^U(x) \leq 1 \text{ и } \mu_{\tilde{A}}^L(x) + \vartheta_{\tilde{A}}^L(x) \leq 1$$

Слично, индекс неодлучности од x до \tilde{A} може се израчунати на следећи начин:

$$\pi_{\tilde{A}}(x) = [\pi_{\tilde{A}}^L(x), \pi_{\tilde{A}}^U(x)] = [1 - \mu_{\tilde{A}}^L(x) - \vartheta_{\tilde{A}}^L(x), 1 - \mu_{\tilde{A}}^U(x) - \vartheta_{\tilde{A}}^U(x)]$$

IVIFN се може једноставно означити као:

$$\tilde{A} = ([a, b], [c, d])$$

Гдје је:

$$0 \leq a \leq b \leq 1$$

$$0 \leq c \leq d \leq 1 \text{ и}$$

$$b + d \leq 1$$

Дефиниција 2. Нека су $\tilde{A} = ([a_1, b_1], [c_1, d_1])$ и $\tilde{B} = ([a_2, b_2], [c_2, d_2])$ два позитивна *IVIFN*. И нека је λ реалан број. Аритметичке операције над *IVIFN* су (*Atanassov & Gargov, 1989*):

$$\tilde{A} + \tilde{B} = ([a_1 + a_2 - a_1 \cdot a_2, b_1 + b_2 - b_1 \cdot b_2], [c_1 \cdot c_2, d_1 \cdot d_2])$$

$$\tilde{A} \cdot \tilde{B} = ([a_1 \cdot a_2, b_1 \cdot b_2], [c_1 + c_2 - c_1 \cdot c_2, d_1 \cdot d_2])$$

$$\lambda \cdot \tilde{A} = ([1 - (1 - a)^\lambda, 1 - (1 - b)^\lambda], [c^\lambda, d^\lambda])$$

$$(\tilde{A})^\lambda = ([a^\lambda, b^\lambda], [1 - (1 - c)^\lambda, 1 - (1 - d)^\lambda])$$

$$\bigcap(\tilde{A}, \tilde{B}) = ([\min(a_1, a_2), \min(b_1, b_2)], [\max(c_1, c_2), \max(d_1, d_2)])$$

$$\bigcup(\tilde{A}, \tilde{B}) = ([\max(a_1, a_2), \max(b_1, b_2)], [\min(c_1, c_2), \min(d_1, d_2)])$$

Дефиниција 3. Нека су $\tilde{A} = ([a_1, b_1], [c_1, d_1])$ и $\tilde{B} = ([a_2, b_2], [c_2, d_2])$ два *IVIFN*. Хамингова дистанца се дефинише према (*Grzegorzewski, 2004*):

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{4} \cdot \{|a_1 - a_2| + |b_1 - b_2| + |c_1 - c_2| + |d_1 - d_2|\}$$

Наведене особине *IFS* и фази алгебре веома су значајне за рангирање грешака које се јављају у процесу производње, а које ће се примјењивати у оквиру модела који су развијени у оквиру ове дисертацији.

2.3 МЕТОДЕ ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ АНАЛИЗЕ ПРОШИРЕНЕ СА ИНТУИТИВНИМ ФАЗИ СКУПОВИМА

Брз технолошки и економски раст током последњих педесет година промијенио је људске животе и натјерао модерно друштво да се суочи са сложеним проблемима одлучивања.

Примјена *MCDM* представља напредно поље оперативног истраживања које је посвећено развоју и примјени алата и методологија за подршку одлучивању за суочавање са сложеним проблемима одлучивања који укључују више критеријума, циљева или циљева сукобљене природе (*Doumpos & Zopounidis, 2002*). Циљ *MCDM* је пружање подршке ДО који се суочавају са већим бројем критеријума и алтернатива одлучивања. Развој *MCDM* метода мотивисан је не само низом проблема из стварног живота који захтијевају разматрање вишеструких критеријума, већ и жељом практичара да предложи побољшане технике одлучивања користећи достигнућа у математичкој оптимизацији и рачунарској техници.

Објављен је велики број публикација које пружају информације о методама *MCDM*, њиховом развоју и примјени у различитим областима. Темељи модерног *MCDM*-а развијени су 1950-их и 1960-их. Развој *MCDM* истраживања убрзао се 1980-их и почетком 1990-их и чини се да је наставио свој експоненцијални раст (*Köksalan et al., 2011*). *MCDM* је једна од најчешће коришћених методологија одлучивања у различитим областима као што су: енергија и животна средина, пословање, економија, производња итд.

MCDM се може сматрати сложеним и динамичним процесом који укључује један менаџерски и један инжењерски ниво. Менаџерски ниво дефинише циљеве и бира коначну оптималну алтернативу, док инжењерски ниво дефинише алтернативе, указује на последице избора било ког од њих са становишта различитих критеријума и врши вишекритеријумско тражење алтернатива. Инжењерски ниво врши поступак оптимизације. На менаџерском нивоу, ДО, имају моћ да прихвате или одбију рјешење које је предложио инжењерски ниво (*Opricović & Tzeng, 2004*). Процес доношења одлука обично укључује пет главних фаза: дефинисање проблема, генерисање алтернатива и успостављање критеријума, избор критеријума, одређивање тежине критеријума, евалуација, избор одговарајуће методе са више критеријума и коначно рангирање алтернатива. Главни кораци *MCDM* су сљедећи (*San Cristóbal, 2012*):

Корак 1. Дефинисање проблема, генерисање алтернатива и успостављање критеријума;

Корак 2. Додјеливање тежина критеријума;

Корак 3. Израда матрице процјене;

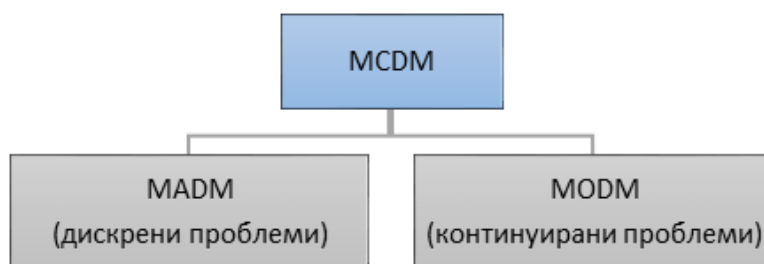
Корак 4. Избор одговарајуће методе;

Корак 5. Рангирање алтернатива.

У зависности од природе алтернатива, поставке проблема, као и самог процеса избора коначног рјешења, проблеми *MCDM* се могу класификовати у двије категорије (*Hwang & Yoon, 1981*):

- вишекритеријумска анализа или вишеатрибутивно одлучивање (према енг. *Multi Attribute Decision Making - MADM*) и

- вишециљно одлучивање (према енг. *Multi Objective Decision Making - MODM*).



Слика 2. Подјела *MCDM* метода

У савременој литератури вишеатрибутивно одлучивање се често поистовјећује са називом вишекритеријумска анализа (према енг. *Multi Criteria Analysis - MCA*). Проблеми код којих ДО морају процијенити коначан скуп алтернатива како би одабрали најприкладнију и рангирани их од најбољих до најгорих називају се дискретним *MCDM* проблемима, док се проблеми гдје постоји бесконачан скуп алтернатива називају континуираним *MCDM* проблемима (Zavadskas et al., 2014; Kahraman et al., 2015). Дискретни *MCDM* проблеми рјешавају се методама *MADM* и *MCA*, док се континуирани *MCDM* проблеми рјешавају примјеном *MODM*, што је приказано на слици 2. Разлике између *MODM* и *MADM* су систематски сажете у Табели 1 (Malczewski, 1999).

Табела 1. Поређење *MODM* и *MADM* приступа (Malczewski, 1999)

Критеријуми за поређење	MODM	MADM
Критеријуми дефинисани	циљевима	атрибутима
Циљеви дефинисани	експлицитно	имплицитно
Атрибути дефинисани	имплицитно	експлицитно
Ограничења дефинисана	експлицитно	имплицитно
Алтернативе дефинисане	имплицитно	експлицитно
Број алтернатива	бесконачан (велики)	одређен (мали)
Контрола доносиоца одлука	значајна	ограничена
Парадигма моделирања одлука	процесно оријентисана	излазно оријентисан
Релевантне за	дизајн / претраживање	процјену / избор

У методе вишециљног одлучивања се убрајају: Метода глобалних критеријума (Masud & Hwang, 1981), Параметарска метода (Masud & Hwang, 1981), Циљно програмирање (према енг. *Goal Programming - GP*) (Ignizio, 1976), Метод отежавања (према енг. *Weighting Method - WM*) (Masud & Hwang, 1981), Метод ефикасног рјешавања према циљном програмирању (према енг. *Efficient Solution via Goal Programming - ESGP*) (Ignizio, 1981), Интерактивно вишециљно линеарно програмирање (према енг. *Interactive Multiple Objective Linear Programming - IMOLP*) (Quaddus & Holzman, 1986), Интерактивно секвенцијално циљно програмирање (према енг. *Interactive Sequential Goal Programming - ISGP*) (Masud & Hwang, 1981), Метода корака (према енг. *Step Method - STEM*) (Benayoun et al., 1971) и др.

У литератури постоји више од 20 методе вишекритеријумске анализе, а неке од њих су: метода доминације, *maxmin*, *minmax*, коњуктивна и дисјунктивна метода, лексикографска метода, метода једноставних адитивних тежина (према енг. *Simple*

Additive Weighting - SAW), Аналитички Хијерархијски Процес (према енг. *Analytic Hierarchy Process - AHP*) (Saaty, 2014), Аналитички Мрежни Процес (према енг. *Analytic Network Process - ANP*) (Saaty, 1996), Техника за одређивање ранга перформанси помоћу сличности са идеалним рјешењем (према енг. *Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution - TOPSIS*) (Hwang & Yoon, 1981), Вишекритеријумско компромисно рангирање - *VIKOR* (Opricović, 1998), Метод одређивања ранга алтернатива (према енг. *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation - PROMETHEE*) (Brans et al., 1986), Метод елиминације и избора у прихватању реалности (према фр. *ELimination Et Choix Traduisant la Realite' - ELECTRE*) (Roy, 1968), Анализа обавијања података (према енг. *Data Envelopment Analysis - DEA*) (Charnes et al., 1978), Метода вишекритеријумске компарације граничних апроксимативних области (према енг. *Multi Attributive Border Approximation area Comparison - MABAC*) (Pamučar & Ćirović, 2015), Лабораторија за доношење и процјену одлука (према енг. *Decision making trial and evaluation laboratory - DEMATEL*) (Fontela & Gabus, 1974), Мултипликативна и вишециљна анализа односа (према енг. *Multi-objective optimization by ratio analysis - MULTIMOORA*) (Brauers & Zavadskas, 2010) и др.

Велики је број метода вишекритеријумске анализе се свакодневно примјењују за рјешавање различитих проблема. Ове методе могу пружити рјешења за све веће сложене проблеме управљања. Пружају боље разумијевање својствених карактеристика проблема одлуке, промовишу улогу учесника у процесима доношења одлука, олакшавају компромис и колективно одлучивање, те дају добру платформу за разумијевање перцепције модела и аналитичара у реалном сценарију. Методе помажу у побољшању квалитета одлука чинећи их експлицитнијим, рационалнијим и ефикаснијим. Преговарање, квантификовање и саопштавање приоритета такође су олакшани употребом ових метода (Kangas & Kangas, 2002).

Треба напоменути да методе и резултати нису нужно упоредиви. Свака метода има своја ограничења, углавном због претпоставки модела, која треба узети у обзир када се метода користи. Недослиједности могу настати јер (Kangas & Kangas, 2002): (а) формулације проблема избора не одражавају исте структуре преференција, (б) начини на које се обрађују информације о преференцијама разликују се између различитих метода и (в) методе различито тумаче тежине критеријума.

Интеграција теорије фази скупова у *MCDM* проблеме пружа користан начин за њихово рјешавање. Врло често су код *MCDM* проблема подаци непрецизни и нејасни. У стварној ситуацији доношења одлука, примјена класичне *MCDM* методе може се суочити са озбиљним практичним ограничењима због критеријума који садрже непрецизност или неодређеност. За ове случајеве методе вишекритеријумског одлучивања су проширене са теоријом фази скупова, у литератури се често срећу под називом фази методе вишекритеријумског одлучивања. Фази вишекритеријумско одлучивање један је од најпопуларнијих проблема са којима се истраживачи баве у литератури.

Због што бољег суочавања са неизвјесношћу и због што тачнијих процјена и рјешења, у овом раду, *MCDM* методе су проширене са *IFN*. За рангирање грешака у првом моделу коришћена је *VIKOR* метода са *TrIFN*, док је *AHP* са *TrIFN* коришћена за одређивање тежине критеријума. У другом моделу коришћена је *TOPSIS* метода проширена са *IVIFS*. Наведене методе ће бити детаљно објашњене у наставку рада.

2.3.1 IF-AHP

AHP је развијена од стране *Saaty* (2014). Проблем одлучивања може да има хијерархијску структуру. Може се рећи да је ова метода једна од најпопуларнијих и најчешће коришћених метода. Састоји се из неколико корака: структурирање проблема, идентификовање критеријума одлучивања, процјена важности тих критеријума и синтеза свих тежина критеријума одлучивања (*Saaty*, 1980, 1982, 2005, 2014).

Критеријуми према којима се оцјењују алтернативе су хијерархијски структурирани и у општем случају немају једнаку релативну важност. Скуп истих алтернатива је дефинисан унутар сваког критеријума. Вриједност алтернатива се процјењује на нивоу критеријума не водећи рачуна да ли су критеријуми бенефитне или трошковне природе.

AHP метода се може примијенити за процјену и квалитативних и квантитативних елемената (*Saaty*, 2005), трансформишући такође нематеријалне критеријуме у квантитативне вриједности које се могу систематски измјерити кроз низ поређења у паровима. Релативна важност критеријума као и њихових подкритеријума поставља се помоћу матрице парова упоређења.

Ако су елементи ових матрица описане лингвистичким исказима тада се исте називају фази матрице парова упоређења. Вриједности елемената ових матрица процјењују ДО на основу знања и информација које имају о анализираном предузећу. Субјективне процјене ДО могу имати велики утицај на крајње резултате (*Chai et al.*, 2013; *Yu & Shi*, 2015). Стога, примјена конвенционалне *AHP* је неадекватна за рјешавање ситуација које карактерише неодређеност лингвистичких оцјена.

У оригиналној методи процјене ДО одлука представљене су као прецизни бројеви. Међутим, у случајевима када ДО не могу изразити процјене прецизним бројевима, може се користити теорија фази скупова која пружа математичку снагу да ухвати неизвјесности повезане са људским когнитивним процесом (*Kahraman & Kaya*, 2010). У литератури постоје различити приједлози за проширење ове методе са теоријом фази скупова (*Chang*, 1996; *Kahraman et al.*, 2003; *Wang et al.*, 2008; *Ilangkumaran et al.*, 2014).

Коришћење *IFN* умјесто тип 1 *FN* као и тип 2 *FN* омогућава још поузданију анализу проблема одлучивања који показују све веће нивое несигурности. Постоји велики број радова у којима је коришћена *IF-AHP* метода (*Xu & Liao*, 2013; *Sadiq & Tesfamariam*, 2009).

Многи аутори користе *AHP* методу проширену са *FN* (*Ilangkumaran et al.*, 2014; *Liu et al.*, 2015; *Sakthivel et al.*, 2018) и *AHP* методу проширену са *IFN* (*Abdullah & Najib*, 2015; *Karasan et al.*, 2018; *Kahraman et al.*, 2018a; *Dogan et al.*, 2019) за израчунавање вектора тежина критеријума.

У Табели 2 је приказана анализа радова који користе *IF-AHP* за израчунавање тежине критеријума.

Табела 2. Анализа радова који користе *IF-AHP* за израчунавање тежине критеријума

Аутори	Тип интуитивних фази бројева	Метод агрегације	Дефазификациони метод/Провера конзистентности	Метода за израчунавање вектора тежина	Домен примјене
<i>Abdullah & Najib, (2015)</i>	<i>TIFN</i> ¹	<i>IFWA</i> ²	Не/Конвенционална <i>AHP</i>	Модификована метода интуитивне фази ентропије (<i>Vlachos & Sergiadis, 2007</i>).	Избор енергетске технологије
<i>Karasan et al., (2018)</i>	<i>IVIFN</i> ³	<i>IVIFHG</i> ⁴	Не/Табела за претварање лингвистичких исказа у <i>crisp</i> , Сатијев процес конзистентности	<i>IVIFN-AHP</i> ⁵	Избор производне стратегије
<i>Kahraman et al., (2018a)</i>	<i>IVIFN</i>	<i>IVIFWA</i> ⁶	Поступак дефазификације у (<i>Oztaysi et al., 2017</i>)/Не	<i>IVIFN-AHP</i>	Избор <i>outsourcing</i> произвођача
<i>Dogan et al., (2019)</i>	<i>IVIFN</i>	<i>IFWA</i>	Поступак дефазификације предложен у (<i>Oztaysi et al., 2017</i>)/Процена експерата коришћењем дефазификованог <i>crisp</i> броја (<i>Kahraman, et al., 2018b</i>)	<i>IVIFN-AHP</i>	Избор коридора за аутономна возила
Предложени модел <i>IF-VIKOR</i>	<i>TrIFN</i>	<i>IFWA</i> (<i>Atanassov, 1999</i>)	Метод момента (<i>Atanassov et al., 2015</i>)/ метод сопствених вектора	<i>IF-AHP</i> ⁷ (<i>Xu & Liao, 2013</i>)	Производни процес

¹ Троугаони интуитивни фази бројеви (према енг. *Triangular intuitionistic fuzzy numbers - TIFN*)

² Интуитивни фази оператор средње вриједности (према енг. *Intuitionistic fuzzy weighted averaging – IFWA*)

³ Интервални интуитивни фази бројеви (према енг. *Interval valued intuitionistic fuzzy numbers - IVIFN*)

⁴ Интервалне вриједности интуитивног фази хибридног геометријског оператора (према енг. *Interval valued intuitionistic fuzzy hybrid geometric operator - IVIFHG*)

⁵ Аналитички хијерархијски процес проширен са *IVIFN* (према енг. *Fuzzy Analytic Hierarchy Process with IVIFN - IVIFN-AHP*)

⁶ Интервалне вриједности интуитивног фази оператора средње вриједности (према енг. *Interval valued intuitionistic fuzzy averaging operator - IVIFWA*)

⁷ Аналитички хијерархијски процес проширен са *IVIFN* (према енг. *Fuzzy Analytic Hierarchy Process with IVIFN - IF-AHP*)

У моделу *IF-VIKOR* који је развијен у овом докторском раду, вектори тежина РФ, добијени су коришћењем *IF-AHP* (Xu & Liao, 2013). Компаративном анализом радова може се закључити да се последњих година све чешће користи *AHP* метода проширена са *IFN* за израчунавање тежина критеријума у различитим областима примјене. У већини разматраних радова, за моделирање вриједности критеријума су коришћени *IVIFN*, док су у овом раду коришћени *TrIFN*.

За одређивање агрегиране тежине критеријума у раду (Karasan et al., 2018) коришћена је *IVIFHG* оператора, док је у свим осталим радовима, као и у овом раду, коришћен *IFWA* оператор.

У Табели 2 су приказана примјена различитих метода дефазификације и провјере конзистентности. У моделу *IF-VIKOR*, *crisp* елементи матрице парова упоређења добијени су коришћењем методе момента (Atanassov et al., 2015). Вектор тежина критеријума у свим радовима добијен је примјеном *IF-AHP*, осим у раду (Abdullah & Najib, 2015) гдје се добија примјеном модификоване методе интуитивне фази ентропије (Vlachos & Sergiadis, 2007).

2.3.2 IF-VIKOR

Један од *MCDM* метода која је лака за разумијевање и примјену је метода *VIKOR* коју је развио Opricović (1998) на основу елемената из компромисног програмирања. Ова метода се фокусира на рангирање и избор низа доступних алтернатива у присуству конфликтних критеријума предлагањем компромисног рјешења (Opricović & Tzeng, 2004, 2007). С друге стране, метода *VIKOR* је погодна за оне ситуације у којима је циљ максимизација добити, док се ризик од одлуке сматра мање важним. Главна предност *VIKOR* методе је у томе што се њоме може надокнадити максимална групна корист „већине“ и минимална индивидуално жаљење (штета) „противника“ (Opricović & Tzeng, 2004; Kim & Ahn, 2019).

У литератури може да се нађе релативно мали број радова у којима је *VIKOR* проширен са *IFN*. Проширени *VIKOR* са *IFN* је предложен за рангирање грешака у производном процесу (Sakthivel et al., 2018; Tian et al., 2018). Проширивање *VIKOR* са *TrIFN* (*IF-VIKOR*) и његова употреба у индустријским системима представља основну разлику између предложене методе и сличних метода које се могу наћи у релевантној литератури.

Компаративна анализа предложеног модела и предложених верзија *IF-VIKOR* представљена је у Табели 3.

Табела 3. Компаративна анализа *IF-VIKOR*

Аутори	Тежина критеријума	Фази матрица одлучивања	Нормализована фази матрица одлучивања	Вриједност групе корисности	Индивидуална вриједност жаљења	Коефицијент блискости /ранг
<i>Wan et al., (2013)</i>	Комбинација теорије доказа са <i>Bayes</i> -овом апроксимацијом	<i>TIFN</i> ⁸ /агрегација коришћењем <i>TIFN-WA</i> ⁹	да	Хемингова дистанца/конвенционални <i>VIKOR</i>	Конвенционални <i>VIKOR</i>	Конвенционални <i>VIKOR</i>
<i>Gupta et al., (2016)</i>	<i>TrIFN</i> ¹⁰ / <i>TrIFN - WA</i>	<i>TrIFN/TrIFN-WA</i>	да	Хемингова дистанца/конвенционални <i>VIKOR</i>	Конвенционални <i>VIKOR</i>	Конвенционални <i>VIKOR</i> за $\alpha = 0.5$
<i>Mirghafoori et al., (2018)</i>	Метода фази ентропије/Метода фази ентропије	<i>TIFN</i> /метода фази средње вриједности	да	Конвенционални <i>VIKOR</i> /правила фази алгебре	Конвенционални <i>VIKOR</i> /правила фази алгебре	Конвенционални <i>VIKOR</i> /правила фази алгебре/метода дефазификације
<i>Tian et al., (2018)</i>	<i>TIFN</i> /Фази <i>BWM</i> ¹¹ (<i>Rezaei, 2015</i>)	<i>TIFN</i>	не	Аналогно конвенционалној <i>VIKOR</i> /правила фази алгебре са <i>TIFN</i>	Аналогно конвенционалној <i>VIKOR</i> /правила фази алгебре са <i>TIFN</i>	Дефазификационе процедуре/Аналогно конвенционалној <i>VIKOR</i>
Предложени модел	<i>TrIFN</i> /метод фази средње вриједности / <i>IF-АНП</i>	<i>TrIFN</i>	не	Еуклидова дистанца/Конвенционални <i>VIKOR</i>	Конвенционални <i>VIKOR</i>	Конвенционални <i>VIKOR</i> за $\alpha = 0; 0.5; 1$

Компаративна анализа радова (Табела 3) и предложеног модела може открити одређене разлике које се могу означити као предности предложеног модела. Једна од главних разлика је начин на који се одређују вектори тежина.

Gupta et al., (2016) су увели претпоставку да се вриједности елемената матрице одлучивања могу моделирати помоћу *TrIFN* као у овом раду. У другим радовима ове промјенљиве су моделиране са *TIFN*. Може се рећи да *TrIFN* могу боље да обухвате неизвјесност од *TIFN*. Поступак нормализације који су предложили *Jianqiang & Zhong*

⁸ Трогаони интуитивни фази број (према енг. *Triangular intuitionistic fuzzy number - TIFN*)

⁹ Оператор средњег отежавања (према енг. *Weighted Averaging operator – WA*)

¹⁰ Трапезоидни интуитивни фази број (према енг. *Trapezoidal intuitionistic fuzzy numbers – TrIFN*)

¹¹ Best worst метода (према енг. *Best Worst Method - BWM*)

(2009) примјењује се у неколико радова (*Wan et al., 2013; Gupta et al., 2016*). У осталим анализираним радовима, као и у овом раду, претпоставља се да су обрађени критеријуми истог типа. Вриједност групе корисности и вриједност индивидуалног жаљења могу се израчунати помоћу правила фази алгебре (*Mirghafoori et al., 2018; Tian et al., 2018*) која је аналогна конвенционалној *VIKOR* методи. У осталим анализираним радовима, вриједности ових промјенљивих се одређују коришћењем Хамингове дистанце. Одређивање вриједности групне корисности и вриједности индивидуалног жаљења коришћењем дистанци доводи до смањења рачунске сложености. У предложеном моделу се користи Еуклидова дистанца.

2.3.3 IF-TOPSIS

TOPSIS је једна од *MCDM* метода коју су развили *Hwang & Yoon (1981)*. Заснована је на концепту да оптимална алтернатива треба да има најмање растојање од позитивног идеалног рјешења и највеће од негативног идеалног рјешења.

Постоје неопходни кораци у коришћењу *TOPSIS*-а који укључују нумеричке мјере релативне важности критеријума, перформанси сваке алтернативе унутар сваког критеријума. Међутим, тачне податке може бити тешко прецизно одредити, јер је људско расуђивање у различитим условима често нејасно. Зато је проширење *TOPSIS* на фази окружење природна генерализација *TOPSIS* модела (*Chen, 2000*). Током протекле деценије, многи истраживачи су користили комбинацију методе *TOPSIS* са *IFN*.

Треба нагласити да не постоје радови у којима се одређивање ранга грешака у производном процесу заснива на *IF-TOPSIS*. Компаративна анализа постојећих модела и предложеног модела представљена је у Табели 4.

Табела 4. Компаративна анализа IF-TOPSIS

	A	B	C	D	E	F
<i>Onata et al., (2016)</i>	15/литература/7	Да/тежине ДО утврђене предложеним поступком/ <i>IFWA</i> ¹² (<i>Xu, 2007a</i>)	16/ <i>crisp</i> /-/поступак нормализације вектора	Поступка предложен у <i>TOPSIS</i>	Нормализована Еуклидова дистанца (<i>Szmidt & Kasprzyk, 2000</i>)	Перформансе одрживости алтернативних технологија возила
<i>Zeng & Xiao (2016)</i>	6/литература/-	Да/тежине ДО утврђене предложеним поступком/ <i>IFWA</i> (<i>Xu, 2007a</i>)	5/-/ <i>IFWA</i> (<i>Xu, 2007a</i>)/-	Комбиновањем поступка предложеног у конвенционалном <i>TOPSIS</i> и правила фази алгебре са <i>IVIFN</i> ¹³	Предложен и поступак заснован на коришћењу <i>IFOWAWAD</i> ¹⁴ (<i>Zeng & Xiao, 2016</i>)/ <i>crisp</i>	Избор инвестиција
<i>Kumar & Garg</i>	6/литература/-	Не/тежине ДО описане	4/-/-/предложени	Предложени поступак	<i>The aggregated</i>	Илустративни примјер

¹² Интуитивног фази оператора средње вриједности (према енгл. *Intuitionistic fuzzy weighted averaging – IFWA*)

¹³ Интервални интуитивни фази бројеви (према енгл. *Interval valued intuitionistic fuzzy numbers - IVIFN*)

¹⁴ Дистанца између два отежана и осредњена интуитивна фази броја (према енгл. *Intuitionistic fuzzy ordered weighted averaging weighted average distance - IFOWAWAD*)

(2018)		ca crisp	поступак		connection numbers/ предложени поступак / crisp	
Garg & Kumar (2020)	6/ процјена ДО/-	-	4/-/-/ предложени поступак	Предложени поступак	Експоненцијална дистанца (Garg & Kumar, 2020)	Избор локације
Memari, et al., (2019)	9/ литература /5	Да/ тежине ДО описане на егзактан начин/IFWA (Xu, 2007a)	9/10/-/-	Комбиновањем поступка предложеног у конвенционалном TOPSIS и правила фази алгебре са IVIFN	Нормализована Еуклидова дистанца (Szmidt & Kacprzyk, 2000)	Избор добављача
Hajek & Froelich, (2019)	14/ литература / crisp	-	3/5/IVIFWA ¹⁵ (Xu, 2007b)/-	Комбиновањем поступка предложеног у конвенционалном TOPSIS и правила фази алгебре са IVIFN	Нормализована Еуклидова дистанца (Szmidt & Kacprzyk, 2000)	Избор добављача
Zhang & Xu (2015)	4/-/-	Да/ предложени модел консензуса коришћењем циљног програмирања	5/12/IVIFWA/-	Комбиновањем поступка предложеног у конвенционалном TOPSIS и правила фази алгебре са IVIFN	Нормализована Еуклидова дистанца (Szmidt & Kacprzyk, 2000)	Избор добављача
Предложени модел	3/FMEA/3	Да/IVIFWG ¹⁶ (Xu & Chen, 2007)	6/5/ консензус /-	Комбиновањем поступка предложеног у конвенционалном TOPSIS и правила фази алгебре са IVIFN	Хемингова дистанца (Szmidt & Kacprzyk, 2000)/ crisp	Рангирање грешака у производном процесу

Легенда: А – Број критеријума/извор/број лингвистичких исказа; В - проблем фази групног одлучивања /оператор агрегације; С – број алтернатива/ број лингвистичких исказа /оператор агрегације/нормализација; D - IFPIS и IFNIS; Е – коефицијент блискости; F – домен примјене

¹⁵ Интервалне вриједности интуитивног фази оператора средње вриједности (према енг. *Interval valued intuitionistic fuzzy averaging operator - IVIFWA*)

¹⁶ Интервалне вриједности интуитивног фази геометријског оператора (према енг. *Intuitionistic fuzzy weighted geometric operator – IVIFWG*)

Компаративна анализа (Табела 4) може открити извјесне разлике између анализираних радова и овога рада:

(1) Избор критеријума је извршен на основу процјене ДО као и литературних извора. У овом раду, критеријуми (у овом случају РФ) су дефинисани у *FMEA* оквиру (*Aleksić et al., 2019*). Ово омогућава да се предложени модел може лако и брзо применијени за рангирање грешака у свим процесима без обзира на домен пословања предузећа;

(2) Многи аутори предлажу унапријед дефинисане лингвистичких исказа за описивање релативне важности критеријума и/или алтернатива (*Boran et al., 2009*), као што је то урађено у овом раду. Процјена релативне важности критеријума и њихових вриједности заснована је на коришћењу унапријед дефинисаних лингвистичких исказа;

(3) У свим анализираним радовима одређивање тежина критеријума наведено је као проблем фази групног одлучивања; агрегиране вриједности процјена ДО добијају се коришћењем *IFWA* у готово свим анализираним радовима. У развијеном моделу применијен је *IVIFWG*.

(4) Анализом релевантне литературе, фази матрица одлучивања се дефинише на различите начине: (а) одређивање вриједности елемената фази матрице одлучивања засновано је на консензусу ДО у (*Onat et al., 2016; Kumar & Garg, 2018; Garg & Kumar, 2020; Memari et al., 2019*) као и у овом моделу; (б) многи аутори сугеришу да ДО морају да узимају у обзир тип критеријума приликом извођења процјене, како би се избјегла примјена поступка нормализације који доводи до значајног смањења комплексности рачунања (*Zeng & Xiao, 2016; Memari et al., 2019; Hajek & Froelich, 2019; Zhang & Xu, 2015*) као и у овом моделу;

(5) Готово сви аутори сугеришу да Интуитивно фази позитивно идеално рјешење (према енг. *Intuitionistic Fuzzy Positive Ideal Solution – IF-PIS*) и Интуитивно фази негативно идеално рјешење (према енг. *Intuitionistic Fuzzy Negative Ideal Solution – IF-NIS*) треба да буду засновано на комбинацији поступака предложеног у конвенционалној *TOPSIS* методи и правилима фази алгебре са *IVIFN*, као што је дато у развијеном моделу;

(6) Коефицијент блискости заснован је на: (а) укупном „степену идентитета“ и укупном „степену супротности“ (*Kumar & Garg, 2018*), (б) дистанци између два отежана и осредњена интуитивна фази броја (према енг. *Intuitionistic fuzzy ordered weighted averaging weighted average distance - IFOWAWAD*) (*Zeng & Xiao, 2016*), и растојању између два *IVIFN*, и (в) растојању одређеном помоћу нормализоване Еуклидове дистанце (*Onat et al., 2016; Memari et al., 2019; Hajek & Froelich, 2019; Zhang & Xu, 2015*), експоненцијалној дистанци (*Garg & Kumar, 2020*) и Хеминговој дистанци као у развијеном моделу.

2.4 КОНВЕНЦИОНАЛНА FMEA

У процесу стварања једног производа могуће је направити грешке, па чак и у оним организацијама које имају коректно организован систем квалитета. Испред организацију се поставља задатак да се направљене грешке на вријеме открију и погодним корективним мјерама отклоне или ублаже.

Једна од најчешће коришћених метода за идентификацију и анализу грешака је метода која је позната под називом „Анализа могућих грешака и ефеката грешака“.

Главни циљ ове методе је идентификација и процјена потенцијалних грешака, те откривање узорака њихове појаве и последица које те грешке могу изазвати. На крају се предлаже рјешење за смањење и елиминисање тих грешака. Ова метода се може користити и превентивно и корективно. Крајњи циљ је производња без грешака, побољшање сигурности и поузданости, те побољшање задовољства купаца.

У пракси се редослијед менаџмент иницијатива готово увијек заснива на рангу грешака добијених примјеном *FMEA* методе.

FMEA је формализована од стране америчких оружаних снага 1949. године увођењем процедуре *MIL-P 1629* за одређивање грешака и последица које те грешке узрокују. Касније је *NASA* употребила ову анализу у свемирском програму, на пројекту „*Apollo*“, за превентивно управљање поузданошћу и ризицима на пројекту (*Pentti & Atte, 2002*). Употреба *FMEA* добила је замаха током шездесетих година прошлог вијека и то за потребе свемирске индустрије и аеронаутике. Крајем 1970-их, компанија *Ford Motors* користи *FMEA* приликом разматрања контроле и безбједности након експлозије *Pinto* аутомобила.

FMEA се почиње у аутомобилској индустрији користи као метода која се превентивно примјењује за управљање квалитетом у фазама развоја и производње производа. Аутомобилске компаније из САД-а (*Ford Motors, Chrysler i General Motors*) су 1980. године увеле *FMEA* као обавезну процедуру својим добављачима (*Carlson, 2012*). Такође су издали приручник за спровођење *FMEA* под називом „*Potential Failure Mode and Effect Analysis handbook*“. Због комплексности приручника и не слагања између различити регулација, Агенције за аутомобилску индустрију (*AIAG*¹⁷) је стандардизовала структуру ове методе и 1993. године издала приручник под називом „*Potential Failure Mode and Effect Analysis*“, који је доживио више издања и који је и данас у употреби.

Иако је развијена у војној индустрији, *FMEA* метода се данас интензивно користи у разним индустријама, може се рећи да је постала стандардна пракса у различитим предузећима широм свијета.

Постоји више врста *FMEA* метода. Према фази у којој се производ тренутно налази може се подијелити на *FMEA* која се примјењује у фази развоја производа (*DFMEA*) и *FMEA* која се примјењује у фази процеса производње производа (*PFMEA*). Према подручју примјене може бити (*Stamatis, 2003*):

- Системска *FMEA* се користи за анализу подсистема као и свих елемената система. Фокус је на системским недостацима као што су: интеграција, интеракције, интерфејси између подсистема, интеракције са окружењем, разматрања безбједности система и сл.
- Конструкциона или *FMEA* анализа дизајна. Користи се за анализу производа прије него што се пусте у производњу, односно на елиминацију грешака на производу у току његовог развоја.
- Процесна *FMEA* се може користити за анализу самог процеса. Процесна *FMEA* се фокусира на потенцијалне грешке које могу утицати на квалитет производа, смањите поузданост процеса, узроковати незадовољство купаца, створити опасности по безбједност или по животну средину и сл.

¹⁷ Агенција за аутомобилску индустрију основана од стране три аутомобилске компаније: *Ford Motors, Chrysler* и *General Motors* (према енг. *Automotive Industry Action Group - AIAG*)

- Услужна *FMEA* се користи за анализу услуга које се планирају пружити или створити како би се задовољили захтјеви купца.

FMEA метода се спроводи у тиму, који чине представници стручњака из одговарајућих пословних процеса, испуњавањем унапријед дефинисаних образаца.

За рангирање грешака у овој методи се користи број приоритета ризика (према енг. *Risk Priority Number - RPN*) који се добија множењем три фактора ризика и то озбиљност последице (према енг. *severity - S*), учесталост појављивања грешке (према енг. *occurrence - O*) и могућност откривања грешке (према енг. *detection - D*).

$$RPN = S \cdot O \cdot D$$

Ова три фактора и *RPN* дефинисани су према стандардним таблицама за аутомобилску индустрију које је такође предложио *AIAG*. Опсег *RPN*-а је од 1 до 1000, док озбиљност, појава и откривање имају опсег од 1 до 10. Корективне мјере треба подузети било када, али посебно када вриједност *RPN* прелази 100 или један од вриједности фактора ризика прелази вриједност 8.

2.4.1 НЕДОСТАЦИ *FMEA*

Као што је претходно поменуто, традиционална *FMEA* се показала као једна од најважнијих инжењерских метода за рангирање грешака и превенцију отказа. Међутим, многа питања још увијек треба ријешити ради даљег унапрјеђења ове методе.

У литературу постоји велики број радова који говори о недостацима традиционалне *FMEA* методе (*Wang et al., 2009; Kutlu & Ekmekçioğlu, 2012; Liu et al., 2015; Kumru & Kumru, 2013; Mangeli et al., 2019; Liu et al., 2013; Liu, 2016*). Најкритикованији недостатак *FMEA* је методологија одређивања *RPN* броја на основу кога се одређују приоритети грешака.

Оцјена грешака разматрана у *FMEA* оквиру има бројне недостатке које је потребно отклонити у циљу повећања тачности добијених резултата (*Liu et al., 2013; Liu, 2016*):

- Процјена вриједности озбиљности последице која настаје услед материјализације грешке, учесталости јављања и могућности откривања грешака, веома је тешко извршити користећи нумеричке скале мјера.
- Релативна важност озбиљности последице, учесталости јављања и могућности откривања грешака није једнака.
- Не постоји јасно објашњење које је математички засновано зашто се *RPN* рачуна према предложеној формули.
- Импликација губитка који се јавља у процесу производње, који настаје услед постојања двије или више грешака које имају исту вриједност индекса може да буде сасвим различита.

Многи аутори предлажу да вриједности и ранг грешака треба да буду наведени као проблем вишекритеријумске оптимизације (*Liu et al., 2016; Song et al., 2014*). Овај проблем се може ријешити коришћењем једне или комбинацијом неколико *MCDM* метода.

2.4.2 ПОБОЉШАЊА FMEA

Многи истраживачи сугеришу да би се сви недостаци *FMEA* методе могли елиминисати или значајно смањити употребом *MCDM* метода и теорије фази скупова (*Zimmermann, 2011; Atanassov, 1999*).

У литератури постоји много радова у којима се анализа грешака и одређивање приоритета менаџмент иницијатива заснивају на употреби *FMEA* оквира и *MCDM* метода које су проширене теоријом фази скупова (*Liu et al., 2019*). Треба нагласити да готово не постоје радови у којима се одређивање ранга грешака у производном процесу заснива на хибридном методама које интегришу *FMEA*, *MCDM* и *IFN*, као што је приказано у Табели 5.

Табела 5. Комбинација *FMEA*, *MCDM* и теорије фази скупова

Аутори	Релативна важност РФ	Одређивање вектора тежине РФ-а	Вриједност и РФ	Предложени метод	Домен примјене
<i>Liu et al., (2012)</i>	<i>TrIFN</i> ¹⁸	Предложена метода агрегације	<i>TrIFN</i> / Предложена метода агрегације	<i>IF-VIKOR</i>	Управљање ризиком у систему здравствене заштите
<i>Ilangkumaran et al., (2014)</i>	<i>TIFN</i> ¹⁹	<i>FAHP</i>	<i>TIFN</i>	<i>IF-AHP</i>	Производни процес
<i>Liu et al., (2014)</i>	<i>IVIFS</i> ²⁰	Еуклидова дистанца која је заснована на интуитивним отежаним бројевима који су добијени помоћу хибридног оператора	<i>IVIFS</i>	<i>IF-TOPSIS</i>	Анализа ризика у <i>colour super twisted nematic (CSTN)</i>
<i>Safari et al., (2014)</i>	<i>TIFN</i>	Метода фази средње вриједности	<i>TIFN</i>	<i>IF-VIKOR</i>	Анализа ризика у сложеним пројектима
<i>Liu et al., (2015)</i>	<i>TIFN</i>	<i>FAHP</i>	<i>TIFN</i>	<i>IF-VIKOR</i>	Управљање ризиком и систем здравствене заштите
<i>Liu et al., (2017)</i>	<i>IVIFS</i>	Метод максималне унакрсне ентропије	<i>IVIFS</i>	<i>IF-MABAC</i> ²¹	Анализа ризика у здравственом систему
<i>Sakthivel et al., (2018)</i>	<i>TIFN</i>	Фази агрегациони метод/ <i>FAHP</i>	<i>TIFN</i> / Предложен фази агрегациони метод	<i>IF-TOPSIS</i> / <i>IF-VIKOR</i>	Процјена ризика у прерађивачкој индустрији
<i>Mirghafoori</i>	<i>TIFN</i>	Метод фази	<i>TIFN</i> / 	<i>IF-VIKOR</i>	Анализира

¹⁸ Трапезоидни интуитивни фази бројеви (према енг. *Trapezoidal intuitionistic fuzzy numbers - TrIFN*)

¹⁹ Трогаони интуитивни фази бројеви (према енг. *Triangular intuitionistic fuzzy numbers - TIFN*)

²⁰ Интервални интуитивни фази скупови (према енг. *Interval valued intuitionistic fuzzy sets - IVIFS*)

<i>et al., (2018)</i>		ентропије	Метод фази средње вриједности		грешака у електронској библиотеци
<i>Tian et al., (2018)</i>	<i>TIFN</i>	<i>FBWM</i> ²² / <i>FOWA</i> ²³	<i>TIFN/FOWA</i>	<i>IF-VIKOR</i>	Анализа отказа у аутоматизованом производном систему
<i>Mangeli et al., (2019)</i>	<i>TIFN</i>	Логаритамско фази програмирање преференција	<i>TIFN</i>	<i>IF-TOPSIS</i>	Анализа ризика у производним предузећима
<i>Aleksić et al., (2019)</i>	<i>IT2TrIFN</i>	Метод фази средње вриједности	<i>IT2TrIFN</i>	<i>IT2TOPSIS</i>	Анализа ризика у производном процесу

Анализом радова (Табела 5), моделирање неизвјесности засновано је на коришћењу *TIFN* у радовима (*Ilangkumaran et al., 2014; Safari et al., 2014; Liu et al., 2015; Tian et al., 2018; Mangeli et al., 2019*) и *TrIFN* у раду (*Liu et al., 2012*). Неки аутори вјерују да се непрецизност и неодређеност могу боље описати ако се користе фази бројеви који имају већи степен слободе, као што су *IT2TrIFN* (*Aleksić et al., 2019*) и *IFN* (*Liu et al., 2014; Liu et al., 2017; Mirghafoori et al., 2018*). У овом раду, све постојеће неизвјесности моделиране су са *TIFN*, *TrIFN* и са *IVIFN*.

Треба нагласити да је неколико аутора сматрало утврђивање релативне важности РФ као проблем групног одлучивања што показује коришћење фази матрице парова упоређења (*Sakthivel et al., 2018; Tian et al., 2018*). Може закључити да су аутори који користе *IFN* за моделирање релативне важности РФ увели претпоставку да ДО користе методу директне процјене (*Liu et al., 2014; Liu et al., 2017; Mirghafoori et al., 2018*). У овом раду, уведена је претпоставка да релативну важност РФ на директан начин процјењују ДО из разматраних предузећа.

Многи аутори користе *FAHP* за израчунавање вектора тежина РФ (*Ilangkumaran et al., 2014; Liu et al., 2015; Sakthivel et al., 2018*).

У докторском раду, развијена су два модела за рангирање грешака. У моделу *IF-VIKOR*, вектори тежина РФ, добијени су коришћењем методе *AHP* са *IFN* (*IF-AHP*) (*Xu & Liao, 2013*). Укупни вектор тежина добијен је коришћењем *IFWA* оператора. Док су у моделу *IF-TOPSIS* вектори тежина РФ су добијени коришћењем оператора *IVIFWG*.

За рангирање грешака у радовима (*Sakthivel et al., 2018; Tian et al., 2018*) предложена је модификована *VIKOR* метода. Осим ове методе, често коришћена *MCDM* за рангирање грешака с обзиром на вриједности РФ и њихове тежине је модификована *TOPSIS* метода (*Liu et al., 2014; Sakthivel et al., 2018; Mangeli et al., 2019*).

Када се говори о подручју примјене *FMEA* методе, на основу рада (*Huang et al., 2020*), гдје је урађен систематски преглед литературе о побољшањима *FMEA* анализе од 1998 до 2018. године, може се видјети да се 38% свих радова односи на примјену ове методе у прерађивачкој индустрији.

²² Фази *Best worst* метода (према енг. *Fuzzy Best Worst Method - BWM*)

²³ Оператор отежане фази средње вредности (према енг. *Fuzzy Order Weighted Averaging operator – FOWA*)

2.5 АЛАТИ, МЕТОДЕ И ТЕХНИКЕ КВАЛИТЕТА

Постоје различите класификације и дефиниције алата, метода и техника квалитета. Неки аутори праве подјелу, док неки све називају алатима, а други све називају методама. У овом докторском раду ће се користити термин методе/технике квалитета.

Метода/техника квалитета су изузетно важне, јер без поузданих и потпуних информација практично је немогуће предузети ефикасне мјере усмјерене на побољшање производних процеса (*Herbert et al., 2003; Ahmed & Hassan, 2003; Sousa et al., 2005*). Оне могу сакупљати податке о губицима, грешкама и процесима који се дешавају у производном систему, а затим их трансформисати у информације неопходне за одржавање и повећање оперативних капацитета како би се испунили захтјеви квалитета. Такође, могу створити знање о процесима, засновано на искуству и колективном рјешавању проблема (*Anand et al., 2010; Linderman et al., 2004*).

Постоји велики број радова и књига у којима су дефинисани поступци и примјери примјене метода квалитета (*Tague, 2005; Hagemeyer et al., 2006; Ryan, 2011*). На примјер, веб страница Америчког друштва за квалитет (*ASQ*) у одјелку Алати за квалитет представља описе одабраних алата: њихова имена, намјене, поступке и, на крају, корисне примјере и коментаре (разматрања). И поред свега наведеног, може се рећи да не постоје радови у којима се избор метода квалитета врши примјеном оптимизационих метода.

У овом истраживању изабране су метода квалитета према *Tague (2005)* и то методе за прикупљање и анализа података и методе за анализу узрока. Наведене методе се користе при анализи грешака које доводе до *Lean* губитака, у циљу превентивног дјеловања од њиховог настанка и у циљу елиминације истих. У табели 6 су приказане коришћене методе/технике квалитета са кратим описом.

Табела 6. Опис метода/техника квалитета

Методе/технике квалитета	Опис
Листа усаглашених циљева (према енг. <i>Balanced scorecard - BSC</i>)	<i>BSC</i> је скуп мјера који пружа брз укупан увид у ефикасност организације или пословне јединице. Мјере су груписане у четири перспективе: клијент, интерно пословање, иновације и учење и финансије. Унутар сваке перспективе, мјере које одабере организација одражавају њену пословну стратегију. На сваком нивоу организације бирају се мјере, циљеви и акције које подржавају укупни систем бодова организације. <i>BSC</i> омогућава свима да планирају и прате побољшања у питањима која су најважнија за успјех организације.
Бенчмаркинг (према енг. <i>Benchmarking</i>)	Бенчмаркинг је структурирани процес за упоређивање радне праксе једне организације са најбољим сличним праксама које се могу идентификовати у другим организацијама, а на основу тога изналажење нових идеја, њихова адаптација и коришћење у организацији.
Кутијаста или бокс дијаграм (према енг. <i>Box and whisker plot</i>)	Графикон који сумира најважније статистичке карактеристике расподеле фреквенција за лако разумијевање и упоређивање. Даје информације о медијани и варијацији података.

Матрица узрок и последица (према енг. <i>Cause and effect matrix</i>)	Узрочно-последична матрица повезује кораке процеса са захтјевима купца. Захтјеви за оцјењивање важности и релевантности сваког корака процеса, за сваки захтјев, помажу при разумијевању најважнијих аспеката процеса за задовољење купаца.
Контролни лист (генерички) (према енг. <i>Check sheet (generic)</i>)	Контролни лист је структурирани, припремљени образац за систематско прикупљање, организовање и анализу података. Ово је генерички алат који се може прилагодити и користити у различите сврхе.
Дијаграм непредвиђених догађаја (према енг. <i>Contingency diagram</i>)	Дијаграм непредвиђених догађаја користи браинсторминг и процес негативног размишљања да би се идентификовао проблеме који се јављају у процесу или шта би могло да крене наопако у плану. Покреће се негативно размишљање да би се створила рјешења или превентивне мјере.
Табела за непредвиђене догађаја (према енг. <i>Contingency table</i>)	Табела непредвиђених догађаја (које се назива и унакрсна табела или двосмјерна табела) организује категоријалне податке за бољу анализу. Представља посебну врсту табеле за расподјелу фреквенција, гдје се истовремено приказују двије промјенљиве. Састоји се од колона и редова који представљају два различита начина анализе истог скупа података.
Контролне карте (према енг. <i>Control chart</i>)	Контролне карте указују на карактер промјене показатеља квалитета са временом. Користе се за утврђивање да ли је посматрани процес у стању статистичке контроле или изван ње, чиме се спрјечава појава неусаглашених производа (грешака и шкарт производа). Постоји много врста контролних карата. Свака карта је дизајниран за одређену врсту процеса или података.
Корелациона анализа (према енг. <i>Correlation analysis</i>)	Корелациона анализа помаже квантификовању линеарне везе између двије промјенљиве. Анализом се генерише коефицијент корелације r који говори да ли је веза линеарна, колико је јака и да ли је корелација позитивна или негативна.
Анализа трошкова лошег квалитета (према енг. <i>Cost-of-poor-quality analysis</i>)	Анализа трошкова лошег квалитета је начин проучавања дијаграма тока процеса ради идентификовања потенцијални проблеми. Трошкови лошег квалитета подразумевају трошкове који настају јер ствари нису урађене како треба први пут и сваки пут. Анализа помаже тиму да критички сагледа појединачне кораке процеса како би пронашао могућности за побољшање.
Критичка анализа квалитета (према енг. <i>Critical to quality analysis - CTQ</i>)	<i>CTQ</i> је начин проучавања дијаграма процеса како би се идентификовале карактеристике квалитета или карактеристике најважније за купца и пронашли проблеми. Анализа проучава улазе и излазе и идентификује кораке који утичу на квалитет излазних резултата процеса.
Дијаграм временског циклуса (према енг. <i>Cycle time chart</i>)	Дијаграм временског циклуса визуелно показује колико се времена троши у сваком кораку процеса. Често показује и повезане трошкове и/или да ли су кораци додавање вриједности или не.

Дизајнирање експеримента (према енг. <i>Design of experiments – DoE</i>)	Дизајн експеримената је метода за извођење пажљиво планираних експеримената на процесу. Коришћењем прописаног плана скупа експеримената и анализом података према одређеним поступцима, из минималног броја експеримената може се добити велика количина података. Одједном се може проучавати више варијабли, тако да је експериментисање јефтиније. Поред тога, могу се идентификовати интеракције између промјенљивих. Дизајн експеримената обично укључује низ експеримената који започињу широким посматрањем великог броја промјенљивих, а затим се фокусирају на неколико критичних.
Анализа могућих грешака и ефеката грешака (према енг. <i>Failure modes and effects analysis – FMEA</i>)	<i>FMEA</i> методе се користи за идентификацију и процјену потенцијалних грешака, те откривање узорака њихове појаве и последица које те грешке могу изазвати.
Анализа стабла отказа /FTA анализа (према енг. <i>Fault tree analysis – FTA</i>)	<i>FTA</i> анализа се користи током дизајнирања или редизајнирања система, процеса, производа или услуге, како би се идентификовали узроци потенцијалних отказа и пронашли начини да се превентивно дјелује у циљу спрјечавања отказа.
Ишикава дијаграм/ Дијаграм рибља кост / (према енг. <i>Ishikawa diagram / Fishbone diagram</i>)	Ишикава дијаграм представља шематски приказ који подсјећа на рибљу кост и који идентификује и приказује све узроке и подузроке који се односе на разматрани проблем.
Анализа поља утицаја сила (према енг. <i>Force field analysis</i>)	Анализа поља утицаја силе се користе када је потребно идентификовати кључне утицаје за и против спровођења промјена. Да би се промјена догодила, покретачке снаге морају бити јаче од сила ограничавања.
Хистограм (према енг. <i>Histogram</i>)	Хистограм се користи за графичко приказивање углавном нумеричких података. Приказује фреквенција расподјеле података и омогућава поређење података различитих ентитета.
Кућа квалитета / Функционални развој квалитета - QFD метода (према енг. <i>House of quality / Quality Functional Deployment - QFD method</i>)	<i>QFD</i> метода има облик матричног дијаграма и користи се за развој или побољшања производа или услуге, уз максимално задовољење захтјева корисника.
Тестирање хипотеза (према енг. <i>Hypothesis testing</i>)	Тестирање хипотезе користи се када се ради о великој популацији, али подаци су доступни само за узорак популације. Овај приступ се користи за одговарање на питања која су важна за побољшање квалитета.
Анализа значај-перформансе производа/услуге за купца (према енг. <i>Importance–performance analysis</i>)	Анализа значај-перформансе производа/услуге за купца проучава перцепцију купаца и о значају и о перформансама производа или услуга. Може помоћи при организацији дискусије са купцима о њиховим потребама и перцепцијама. Такође упоређује перцепцију купаца са перцепцијом организације, тражећи разлике које могу указивати на нетачне приоритете.

Матрица Јесте-није (према енг. <i>Is-is not matrix</i>)	Матрица Јесте-није представља водич за тражење узрока проблема. Изолирајући ко, шта, када, гдје и како у вези са догађајем, сужава истрагу на факторе који имају утицај и елиминише факторе који немају утицај. Упоредјујући у чему јесте проблем и шта није проблем, може се видјети шта је карактеристично код анализираног проблема, што доводи до могућих узрока.
Матрични дијаграм (генерички) (према енг. <i>Matrix diagram (generic)</i>)	Матрични дијаграм дефинисан је као алат за менаџмент планирања који се користи за анализу и приказ односа између скупова података. Приказује однос између двије, три или четири групе информација. Такође може давати информације о вези, као што су њена снага, улоге које играју различити појединци или мјере. Ово је генерички алат који се може прилагодити за најразличитије сврхе.
Рока Yoke/ Превенција грешака (према енг. <i>Poka Yoke / Mistake-proofing</i>)	Превенција грешака (<i>Mistake-proofing</i>) или његов јапански еквивалент „ <i>poka-yoke</i> “ је употреба било ког аутоматског уређаја или методе који или онемогућавају грешку или чине грешку одмах очигледном након што је дошло до појаве исте.
Графикон нормалне расподеле (према енг. <i>Normal probability plot</i>)	Овај графикон се користи за провјеру да ли скуп података има облик нормалне расподеле. То је дијаграм расипања стварних података на супрот броја који представља нормалну дистрибуцију. Ако су подаци из нормалне дистрибуције, графикон ће чинити праву линију. Може се користити да би се утврдило да ли подаци творе неку познату расподелу, као што је биномна или Поасонова.
Операционе дефиниције (према енг. <i>Operational definitions</i>)	Оперативне дефиниције су корисне дефиниције важних појмова и поступака у мјерењу или прикупљању података. Оне уклањају двосмисленост из ријечи или операција које се могу тумачити на различите начине. Сврха оперативних дефиниција је добијање резултати који су конзистентни и смислени.
Парето дијаграм (према енг. <i>Pareto chart</i>)	Парето или АБЦ дијаграм представља графичку методу анализе и идентификовања најважнијих проблема или откривања основних узорака проблема.
Индекс перформанси (према енг. <i>Performance index</i>)	Индекс перформанси надгледа перформансе када неколико карактеристика доприноси укупном квалитету. Породица од неколико мјерења увијена је у један укупан број.
PGCV индекс	PGCV индекс нумерички сумира перцепцију купаца и о значају и о учинку производа или услуга. Омогућава статистичку анализу података о задовољству купаца.

Студија способности процеса (према енг. <i>Process capability study</i>)	Студија способности процеса је испитивање варијација и расподјеле карактеристика процеса са циљем оцјене способности процеса за израду производа у границама расипања утврђеним техничким захтјевима. Студија израчунава индекс који се назива индекс способности процеса и упоређује варијацију процеса у односу на границе спецификације.
Радар дијаграм (према енг. <i>Radar chart</i>)	Радар дијаграм је графикон који личи на паукову мрежу. Приказује мјерења гдје неколико промјенљивих доприноси укупној слици. Све промјенљиве се сматрају једнако значајним.
Регресиона анализа (према енг. <i>Regression analysis</i>)	Регресиона анализа је статистички алат који се користи за проналажење модела односа између парова нумеричких података. Модел је линија или крива која најбоље одговара подацима. Резултати регресионе анализе су једначина за ту линију или криву, вриједност која се назива r^2 која указује на то колико добро одговара и друге статистичке мјере које показују колико се подаци подударују са моделом.
Дијаграм међусобних веза (према енг. <i>Relations diagram</i>)	Дијаграм међусобних веза дефинисан је као средство за планирање које приказује однос међу факторима у сложеној ситуацији. Приказује узрочно-последичне везе и његова главна сврха је да помогне у идентификовању односа који нису лако препознатљиви.
Студија поновљивост и репродуктивност (према енг. <i>Repeatability and reproducibility study – R&R</i>)	Студија поновљивости и репродуктивности (<i>R&R</i>) анализира варијације мјерног система који користи инструмент или мјерни уређај. Ова варијација се упоређује са уоченом укупном варијацијом у процесу. Главна сврха <i>R&R</i> студије је осигурати да варијација мјерења буде довољно мала да процјена мјерења заиста одражавају процес. <i>R&R</i> студије усредсређене су на двије врсте варијација: поновљивост, која је варијација добијена истим инструментом у поновљеним читавањима, и репродуктивности, која је варијација која се јавља када различити људи врше мјерење.
Табела захтјева (према енг. <i>Requirements table</i>)	Табела захтјева је формат за идентификовање купаца и њихових захтјева. Користи се при развоју или при раду са листом купаца или листом захтјева купаца.
Стабло захтјева и мјера (према енг. <i>Requirements and measures tree</i>)	Стабло захтјева и мјера је метода за организацију купаца, њихових захтјева и сродних података за производ или услугу. Стабло омогућује визуални приказ односа између ових елемената.
Временски дијаграм (према енг. <i>Run chart</i>)	Временски дијаграм је линијски графикон који приказује посматране податке у временском низу. Често приказани подаци представљају неки аспект резултата или перформанси производног или другог пословног процеса. За разлику од контролне карте, он не показује контролна ограничења.

Узорковање (према енг. <i>Sampling</i>)	Узорковање значи избор једне или више јединица из веће групе (скупа) како би се испитали или тестирали, а затим извукли закључке о цијелој групи.
Дијаграм расипања (према енг. <i>Scatter diagram</i>)	Дијаграми расипања представљају графички приказ резултата регресионе и корелационе анализе података. Приказује парове нумеричких података како би се пронашао њихов међусобни однос. Ако су промјенљиве у корелацији, тачке ће пасти дуж линије или криве и што је корелација боља, тачке ће боље фитовати линију.
SIPOC дијаграм (према енг. <i>SIPOC diagram</i>)	SIPOC дијаграм служи за прикупљање информација о свим релевантним елементима, укључујући добављаче, улазе, процес, излазе и купце. SIPOC пружа брз, широк приказ кључних елемената процеса.
Табла сценарија (према енг. <i>Storyboard</i>)	Табла сценарија је визуелни приказ мисли. Чини све аспекте процеса, организације, плана или концепта свима видљивим одједном. Укључује и креативни десни и аналитички лијеви мозак да би се постигло револуционарно размишљање.
Стратификација (према енг. <i>Stratification</i>)	Стратификација је техника за сортирање података сагласно неком критеријуму или правилу. Користи се у комбинацији са другим алатима за анализу података.
Анкета (према енг. <i>Survey</i>)	Анкете прикупљају податке од циљане групе људи о њиховим мишљењима, понашању или знању. Уобичајени типови анкета су писани упитници, непосредни или телефонски интервјуи, фокусне групе и електронска (путем е-поште или <i>web</i> локације). Анкете се обично користе са кључним заинтересованим странама, посебно купцима и запосленима, ради откривања потреба или процјене задовољства.
Дијаграм стабла (према енг. <i>Tree diagram</i>)	Користи се за систематско идентификовање свих активности које треба реализовати и приказује хијерархију задатака и подзадатака потребних за довршавање и постизање постављених циљева. Ово је генерички алат који се може прилагодити и користити у различите сврхе.
Анализа вриједности (према енг. <i>Value-added analysis</i>)	Анализа вриједности је начин проучавања процеса за идентификовање проблема. Анализа помаже тиму да критички сагледа појединачне кораке процеса како би разликовао оне који заиста додају вриједност за купца од оних који то не чине.
Табела гласа купца (према енг. <i>Voice of the customer table – VOC</i>)	VOC биљежи и организује информације о томе како купац користи производ или услугу. Додатне колоне на табели преводе глас купца у смислене и мјерљиве ставке за рад организације. Овај алат се често користи са QFD методом.

Дијаграм зашто-зашто (према енг. <i>Why-why diagram</i>)	Дијаграм зашто-зашто помаже да се идентификују основни узроци проблема. Поред тога, метода помаже тиму да препозна широку мрежу узрока проблема и везу између тих узрока. Може указати на најбоља подручја која треба обратити за краткорочна и дугорочна рјешења.
Дијаграм тока (према енг. <i>Work flow diagram</i>)	Дијаграм тока је графички приказ кретања кроз процес, коришћењем стандардизованих симбола. Дијаграм се састоји од мапе (као што је тлоцрт) подручја на коме се одвија процес и линија које приказују сва кретања (људи, материјала или информација). Дијаграм графички приказује неефикасност - непотребно кретање.
5W2H	5W2H је метода за постављање питања о процесу или проблему. Његова структура узима у обзир све аспекте ситуације. Пет W су ко, шта, када, гдје и зашто. Два H су колико или колико много.

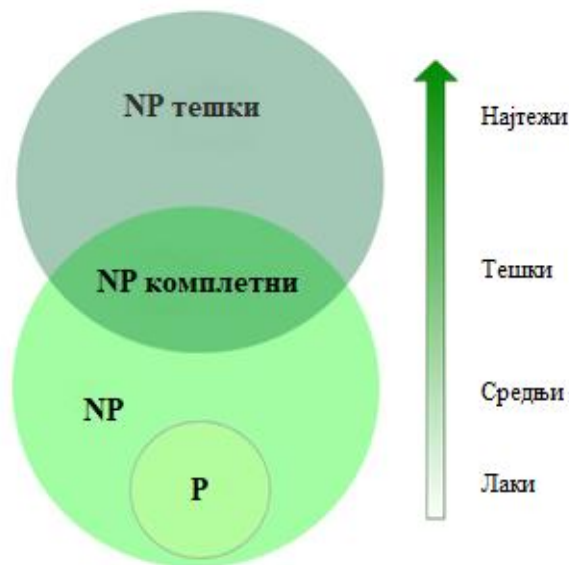
2.6 ОПТИМИЗАЦИОНЕ МЕТОДЕ – ОСНОВНА РАЗМАТРАЊА

Проблеми са оптимизацијом сусрећу се у многим доменима: наука, инжењерство, менаџмент и пословања. Оптимизацијом се постиже смањењем времена, трошкова и ризика или максимизација добити, квалитета и ефикасности.

У основи, процес оптимизације састоји се од три компоненте: модела, оптимизатора и симулатора (*Koziel & Yang, 2011*). Математички или нумерички модел представља приказ физичког проблема помоћу математичких једначина које се могу претворити у нумерички модел, а затим се могу нумерички ријешити.

Важан аспект рачунске теорије је сврставање проблема у класе сложености. Класа сложености представља скуп свих проблема који се могу ријешити коришћењем задате количине рачунарских ресурса. Класе сложености проблема одлучивања су приказане на слици 3. Проблеми који припадају класи сложености P (према енг. *Polynomial time*) су они проблеми који у општем случају могу бити ријешени примјеном неких од познатих алгоритама полиномске сложености. Класа сложености NP (према енг. *Non-deterministic polynomial time*) односи се на групу проблема чија се рјешења датог проблема могу верификовати примјеном алгоритама полиномске сложености. NP проблем је рјешив алгоритмом у полиномијалном времену недетерминистичком Туринговом машином (према енг. *Non-deterministic Polynomial-time algorithm*), док је P проблем рјешив алгоритмом у полиномијалном времену детерминистичком Туринговом машином (према енг. *Polynomial-time algorithm*).

Класа NP тешких (према енг. *NP hard*) спадају проблеми за које не постоји полиномски алгоритам помоћу којег се могу ријешити и који могу да се трансформишу један у други у полиномском времену (*Rothlauf, 2011*). Већина проблема у стварном свијету са оптимизацијом су NP тешки. Њима је потребно оптимално ријешити експоненцијално вријеме (осим ако је $P = NP$). Проблем спада у класу NP комплетних проблема (према енг. *NP complete*) ако припада класи NP и ако се сви остали NP проблеми могу алгоритмом полиномске сложености свести на дати проблем (*Talbi, 2009*).



Слика 3. Класе сложености проблема одлучивања (прилагођено према *Baeldung, 2020*)

У зависности од сложености, проблеми се могу ријешити детерминистичким и стохастичким методама (*Weise, 2009*), односно егзактним или апроксимативним методама (слика 4) (*Talbi, 2009*).



Слика 4. Класификација оптимизационих метода (прилагођено према *Talbi, 2009*)

Егзактне методе дају оптимална рјешења и гарантују њихову оптималност. За *NP* комплетне проблеме, егзактни алгоритми су неполиномно-временски алгоритми (осим ако је $P=NP$). Апроксимативне (или хеуристичке) методе генеришу висококвалитетна рјешења у разумном року за практичну употребу, али не постоји гаранција да ће се пронаћи глобално оптимално рјешење.

За рјешавање проблема глобалне оптимизације, касних 50-тих година 20. вијека, први пут су почеле да се користе егзактне методе и углавном су биле базиране на

принципу завади па владај. У класи егзактних метода убрајају се сљедећи класични алгоритми: динамичко програмирање, гранање и X породица алгоритама (гранање и ограничавање, гранање и сјечење, гранање и вредновање) развијени у заједници оперативних истраживања, програмирање ограничењем и A* породица алгоритама за претраживање (A*, IDA* - алгоритми са претрагом у дубини са итеративним продубљивањем) (Korf, 1985; Talbi, 2009) развијени у заједници вјештачке интелигенције. Ове метода дијели проблем на више потпроблема и тиме смањује његову комплексност. Једна од најшире примјењиваних егзактних метода је метода гранања и ограничавања (према енг. *Branch and bound* - BB), гдје се главни проблем дијели на гране (потпроблема). Због значаја за докторску дисертацију, ова метода ће бити детаљније приказана у наредном поглављу.

У класи апроксимативних метода могу се издвојити двије подкласе алгоритама: апроксимативни алгоритми и хеуристички алгоритми. За разлику од хеуристике, која проналази разумно „добра“ рјешења у разумном времену, алгоритми апроксимације пружају доказиви квалитет рјешења и доказиве границе времена рада. Хеуристика проналази „добра“ рјешења у случајевима великих проблема. Омогућује постизање прихватљивих перформанси по прихватљивим трошковима у широком спектру проблема. Генерално, хеуристика нема приближну гаранцију добијених рјешења. Може се класификовати у двије групе: специфична хеуристика и метахеуристика. Специфична хеуристика је прилагођена и дизајнирана за рјешавање одређеног проблема и/или инстанце. Метахеуристика представља алгоритме опште намјене који се могу примјенити за рјешавање готово свих проблема оптимизације. Могу се посматрати као опште методологије горњег нивоа које се могу користити као водећа стратегија у дизајнирању основне хеуристике за рјешавање специфичних проблеми са оптимизацијом.

Метахеуристика добија све већу популарност у последњих 20 година у различитим истраживачким областима и индустријама. Њена употреба у многим апликацијама показује њену ефикасност, као и ефикасност у рјешавању великих и сложених проблема.

За метахеуристику се могу користити многи критеријуми за класификацију. Према (Talbi, 2009), метахеуристика се дијели на:

- метахеуристика која је инспирисана природом и метахеуристика која није инспирисана природом.
- ону која користи меморију и на ону која не користи меморију и
- детерминистичку и стохастичку;
- ону која се базира на популацији рјешења и која се базира на једном рјешењу;
- итеративна насупрот похлепној метахеуристици.

Класификација метахеуристике на основу функционалних карактеристика је приказана на слици 5.



Слика 5. Класификација метахеуристике (прилагођено према *Sadigh et al., 2012*)

Међу најчешће кориштеним алгоритмима за оптимизацију су метахеуристички алгоритми инспирисани природом у које спадају еволутивни алгоритми (према енгл. *Evolutionary algorithm - EA*). Један од најпознатијих и најстаријих представника ових алгоритама су генетски алгоритми (према енгл. *Genetic algorithm - GA*) који су коришћени у овом докторском раду и о којима ће бити ријечи у наставку.

2.6.1 МЕТОДА ГРАНАЊА И ОГРАНИЧАВАЊА

Метода гранања и ограничавања је развијена је 1960. године (*Land & Doig, 2010*) у контексту рјешавања проблема цјелобројног линеарног програмирања. *BB* алгоритам једна је од најпопуларнијих метода за егзактно рјешавање проблема оптимизације.

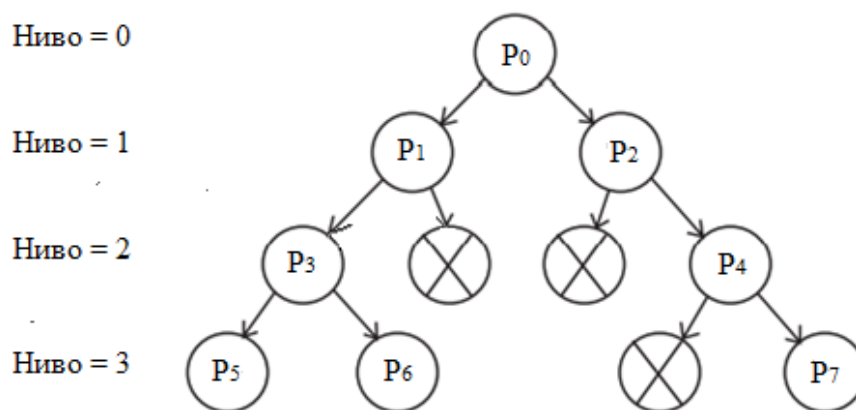
Назив „гранање и ограничавање“ потиче из двије основне операције:

- Гранање, које се састоји од подјеле колекција скупова рјешења у подскупове.
- Ограничавање, које се састоји од успостављања граница вриједности циљне функције у оквиру подскупова рјешења.

Поступак гранање и ограничавање укључује рекурзивну примјену операција гранања и ограничавања, са одредбама за одбацивања (обрезивања) подскупова за које се зна да не садрже оптимално рјешење. Рекурзивна операција састоји се од формирања нових колекција подскупова из којих су искључени они елементи за које се зна да не садрже оптимално изводљиво рјешење.

Итеративна *BB* шема ажурира горњу и доњу границу на свакој итерацији како би се смањило простор за претрагу. Свака итерација обухвата операције гранања, ограничавања и обрезивања. Операција гранања разлаже проблем на више малих потпроблема. Затим, операција ограничавања израчунава доњу и горњу границу за сваки потпроблем. На крају, операција обрезивања елиминира неперспективне (пасивне) потпроблема чије су горње границе мање од најбољег рјешења пронађеног до сада. Преостали перспективни (активни) потпроблеми прелазе на сљедећу итерацију и поступак се понавља. Алгоритам се прекида ако више нема чворова за гранање или су сви чворови елиминисани. Стога су најважнији концепти у дизајнирању ефикасне гране и везаног алгоритма квалитет граница и стратегија гранања.

На слици 6 приказано је стабло претраживања за *BB* (Shen et al., 2019), корјен P_0 представља изворни проблем, чвор P_i је i -ти потпроблем, а X представља обрезане потпроблема (тј. пасивне потпроблема).



Слика 6. Стабло претраживања за *BB* (прилагођено према Shen et al., 2019)

Ова метода има широку примјену при рјешавању различитих инжењерских проблема, у разним доменима оптимизације, попут производних линија (Bukchin & Rubinovitz, 2003; Cerqueus & Delorme, 2019) енергетских система (Mayer et al., 2016; Yokoyama et al., 2019), вишекритеријумске оптимизације (Przybylski & Gandibleux, 2017; Sharifghazvini et al., 2018) као и у домену осталих практичних проблема (Ozturk et al., 2017; Ghaddar & Jabr, 2019; Khara et al., 2021).

Метода *BB* је најчешћи начин за ефикасно проналажење оптималних рјешења за *NP* тешке проблеме комбинаторне оптимизације као што је проблем ранца (Shih, 1979; Martello, 1990; Shen et al., 2019; Coniglio et al., 2021).

2.6.2 ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТМИ

Седамдесетих година прошлог вијека, Џон Холланд са Универзитета у Мичигену је развио *GA* како би разумио адаптивне процесе природних система (Holland, 1975). Рад *GA* се заснива на итеративном поступку, односно на принципу креирања нових генерација и замјене претходних. Свака нова генерација представља скуп рјешења функције циља, а повећањем броја генерација, повећава се и тачност рјешења (Talbi, 2009).

Основни принцип је принцип преживљавања најспособнијих. Главне заслуге *GA* су њихова способност да пронађу оптимална или приближно оптимална рјешења са релативно скромним рачунским захтјевима. Три главне компоненте или генетски оператори у генетским алгоритмима су: укрштање, мутација и селекција или избор

најспособнијих (*Koziel & Yang, 2011*). Свако рјешење кодирано је у низу (често бинарном или децималном), који се назива хромозом. Дијелови хромозома су гени. *GA* генерише на случајан начин популацију која се састоји од репрезентативних јединки (хромозома) над којима се узастопно примјењују генетски оператори.

Базна процедура се заснива на сљедећем поступку (*Yang, 2010*):

- Кодирање циљева или функција оптимизације;
- Дефинисање фитнес функције или критеријума за одабир;
- Иницијализација популације појединаца;
- Процјена способности свих појединаца у популацији;
- Стварање нове популације извођењем укрштања, мутације, репродукције пропорционалне кондицији итд.;
- Развој становништва док се не испуне одређени критеријуми заустављања;
- Декодирање резултата ради добијања рјешења проблема.

Метода *GA* има двије главне предности у односу на традиционалне алгоритме: способност бављења сложеним проблемима и паралелизам. Без обзира да ли је функција циља стационарна или привремена, линеарна или нелинеарна, континуирана или дисконтинуирана, њоме се могу бавити *GA*.

Међутим, генетски алгоритми такође имају неке недостатке. Треба пажљиво спровести формулисање фитнес функције, употребу величине популације, избор важних параметара као што су стопа мутације и укрштања и критеријуми за одабир нове популације. Сваки неприкладан избор отежаће конвергирање алгоритма или једноставно даје бесмислене резултате. Упркос овим недостацима, *GA* су постали широко признати и популарни, данас имају широку примјену у науци, економији, истраживању и развоју. Они представљају један од најчешће коришћених алгоритама за оптимизацију у савременој нелинеарној оптимизацији.

У многим стварним проблемима егзактне методе не успијевају да пронађу добра рјешења у разумном року. *GA* се успешно примјењује у многим стварним проблемима, као и код различитих традиционалних комбинаторних проблема, посебно *NP* тешких проблема из различитих домена (*Senvar et al., 2013; Lu et al., 2019; Tadić et al., 2019*). Постоји више примјера примјене *GA* за рјешавање *NP* тешких проблема као што је проблем ранца (*Chu et al., 1998; Ahmed & Younas, 2011; Rezoug et al., 2018*) који је разматран у овом докторском раду.

Неколико варијанти *GA* предложено је током последњих неколико деценија, главни циљ многих од ових варијација је побољшање перформанси *GA* и убрзање његове конвергенције у проналажењу оптималног рјешења. Постоји већи број истраживање различитих варијација *GA*, као и хибридизација са другим алгоритмима (*Jiao & Wang, 2000; Rahman & Islam, 2014; Dong et al., 2018; Wu et al., 2009*).

3 МОДЕЛИРАЊЕ ЕГЗИСТИРАЈУЋИХ НЕИЗВЈЕСНОСТИ

У овом поглављу је приказан поступак моделирања неизвјесности везаних за тежине и вриједност критеријума на основу којих се оцјењују грешке у процесу производње. У моделу *IF- VIKOR* ове неизвјесности се описују *TrIFN* и дефинисане су лингвистичким исказима, док се у моделу *IF-TOPSIS*, описују *IVIFN* и такође су дефинисане лингвистичким исказима. Осим, наведеног приказан је и поступак моделирања неизвјесности при избору метода/техника квалитета.

3.1.1 МОДЕЛИРАЊЕ НЕИЗВЈЕСНОСТИ КОРИШЋЕЊЕМ *TrIFN*

Неизвјесности које постоје у моделу, као што су критеријуми (надаље РФ) релативне важности и њихове вриједности, процјењују ДО. Поштујући природу људског размишљања и доношења одлука, може се тврдити да ДО боље изражавају своје процјене користећи ријечи на природном језику умјесто прецизних бројева. У развијеном моделу *IF-VIKOR* моделирање унапријед дефинисаних лингвистичких исказа заснива се на *TrIFN* (Atanassov, 1999).

Фази оцјене релативне важности РФ дају ДО. Многи аутори вјерују да се релативни значај РФ може довољно добро описати коришћењем четири лингвистичка исказа (Hao et al., 2018).

Унапријед дефинисани лингвистички искази и њихови одговарајући *TrIFN* су приказани у Табели 7.

Табела 7. Релативна важност РФ

Лингвистички искази	<i>TrIFN</i>
Веома мала важност (<i>E</i>)	$([1,1,1,1]; 0.9,0.1)$
Мала важност (<i>L</i>)	$([1,1,2,5]; 0.8,0.1)$
Средња важност (<i>M</i>)	$([1,2.5,3.5,5]; 0.6,0.3)$
Велика важност (<i>H</i>)	$([1,4,5,5]; 0.7,0.2)$

Вриједности у домену ових *TrIFN* припадају скупу реалних бројева на интервалу [1-5]. Вриједност 1, односно вриједност 5 означава најмању, односно највећу релативну важност разматраних РФ. Вриједност функције припадности и функције неприпадности одређене су на основу процјене ДО. Они своје процјене заснивају на знању и искуству као и на подацима из евиденције. Преклапање *TrIFN* којима се описују релативне важности РФ је велико. То указује на недостатак знања ДО о важности разматраних РФ у МСП-а прерађивачког сектора.

Може се сматрати да сви ДО имају једнак значај у процесу доношења одлука, тако да се агрегација процјена ДО у јединствену оцјену добија примјеном фази оператора средње вриједности (Atanassov, 1999). Да би се провјерила тачност процјене ДО, неопходно је трансформисати агрегиране фази матрице парова упоређења у матрице парова упоређења. *Crisp* елементи матрице парова упоређења добијени су коришћењем методе момента (Atanassov et al., 2015). Вектор тежина РФ добијен је примјеном *IF-AHP* (Xu & Liao, 2013).

Претпоставља се да би се РФ могли адекватно описати коришћењем пет лингвистичких исказа који су моделирани са *TrIFN* како је приказано у табели 8.

Табела 8. Вриједности РФ

Лингвистички искази	TrIFN
Веома мала вриједност (VLV)	([1, 1, 2, 3.5]; 0.7,0.2)
Мала вриједност (LV)	([1, 2, 3, 4]; 0.8,0.1)
Средња вриједност (MV)	([3, 4.5, 5.5, 7]; 0.5,0.4)
Висока вриједност (HV)	([6, 7, 8, 9]; 0.6,0.3)
Врло висока вриједност (VHV)	([7.5, 8, 9, 9]; 0.8,0.1)

Домени ових *TrIFN* дефинисани су у заједничку мјерну скалу, [1-9]. Вриједност 1 означава најмању, а вриједност 9 највећу вриједност РФ. Функције припадности и функције неприпадности дефинисаних *TrIFN* дефинишу ДО.

Фази оцена вриједности РФ, у односу на тип, врши се на нивоу сваког МСП-а $e, e=1, \dots, E$. На овај начин се може сматрати да су сви разматрани РФ бенефитног типа и није неопходно извршити нормализацију. *IF-FPIS* и *IF-NIS* одређују се аналогно претпоставци коју је увео *Zhang et al., (2013)*. Отежана фази матрица одлучивања конструисана је коришћењем правила фази алгебре. Вриједност групне корисности и индивидуална вриједност жаљења добијају се примјеном поступка конвенционалног *VIKOR* и Еуклидове дистанце између два *TrIFN* (*Grzegorzewski, 2004*). Пошто се коефицијенти блискости израчунавају помоћу израза дефинисаног у конвенционалном *VIKOR*, они су *crisp* и зависе од коефицијента стратегије одлучивања. Добијени коефицијенти блискости се сортирају опадајућим редослиједом. Ранг грешака се одређује према коефицијенту блискости.

Приоритет менаџмент иницијатива које треба предузети како би се елиминисале идентификоване грешке одговара добијеном рангу. На овај начин, може се значајно повећати ефективност уз истовремену оптималну потрошњу ресурса.

3.1.2 МОДЕЛИРАЊЕ НЕИЗВЈЕСНОСТИ КОРИШЋЕЊЕМ IVIFN

Критеријуми релативне важности и њихове вриједности директно процјењују ДО који потичу из групе разматраних МСП. На нивоу једног МСП, ДО одлуку доносе консензусом. Они користе три унапријед дефинисана лингвистичка исказа, која су моделирани помоћу *IVIFS* (*Abdullah & Najib, 2016*), као што је приказано у табели 9.

Табела 9. Релативна важност РФ

Лингвистички искази	IVIFN
Мала важност (L)	([0.75,0.85], [0.1,0.15])
Средња важност (M)	([0.45,0.65], [0.25,0.35])
Велика важност (H)	([0.9,0.95], [0,0.05])

Значај разматраних МСП процјењује се према расту добити током последњих пет година пословања и означава се као $\omega_e, e = 1, \dots, E$. Тежина РФ је добијена коришћењем *IVIFWG* (*Xu, 2007a*).

Претпоставља се да би се вриједности РФ могле адекватно описати коришћењем пет лингвистичких исказа који су моделирани помоћу *IVIFN*, као што је приказано у табели 10.

Табела 10. Вриједности РФ

Лингвистички искази	IVIFN
<i>Веома мала вриједност (VLV)</i>	$([0.7,0.8], [0.15,0.2])$
<i>Мала вриједност (LV)</i>	$([0.75,0.85], [0.1,0.15])$
<i>Средња вриједност (MV)</i>	$([0.45,0.55], [0.4,0.45])$
<i>Висока вриједност (HV)</i>	$([0.5,0.6], [0.35,0.4])$
<i>Врло висока вриједност (VHV)</i>	$([0.8,0.9], [0.05,0.1])$

Фази оцена вриједности РФ сваке грешке врши се на нивоу сваког Lean губитка l , $l = 1, \dots, L$, узимајући у обзир врсту РФ. На овај начин се може сматрати да су сви разматрани РФ бенефитног типа и да није неопходно извршити нормализацију.

Конструише се отежана фази матрица одлучивања. Елементи ове матрице се рачунају као производ вриједности РФ и њихове тежине, и описани су са *IVIFN*, такође, поштујући правила фази алгебре. *IF-PIS* и *IF-NIS* се одређује као и у *radu Zhang et al., (2013)*. Дистанце од *IF-FPIS* и *IF-FNIS* одређене су примјеном Хемингове дистанце (*Grzegorzewski, 2004*). Кофицијент блискости добијен је коришћењем процедуре предложене у конвенционалној *TOPSIS* (*Hwang & Yoon, 1981*). Његове вриједности су описане прецизним бројевима и сортиране опадајућим редослиједом. Ранг грешака одређује се према вриједностима кофицијента блискости.

На овај начин се утврђују грешке на нивоу сваког Lean губитка које имају највећи утицај на поузданост и ефективност производног процеса у разматраном МСП.

Укупни индекс ризика који описују тежинске вриједности грешака које су на првом мјесту сваког Lean губитка је моделиран *IVIFS* према правилима фази алгебре (*Atanassov and Gregorov, 1986*).

Ниво ризика се може описати са три лингвистичка исказа и одговарајућим *IVIFN* (табела 11).

Табела 11. Ниво ризика

Ниво ризика	IVIFN
<i>низак ниво ризика (R1)</i>	$([0.65,0.85], [0.05,0.1])$
<i>средњи ниво ризика (R2)</i>	$([0.4,0.6], [0.2,0.2])$
<i>висок ниво ризика (R3)</i>	$([0.55,0.75], [0.1,0.1])$

Смањењем нивоа ризика долази до значајног побољшања поузданости и ефективности производног процеса. Ниво ризика производног процеса добија се примјеном фази АКО-ОНДА (према енгл. *fuzzy IF-THAN*) правила предложених у овом моделу.

Главне компоненте фази/лингвистичких система *IF-THEN* правила су евалуативни лингвистички изрази (*Novák, 2008*). Према (*Dvořák et al., 2015*), евалуативни искази представљају посебне исказе у природном језику који се користе кад год је важно процијенити ситуацију у којој се доноси одлука, одредити ток развоја процеса или у многим другим ситуацијама.

Поштујући добијене резултате ДО дефинишу менаџмент иницијативе. Ранг грешака на нивоу сваког Lean губитка одређује се према вриједности кофицијента блискости. На овај начин се одређује грешка који има највећи утицај на ефективност и поузданост производног процеса у МСП.

3.1.3 МОДЕЛИРАЊЕ НЕИЗВЈЕСНОСТИ ПРИ ИЗБОРУ МЕТОДА/ТЕХНИКА КВАЛИТЕТА КОРИШЋЕЊЕМ TIFN

Искуства најбоље праксе показују да ДО при избору метода/техника квалитета поштују многе критеријуме, а не само приоритет грешака. У овом истраживању предложено је да при одређивању скупа метода/техника квалитета неопходно поред приоритета грешака узети у обзир примјенљивост методе/технике и трошкове имплементације због ограничених финансијских средстава у МСП.

Фази оцјене релативне важности РФ заснивају се на унапријед дефинисаним лингвистичким изразима и њихови одговарајући *TIFN* су представљени у табели 12 (*Gojković et al., 2021*).

Табела 12. Релативна важност РФ (*Gojković et al., 2021*)

Лингвистички искази	TIFN
Мала важност (<i>L</i>)	([1,1,3.5]; 0.8,0.1)
Средња важност (<i>M</i>)	([1,3.5,5]; 0.6,0.3)
Велика важност (<i>H</i>)	([2.5,5,5]; 0.7,0.2)

Вриједности у домену ових *TIFN* припадају скуп реалних бројева на интервалу [1-5]. Вриједност 1 указује на најмању, а вриједност 5 на највећу релативну важност разматраних РФ. Преклапање *TIFN* који описују релативни значај РФ је велико. Ово указује на недостатак знања ДО о важности разматраних критеријума у МСП-има прерађивачке индустрије.

Оцјена вриједности РФ, \tilde{v}_{ik} одређена је од стране ДО на нивоу сваког МСП-а. Примјенљивост метода/техника квалитета *m* за анализу грешака *i*, \tilde{v}_{mi} , $i=1,\dots,I$, процјењује менаџер квалитета на нивоу сваког МСП и представљени су у табели 13 (*Gojković et al., 2021*).

Табела 13. Вриједности РФ и степен увјерења да су методе/технике квалитета примјенљиве (*Gojković et al., 2021*)

Лингвистички искази	TIFN
Веома мала вриједност (<i>VLV</i>)	([1, 1, 2.5]; 0.65,0.3)
Мала вриједност (<i>LV</i>)	([2, 3.5, 5]; 0.7,0.25)
Средња вриједност (<i>MV</i>)	([3.5, 5, 6.5]; 0.5,0.45)
Висока вриједност (<i>HV</i>)	([6, 7.5, 9]; 0.75,0.2)
Врло висока вриједност (<i>VHV</i>)	([7.5, 9, 9]; 0.8,0.15)

Домени ових *TIFN* дефинисани су у заједничкој мјерној скали [1-9]. Вриједност 1 означава најмању, а вриједност 9 највећу вриједност РФ.

Трошкови имплементације разматраних метода/техника квалитета, \tilde{c}_m су оцјењени од стране менаџера квалитетом и приказани су у Табели 14 (*Gojković et al., 2021*).

Табела 14. Трошкови имплементације метода/техника квалитета (*Gojković et al., 2021*)

Лингвистички искази	OPIS	TIFN
<i>Екстремно мали трошкови (C1)</i>	<i>Имплементација метода/техника квалитета готово да не захтијева трошкове</i>	$([0, 0.1, 0.25]; 0.7, 0.25)$
<i>Веомо мала вриједност (C2)</i>	<i>Имплементација метода/техника квалитета не захтијева опрему</i>	$([0.1, 0.3, 0.6]; 0.65, 0.3)$
<i>Средња вриједност (C3)</i>	<i>Имплементација метода/техника квалитета захтијева стандардну опрему</i>	$([0.3, 0.55, 0.7]; 0.55, 0.4)$
<i>Висока вриједност (C4)</i>	<i>Имплементација метода/техника квалитета захтијева примјену рачунарске опреме</i>	$([0.5, 0.75, 0.9]; 0.6, 0.3)$
<i>Врло висока вриједност (C5)</i>	<i>Имплементација метода/техника квалитета захтијева скупу специјализовану опрему</i>	$([0.7, 0.95, 1]; 0.65, 0.3)$

Домени ових *TIFN* дефинисани су у заједничкој мјерној скали [0-1]. Вриједност 0 означава најнижу, а вриједност 1 највећу вриједности трошкова имплементације.

4 ПРЕДЛОЖЕНИ МОДЕЛИ ЗА УНАПРЈЕЂЕЊЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У ПРЕРАЂИВАЧКОЈ ИНДУСТРИЈИ

Побољшања и унапрјеђења процеса производње играју веома важну улогу у успјеха, развоју и опстанку једног предузећа. Тежња за сталним побољшањима могућа је примјеном адекватних метода и техника. Будући да је прерађивачка индустрија покретач развоја, у раду је дат примјер анализе *Lean* губитака, односно идентификације и анализе грешака које доводе до *Lean* губитака у МСП који припадају прерађивачкој индустрији. Идентификовање, а затим елиминисање или смањењем утицаја грешака на нивоу процеса производње које могу довести до губитака, представља превентивно дјеловање у циљу спрјечавања настанка наведених губитака. Ово представља један од начина за повећање ефективност и поузданост како процеса производње тако и цијелог предузећа.

У овој докторској дисертацији разматран је проблем идентификације, оцјене, рангирања, затим предлагања метода/техника квалитета у циљу анализе грешака и на самом крају и њиховог елиминисања у предузећима прерађивачког сектора.

Проблем елиминисања грешака захтијева утрошак како материјалних тако и других ресурса. У циљу оптимизације утрошка ресурса и повећања ефикасности рјешавања проблема неопходно је да се одреди редослијед предузимања адекватних менаџмент мјера. Један од начина је предложен у овој докторској дисертацији, редослијед предузимања мјера треба да буде заснован на рангу грешака.

Пракса индустријског управљања показује да су у скоро сваком производном предузећу неуспјеси у оцјењивању и рангирању, као и прописивање одговарајућих

иницијатива за управљање које воде ка њиховом отклањању, једно од најважнијих питања одрживости и конкурентских предности.

Већ годинама предузећа се боре како би им методологије за рјешавање проблема биле ефикасније и ефективније. Запослени често не знају како се носити са великим бројем организационих инструмената који се користе у оперативним одлукама и извршним радњама (Hamrol, 2005). То се посебно односи на методе/технике квалитета које су најједноставније, али најбројније међу инструментима управљања (Starzyńska & Hamrol, 2013; McQuater et al., 1995; Tari & Sabater, 2004; Bamford & Greatbanks, 2005). Тимови који раде на рјешавању проблема, често имају проблем са избором најприкладнијих метода/техника квалитета за примјену.

Примјена метода/техника квалитета може довести до истовременог уклањања или смањења утицаја једне или више утврђених грешака у производном процесу. Поштујући ограничене ресурсе (новац, вријеме итд.). Може се закључити да је готово немогуће истовремено примијенити бројне методе/технике квалитета. У пракси је основни задатак ДО како одабрати скуп метода/техника квалитета чија примјена разматраног проблема може бити ефикасно ријешена у најкраћем могућем року.

У литератури не постоје предложени поступци, правила или препоруке о томе како изабрати методе/технике квалитета. Поштујући најбољу индустријску праксу, може се рећи да се избор метода/техника квалитета увијек заснива на знању и искуству менаџера квалитета. На овај начин, изабрани скуп метода/техника квалитета значајно је оптерећен субјективним ставовима ДО. Да би се повећала тачност рјешења, у овом истраживању се третирају проблем наводи као дискретни проблем оптимизације и рјешења се даје на егзактан начин.

Разматрани проблем се рјешава кроз двије фазе. У првој фази се идентификују грешке, а након тога се врши њихово оцјењивање и рангирање. У другој фази одређује редослијед примјене метода/техника квалитета у циљу превентивног дјеловања и спрјечавања настанка грешака.

За одређивање ранга грешака развијена су два модела. У првом моделу ранг грешака на нивоу предузећа одређује се примјеном *IF – VIKOR* методе са *TrIFN*, док се у другом моделу одређује примјеном *IF-TOPSIS* методе са *IVIFN*. Добијени резултат треба да омогући ДО на нивоу предузећа да донесу адекватне мјере које доводе до елиминисања грешака и истовремено до смањења Lean губитака.

Посматрана МСП-а у прерађивачкој индустрији која се разматрају у овом истраживању формално су представљена скупом индекса $\{1, \dots, e, \dots, E\}$. Укупан број разматраних МСП је означен са E , и $e, e=1, \dots, E$ је индекс предузећа.

Учени губици дефинисани Lean производњом формално су представљени скупом $\{1, \dots, l, \dots, L\}$. Укупан број разматраних Lean губитака означен је са L , и $l, l=1, \dots, L$ је индекс Lean губитака. Lean губици су: Непотребан транспорт ($l=1$), Непотребан ниво залиха ($l=2$), Непотребна кретања ($l=3$), Непотребни застоји (чекање) ($l=4$), Неодговарајућа обрада ($l=5$), Прекомјерна производња ($l=6$), Непотребне грешке (дефекти/поправке) ($l=7$) и Неискоришћени људски потенцијали ($l=8$).

Број и врсту грешака са аспекта сваког разматраног Lean губитака $l, l = 1, \dots, L$ одређују ДО (менаџер производње, вођа *FMEA* тима, менаџер квалитета и менаџер развоја). Како у литератури не постоје правила за утврђивање грешака у производном процесу, листа идентификованих грешака се заснива на знању и искуству ДО. Они своје процјене заснивају на искуству и на подацима из евиденције, респектујући Lean

губитке. Анализом добијених података може се тврдити да се у процесима производње предузећа прерађивачке индустрије настају исте грешке.

Формално идентификоване грешке са аспекта сваког губитка могу се представити скупом индекса $\{1, \dots, i, \dots, I\}$. Укупан број идентификованих грешака означава се са I , и $i, i = 1, \dots, I$ је индекс грешака. Процјена грешака може се извршити у односу на више РФ, који се формално могу представити скупом индекса $\{1, \dots, k, \dots, K\}$. Укупан број РФ означен је као K . Индекс РФ је $k, k = 1, \dots, K$.

У овом раду, идентификоване грешке процјењују се према три РФ: озбиљност последице ($k=1$), учесталост појављивања грешке ($k=2$) и могућност откривања грешке ($k=3$), аналогно *FMEA* методи (*Stamatis, 2003*).

Уводи се претпоставка да су озбиљност последице, учесталост појављивања грешке бенефитног типа, а могућност откривања грешака трошковног типа. Неизвјесности које постоје у моделу, као што су релативна важност критеријума и њихове вриједности, на директан начин процјењују ДО из групе разматраних МСП.

Циљ овог истраживања је да предложи модели за анализу и процјену нивоа ризика проистеклог из грешака које стварају Lean губитке на нивоу предузећа. Резултат који је добијен у првој фази, односно ранг грешака, даје одговор на питање којим редослиједом треба отклањати грешке. Ово је проблем који се разматра у другој фази.

Анализа грешака у циљу превентивног дјеловање и само елиминисање грешака може да се изврши примјеном једне или више метода/техника квалитета. У пракси се ДО сусрећу са проблемом које методе/технике примијенити за анализу сваке грешке сепаратно. Рјешење овога проблема заснива се на процјени ДО и самим тим има велики степен субјективности.

Анализа и смањење идентификованих грешака може се извршити примјеном бројних метода/техника квалитета које се формално могу представити скупом индекса $\{1, \dots, m, \dots, M\}$. Укупан број метода/техника квалитета означава се као M , и $m, m=1, \dots, M$ је индекс методе/технике квалитета. У овој докторској дисертацији изабране су методе/технике квалитета према *Tague (2005)* и то методе/технике за прикупљање и анализа података и методе/технике за анализу узрока.

Проблем избора метода/техника квалитета представља варијанту познатог Проблема ранца (према енг. *Knapsack problem – KP*). Проучава се деценијама и мада је у питање NP тежак проблем за који у општем случају не постоји рјешење у полиномијалном времену, постоје алгоритми и приступи који могу да нађу рјешење у псеудо-полиномијалном времену.

Класични *KP* може се дефинисати као пуњење ранца задатим скупом објеката са придруженим вриједностима и потребама простора повезаним с њима. *KP* има веома важне примјене у финансијском и индустријском домену, као што су расподјела ресурса, одлучивање о инвестицијама, контрола буџета, планирање производње (*Kellerer & Pferschy, 2004*), итд. Постоје многе варијанте *KP* које су представљене у истраживачкој литератури.

Тачније, овај проблем, представља варијанту проблема ранца и то растегљивог ранца (према енг. *Expandable KP/Rubber KP*), који нема фиксну вриједност ограничења, са циљем да се у скупу предмета задатих вриједности и тежина пронађе подскуп предмета са највећом укупном вриједношћу, подложен ограничењу укупне тежине (*Mathews, 1987; Kellerer & Pferschy, 2004*). Ограничење ранца није одређена вриједност

већ је функција броја елемената рјешења. У релевантној литератури, ова верзија КР је комплекснија од 0-1 КР и релативно ријетко је истраживана.

Овај проблем се може ријешити на различите начине. Многи истраживачи предлажу примјену *GA* за рјешавање *KP* (*Spillman, 1995, Ezugwu et al., 2018; Rezoug et al., 2018*). У почетку, *GA* генерише насумично популацију која се састоји од репрезентативних јединки (хромозома) над којима се сукцесивно примјењују генетски оператори мутације, укрштања и селекције. Фитнес функција се дефинише кроз функцију циља разматраног проблема. На основу вриједности фитнес функције доноси се одлука да ли репрезентативни појединац остаје у популацији или не. На тај начин случајно одабрана популација се трансформише у нову популацију.

Проналажење оптималног рјешења разматраног проблема заснива се на коришћењу *GA* (*Shanmugam et al., 2011*) и декомпоновањем проблема на потпроблеме и примјеном *BB* методе.

Рјешење проблема налази се разлагањем датог проблема у потпроблеме са одређеним бројем елемената рјешења. Сваки од горе описаних потпроблема је дводимензионални *KP*. Свако добијено рјешење може се даље разложити на неколико могућих субверзија због чињенице да многе методе/технике квалитета имају исту примјенљивост и/или трошкове имплементације, па су еквивалентне са становишта оптималности рјешења. На основу наведеног развијен је модел за избор метода/техника квалитета.

Један од главних циљева ове докторске дисертације је развој новог модела за рангирање грешака у процесу производње у прерађивачкој индустрији. Развијена су два модела за рангирање грешака. Први модел је заснован на *IF – VIKOR*, а други на *IF – TOPSIS* методи. На основу приоритета грешака ДО могу да одреде врсту и приоритет менаџмент иницијативе које треба да се предузму у циљу елиминисања идентификованих грешака, чиме би се повећала ефикасност процеса производње. Осим тога, развијен је модел за избор метода/техника квалитета у сврху анализе и елиминисања грешака које доводе *Lean* губитака.

Наведени модели су надаље приказани.

4.1 РАНГИРАЊЕ ГРЕШАКА ПРИМЈЕНОМ *IF – VIKOR*

Предложени модел представља методу *VIKOR* проширену са *TrIFN (IF-VIKOR)* и може се приказати кроз сљедеће кораке.

Корак 1. Фази оцјена релативне важности РФ *k* према *k'*, $k, k' = k = 1, \dots, K$; $k \neq k'$ дефинисана је од стране ДО на нивоу сваког предузећа *e*, $e = 1, \dots, E$:

$$\tilde{W}_{kk'}^e = ([a_{kk'}^e, b_{kk'}^e, c_{kk'}^e, d_{kk'}^e]; \mu_{kk'}^e, \vartheta_{kk'}^e) \quad \tilde{W}_{kk'}^e$$

Корак 2. Конструисање фази матрице парова упоређења релативне важности РФ:

$$[\tilde{W}_{kk'}]_{K \times K}$$

Гдје су:

$$\tilde{W}_{kk'} = \frac{1}{E} \cdot \sum_{e=1}^E \tilde{W}_{kk'}^e$$

и $\tilde{W}_{kk'} = ([a_{kk'}, b_{kk'}, c_{kk'}, d_{kk'}]; \mu_{kk'}, \vartheta_{kk'})$ који се добијају коришћењем фази оператора.

Корак 3. Трансформација фази матрице парова упоређења у матрицу парова упоређења помоћу (Atanassov et al., 2015):

$$[W_{kk'}]$$

Коришћењем методе сопствених вектора провјерава се конзистентност процјена ДО. Ако је индекс конзистентности С.И. мање или једнако 0,1 може се сматрати да грешке које су ДО направили у процјени не утичу значајно на тачност рјешења.

Корак 4. Одређивање вектора тежина РФ, $\tilde{\omega}_k$, $k=1,\dots,K$ заснива се на поступку који је предложен од стране Buckley (1985). Тако да:

$$\tilde{P}_k = \left(\left[\sqrt[k]{\prod_{k'=1}^K a_{kk'}}, \sqrt[k]{\prod_{k'=1}^K b_{kk'}}, \sqrt[k]{\prod_{k'=1}^K c_{kk'}}, \sqrt[k]{\prod_{k'=1}^K d_{kk'}} \right]; \mu_{1k}, \vartheta_{1k} \right)$$

$$\tilde{B}_k = \frac{1}{K} \cdot \sum_{k=1}^K \tilde{S}_k$$

Тако да:

$$\tilde{\omega}_k = \frac{\tilde{P}_k}{\tilde{B}_k} = ([a_k, b_k, c_k, d_k]; \mu_k, \vartheta_k)$$

Корак 5. Дата је фази матрица одлучивања на нивоу сваког предузећа $e, e = 1, \dots, E$:

$$[\tilde{x}_{ik}]_{I \times K}$$

Гдје је \tilde{x}_{ik} *TriFN* који описује вриједност РФ $k, k = 1, \dots, K$ за грешку $i, i = 1, \dots, I$, тако да је:

$$\tilde{x}_{ik} = ([l_{ik}, m_{ik}, n_{ik}, l_{ik}]; \lambda_{ik}, \nu_{ik})$$

Корак 6. Конструисање отежане фази матрице одлучивања на нивоу сваког предузећа $e, e=1,\dots,E$:

$$[\tilde{z}_{ik}]_{I \times K}$$

Гдје је \tilde{z}_{ik} *TriFN* који описује тежинску вриједност РФ $k, k = 1, \dots, K$ за грешку $i, i = 1, \dots, I$, тако да је:

$$\tilde{z}_{ik} = \tilde{\omega}_k \cdot \tilde{x}_{ik} = ([a_{ik}, b_{ik}, c_{ik}, d_{ik}]; \mu_{ik}, \vartheta_{ik})$$

Корак 7. Нака су *IF-FPIS*, \tilde{f}_k^+ , и *IF-FNIS*, \tilde{f}_k^- дати на сљедећи начин:

$$\tilde{f}_k^+ = \left(\left[\max_i a_{ik}, \max_i b_{ik}, \max_i c_{ik}, \max_i d_{ik}, \right]; 1, 0 \right)$$

$$\tilde{f}_k^- = \left(\left[\min_i a_{ik}, \min_i b_{ik}, \min_i c_{ik}, \min_i d_{ik}, \right]; 0, 1 \right)$$

Корак 8. Израчунавање вриједности групне корисности, $S_i, i=1,\dots,I$:

$$S_i = \sum_{k=1}^K \frac{d(\tilde{f}_k^+, \tilde{z}_{ik})}{d(\tilde{f}_k^+, \tilde{f}_k^-)}$$

Корак 9. Индивидуална вриједност жаљења за сваку грешку $i, i = 1, \dots, I$, \tilde{R}_i је:

$$R_i = \max_{k=1,\dots,K} \frac{d(\tilde{f}_k^+, \tilde{z}_{ik})}{d(\tilde{f}_k^+, \tilde{f}_k^-)}$$

Корак 10. Израчунавање коефицијент блискости сваке грешке $Q_i, i = 1, \dots, I$:

$$Q_i = \alpha \cdot \frac{S_i - S^+}{S^- - S^+} + (1 - \alpha) \cdot \frac{R_i - R^+}{R^- - R^+}$$

Гдје је:

$$S^+ = \min_{i=1, \dots, I} S_i, \text{ и } S^- = \max_{i=1, \dots, I} S_i$$

$$R^+ = \min_{i=1, \dots, I} R_i, \text{ и } R^- = \max_{i=1, \dots, I} R_i$$

Дистанца између два *TriFN* рачуна се коришћењем Еуклидове дистанце (*Wan et al., 2013*).

Тежински коефицијент стратегије одлучивања се означава са α , и $\alpha \in [0,1]$. Ако је $\alpha = 1$ онда се узима у обзир максимална групна корисност већине и минимално индивидуално жаљење за противника. У случају ако је $\alpha = 0$ онда се узима у обзир минимална групна корисност већине и максимално индивидуално жаљење за противника. За $\alpha = 0.5$ ДО одлуку доносе консензусом. Вриједност α бирају ДО према својим субјективним преференцијама.

Корак 11. Прецизне вриједности $Q_i, i = 1, \dots, I$ сортиране су растућим редослиједом. Ранг грешака одговара добијеном рангу.

Корак 12. Поштујући ранг грешака, одређују се методе квалитета помоћу којих се врши анализа грешака како би се смањили или потпуно елиминисали *Lean* губици и на тај начин повећала ефективност производног процеса.

4.2 РАНГИРАЊЕ ГРЕШАКА ПРИМЈЕНОМ IF - TOPSIS

Предложени модел представља методу *TOPSIS* проширену са *IVIFN* (*IF-TOPSIS*) и може се приказати кроз следеће кораке.

Корак 1. Фази оцена релативне важности РФ $k, k=1, \dots, K$ дефинисана је од стране ДО на нивоу сваког предузећа $e, e = 1, \dots, E$. Они користе унапријед дефинисане лингвистичке исказе моделиране са *IVIFS*:

$$\tilde{W}_k^e = ([a_k^e, b_k^e], [c_k^e, d_k^e])$$

Корак 2. Тежине РФ, $\tilde{\omega}_k = ([a_k, b_k], [c_k, d_k])$ се рачунају коришћењем *IVIFWG*:

$$\tilde{\omega}_k = \left(\left[\prod_{e=1, \dots, E} (a_k^e)^{w_e}, \prod_{e=1, \dots, E} (b_k^e)^{w_e} \right], \left[\left(1 - \prod_{k=1, \dots, K} (1 - c_k^e)^{w_e} \right), \left(1 - \prod_{k=1, \dots, K} (1 - d_k^e)^{w_e} \right) \right] \right)$$

Корак 3. Конструисање фази матрице одлучивања:

$$[\tilde{x}_{ik}^l]_{IxK}$$

Гдје је:

$\tilde{x}_{ik} = ([a_{ik}^l, b_{ik}^l], [c_{ik}^l, d_{ik}^l])$ је *IVIFS* који описује вриједности РФ $k, k=1, \dots, K$ за грешку $I, i=1, \dots, I$.

Корак 4. Конструисање отежане фази матрице одлучивања:

$$[\tilde{z}_{ik}^l]_{I \times K}$$

Гдје је:

$$\tilde{z}_{ik}^l = \tilde{\omega}_k \cdot \tilde{x}_{ik}^l = ([a_k \cdot a_{ik}^l, b_k \cdot b_{ik}^l], [c_k \cdot c_{ik}^l, d_k \cdot d_{ik}^l]) = ([\alpha_{ik}^l, \beta_{ik}^l], [\gamma_{ik}^l, \delta_{ik}^l])$$

Корак 5. Нека су $IF-FPIS$, $(\tilde{f}_k^l)^+$ и $IF-FNIS$, $(\tilde{f}_k^l)^-$ како слиједи:

$$(\tilde{f}_k^l)^+ = ([\max_i \alpha_{ik}^l, \max_i \beta_{ik}^l], [\min_i \gamma_{ik}^l, \min_i \delta_{ik}^l])$$

$$(\tilde{f}_k^l)^- = ([\min_i \alpha_{ik}^l, \min_i \beta_{ik}^l], [\max_i \gamma_{ik}^l, \max_i \delta_{ik}^l])$$

Корак 6. Рачунање дистанце од $IF-FPIS$, $d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$ и дистанце од $IF-FNIS$, $d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$ коришћењем Хемингове дистанце.

Корак 7. Коефицијент блискости за сваку грешку I , на нивоу сваког Lean губитка l , $l=1, \dots, L$ рачуна се према изразу:

$$c_i^l = \frac{\sum_{k=1, \dots, K} ((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)}{\sum_{k=1, \dots, K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l) + \sum_{k=1, \dots, K} ((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)}$$

Корак 8. Прецизне вриједности c_i^l се сортирају по опадајућем редослиједу. Ранг грешака одговара добијеном рангу.

Корак 9. Укупне вриједности грешака које се налазе прве у рангу на нивоу сваког губитка, \tilde{z}_i^l се добијају према изразу:

$$\tilde{z}_i^l = \bigcup_{k=1, \dots, K} \tilde{z}_{ik}^l$$

Корак 10. Укупни индекс нивоа ризика добија се на сљедећи начин:

$$\tilde{\rho} = \bigcap_{l=1, \dots, L; i=1, \dots, I} \tilde{z}_i^l$$

Корак 11. Ако је укупни индекс ризика, $\tilde{\rho}$ THEN ниво ризика је дат према правилу:

$$\min_{n=1, \dots, N} d(\tilde{\rho}, \tilde{r}_n)$$

Гдје су:

N је укупан број лингвистичких исказа који описују ниво ризика.

\tilde{r}_n , $n=1, \dots, N$ су $IVIFS$ којима су описани нивои ризика

Корак 12. Поштујући ниво ризика, одређују се методе квалитета помоћу којих се врши анализа грешака како би се смањили или потпуно елиминисали Lean губици и на тај начин повећала поузданост и ефективност производног процеса.

4.3 ИЗБОР МЕТОДА/ТЕХНИКА КВАЛИТЕТА ЗАСНОВАН НА ХЕУРИСТИЧКИМ И МЕТАХЕУРИСТИЧКИМ МЕТОДАМА

У наставку је представљен иновативни метод избора метода/техника квалитета (Gojković et al., 2021) у сврху анализе и отклањања грешака које доводе Lean губитака који се јављају у производним процесима МСП-а прерађивачке индустрије.

Корак 1. Релативну важност РФ k , $k=1,\dots,K$ процјењује сваки ДО e , $e=1,\dots,E$:

$$\tilde{W}_k^e$$

Корак 2. Агрегирана релативна важност РФ k , \tilde{W}_k , $k=1,\dots,K$, добија се коришћењем фази оператора средње вриједности:

$$\tilde{W}_k = \frac{1}{E} \cdot \tilde{W}_k^e$$

Корак 3. Репрезентативни скалар од TIFN, \tilde{W}_k , W_k , $k=1,\dots,K$ добија се коришћењем C-OWA оператора (Yager, 2004).

Корак 4. Конструисање вектора тежина РФ, $[\omega_k]_{1 \times K}$. Елемент вектора тежина РФ, ω_k добија се коришћењем поступка линеарне нормализације, тако да је:

$$\omega_k = \frac{W_k}{\sum_{k=1,\dots,K} W_k}$$

Корак 5. Вриједност сваког РФ, $k=1,\dots,K$ за сваку грешку i , $i=1,\dots,I$ процјењује ДО и може бити представљено са TIFN, \tilde{v}_{ik} .

Корак 6. Одређивање индекса приоритета за сваку грешку i , $i=1,\dots,I$ коришћењем фази геометријске средине:

$$\overline{RPN}_i = \prod_{k=1,\dots,K} (\tilde{v}_{ik})^{\omega_k}$$

Корак 7. Степен увјерења да су методе/технике квалитета примјенљиве за анализу утврђених грешака, \tilde{v}_{mi} и трошкови имплементације метода/техника квалитета, \tilde{c}_m процјењују ДО.

Корак 8. Утврдити примјенљивост методе/технике квалитета, \tilde{z}_{mi} , да се елиминише неуспјех i , $m=1,\dots,M$; $i=1,\dots,I$:

$$\tilde{z}_{mi} = \tilde{v}_{mi} \cdot \overline{RPN}_i$$

Корак 9. Нормализована вриједност примјенљивости методе/технике квалитета m на нивоу грешке i , $m=1,\dots,M$; $i=1,\dots,I$, је:

$$\tilde{r}_{mi} = \frac{\tilde{z}_{mi}}{\tilde{z}^*}$$

Гдје је, \tilde{z}^* максимална примјенљивост методе/технике, тако да је:

$$\tilde{z}^* = VHV \prod_{k=1,\dots,K} (VHV)^{\omega_k}$$

Корак 10. Укупна примјенљивост методе/технике m , $m=1,\dots,M$ добија се према изразу:

$$\tilde{r}_m = \max_{i=1,\dots,I}(\tilde{r}_{mi})$$

Рангирање неизвјесних вриједности, \tilde{r}_{mi} изводи се према скаларним вриједностима r_{mi} , тако да је:

$$r_m = \max_{i=1,\dots,I} defuzz(\tilde{r}_{mi})$$

Корак 11. Постављање *KP* проблема:

Фитнес функција:

$$\max_{j=1,\dots,J} \sum d(\tilde{r}_m, \tilde{c}_m)_j, \quad j \in \{1, \dots, m, \dots, M\}$$

Гдје се $d(\tilde{r}_m, \tilde{c}_m)$ рачуна као Хемингова дистанца између два *TIFN* (Grzegorzewski, 2004).

Циљ:

$$\frac{1}{J-1} \cdot \sum_{j=1,\dots,J} (d(\tilde{c}_m, \tilde{c}))^2 \leq \frac{1}{M-1} \cdot \sum_{m=1,\dots,M} (d(\tilde{c}_m, \tilde{c}))^2$$

Гдје је:

$$\tilde{c} = \frac{1}{M} \cdot \sum_{m=1,\dots,M} \tilde{c}_m$$

и

$$d(\tilde{r}_m, \tilde{c}_m)_j = \begin{cases} 1 & \text{ако је објекат изабран} \\ 0 & \text{у осталим случајевима} \end{cases}$$

Корак 12. Најближе оптимално рјешење третираног *KP* проблема проналази се коришћењем *GA*. Шеме кодирања разликују се према домену проблема. Познате шеме кодирања су бинарне, окталне, хексадецималне, засноване на вриједности и стаблу. Бинарно кодирање је коришћена шема кодирања у овој докторској дисертацији. Сваки хромозом је представљен помоћу бинарног низа. У бинарном кодирању сваки хромозом је 0 или 1. У *KP* проблему, бинарно кодирање се користи у *GA* за приказ присутности предмета, 1 за присуство предмета и 0 за одсуство предмета.

Почетно подешавање параметара са популацијом од 100 јединки постепено је смањено на 30 без губитка у квалитету избора, такође даљи пораст броја интеракција преко 1000 није био значајан.

Параметри за примјену *GA* су: генерацијски *GA*, избор родитељ окретањем точка за рулет, елитизам 0.05%, број јединки у популацији 30, избор 0.95, мутација 0.02 и број итерација 1000. Даље је дат дио кода примијењеног *GA*, који пружа услов да хромозом има тачно одређен број јединица. На овај начин се осигурава стварање исправних јединица без потребе за накнадним одбацивањем неисправних.

Сљедећи дио кода је дат у наставку (Gojković et al., 2021):

```
public string Generate(int NumberOfAllMeasures, int NumberOfMeasures)
{
    string ret = new String('0', NumberOfAllMeasures);
    int[] measuresRB = new int[NumberOfAllMeasures];
```

```

double[] measuresRand = new double[b NumberOfAllMeasures];
for (int i = 1; i <= NumberOfAllMeasures; i++)
{
    measuresRB[i-1] = i-1;
    measuresRand[i-1] = random.NextDouble();
}
Array.Sort(measuresRand, measuresRB);
char[] ch = ret.ToCharArray();
for (int i = 1; i <= NumberOfMeasures; i++)
{
    ch[measuresRB[i-1]] = '1';
}
return new string(ch);

```

5 СТУДИЈА СЛУЧАЈА

У циљу повећања ефективности процеса производње разматран је проблем анализе грешака у производном процесу који узрокују губитке у МСП прерађивачке индустрије. Третирани проблем оперативног менаџмента је сложен и може се подијелити на три потпроблема: (1) идентификација грешака, (2) анализа грешака и (3) одређивање адекватних мјера и њихових приоритета чија примјена може довести до отклањање утврђених грешака.

Предложена методологија је примијењена на податке из стварног живота. Коришћени подаци добијени су од 24 МСП из БиХ. МСП су из области прерађивачке индустрије која има врло важну улогу у БиХ, посебно када је у питању економски развој ове земље. Више од 15% укупног бруто домаћег производа (БДП), око 20% укупне запослености и готово 90% извоза припада прерађивачкој индустрији у БиХ (БХАС, 2020).

Поштујући резултате најбоље праксе, као и сопствено искуство, ДО су дефинисали грешке који се јављају у процесу производње. Након тога је формиран анкетни упитник који се састојао из три дијела у којима се врши процјена одговарајућих параметар од стране ДО одабраних предузећа. Анкетни упитник је дата у оквиру Прилога 5 ове докторске дисертације.

Након идентификације грешака, врши се њихова оцјена респектовањем три РФ која су дефинисана у *FMEA* методи: озбиљност посљедице (губитка) која настаје услед настајања грешака, учесталости јављања грешака и могућности откривања (детекције) грешака. Након што је уведена је претпоставка да разматрани критеријуми немају једнаку релативну важност, први дио упитника се односи на процјену важности критеријума. Одређивање релативне важности критеријума постављено је као задатак групног одлучивања. На нивоу сваког предузећа ДО су процијенили релативну важност разматраних критеријума, након чега се на нивоу сваког предузећа одређује тежина критеријума.

Други дио анкетног упитника се односи на процјена вриједности грешака на нивоу сваког Lean губитка. Процјена идентификованих грешака заснива се на *FMEA* оквиру коришћењем лингвистичких исказа.

У трећем дијелу анкетног упитника се врши процјена примјенљивости и трошкова имплементације метода/техника квалитета које се користе при анализи грешака.

Након добијања података из 24 МСП прерађивачке индустрије извршено је тестирање развијених модела, што је приказано у наредним поглављима.

5.1 ИДЕНТИФИКАЦИЈА ГРЕШАКА У ПРОЦЕСУ ПРОИЗВОДЊЕ

У литератури, као ни у пракси, не постоје правила или препоруке о томе како утврдити грешке на нивоу сваког Lean губитка. Идентификација грешака најчешће се заснива на процјени ДО као и у овом раду. Они своје процјене заснивају првенствено на искуству, подацима из евиденције и резултатима најбоље праксе.

За идентификацију и графичко представљање грешака који доводи до настајања губитака у процесу производње коришћен је Ишикава дијаграм. У литератури, Ишикава дијаграм још називају и дијаграм узрок-последица, због изгледа називају га и дијаграм рибља кост. Овај дијаграм омогућава да се на једном мјесту лако виде сви узроци и посљедице разматраног проблема.

Поступак конструисања дијаграма се састоји у дефинисању посљедице (нежељеног догађаја). У овом случају последица се манифестује кроз смањење ефективности процеса производње. Затим се врши процес дефинисања могућих узрока (у овом случају осам Lean губитака), конструисање и даљи развој дијаграма до селекције мањег броја узорака (грешака). У погледу резултата најбоље праксе, као и сопственог искуства, ДО су дефинисали грешке који се јављају у процесу производње. Ишикава дијаграм са свим идентификованим грешкама је приказан на слици 7. У наставку је дат преглед свих грешака које узрокују настанак Lean губитака.

Непотребан транспорт ($l=1$) узрокују сљедеће грешке: неразумијевање тока процеса ($i=1$), неодговарајући распоред технолошке опреме ($i=2$), велики складишни простор ($i=3$), неуспјешна комуникација ($i=4$) и коришћење старих *layout*-а ($i=5$).

Непотребан ниво залиха ($l=2$) узрокују сљедеће грешке: Неуравнотеженост материјалног тока ($i=1$), непоузданост добављача ($i=2$), прекомјерна набавка сировина ($i=3$), неразумијевање у комуникацији ($i=4$) и заштита компаније од ризика и неочекиваног догађаја ($i=5$).

Непотребна кретања ($l=3$) узрокују сљедеће грешке: лоша ергономија радног мјеста ($i=1$), велика растојања између радних мјеста ($i=2$), често помјерање руку ($i=3$), вишеструко узимање истог комада ($i=4$), запослени се морају кретати да би дошли до информација ($i=5$), ручни рад како би се компензовали неки недостаци у процесу производње ($i=6$) и неискуство оператера ($i=7$).

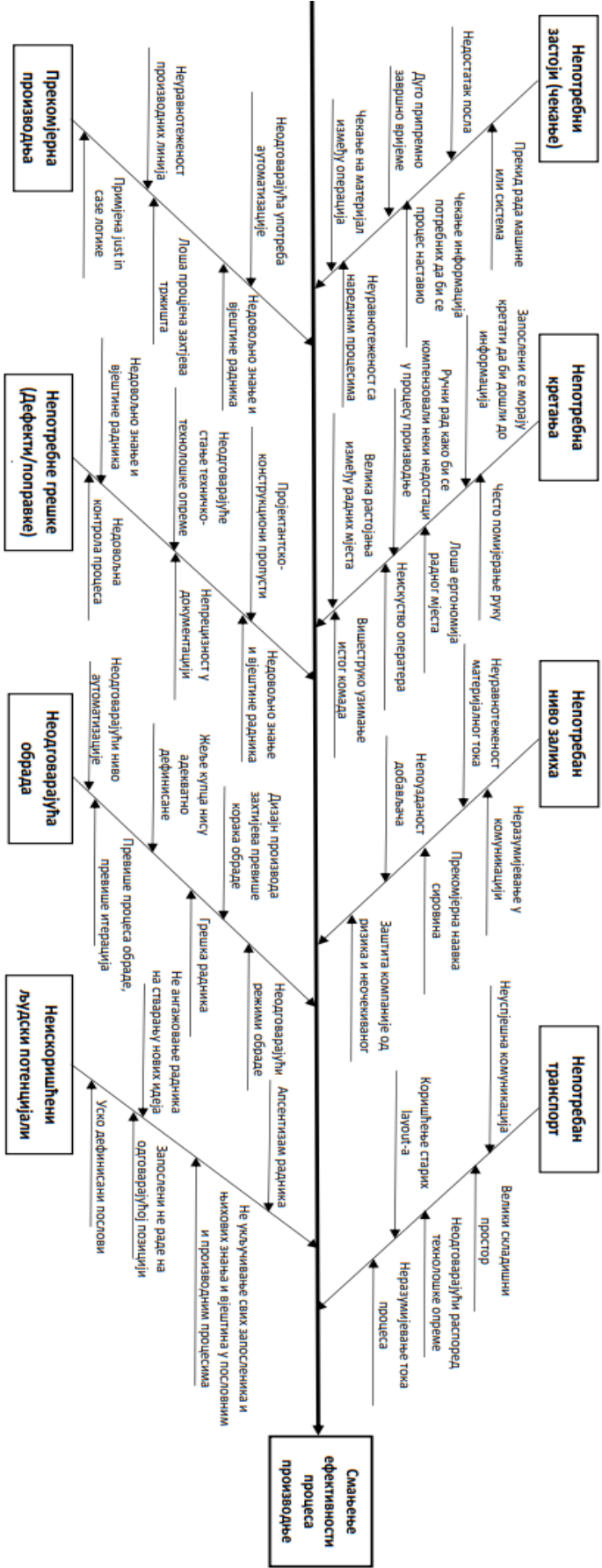
Непотребне застоје (чекање) ($l=4$) узрокују сљедеће грешке: чекање на материјал између операција ($i=1$), прекид рада машине или система ($i=2$), недостатак посла ($i=3$), чекање информација потребних да би се процес наставио ($i=4$), неуравнотеженост са наредним процесима ($i=5$) и дуго припремно завршно вријеме ($i=6$).

Неодговарајућу обрада ($l=5$) узрокују сљедеће грешке: неодговарајући ниво аутоматизације ($i=1$), неодговарајући режими обраде ($i=2$), грешка радника ($i=3$), дизајн производа захтијева превише корака обраде ($i=4$), превише процеса обраде, превише итерација ($i=5$) и жеље купца нису адекватно дефинисане ($i=6$).

Прекомјерну производњу ($l=6$) узрокују сљедеће грешке: неуравнотеженост производних линија ($i=1$), неодговарајућа употреба аутоматизације ($i=2$), лоша процјена захтјева тржишта ($i=3$), примјена *just in case* логике ($i=4$) и недовољно знање и вјештине радника ($i=5$).

Непотребне грешке (дефекти/поправке) ($l=7$) узрокују сљедеће грешке: недовољно знање и вјештине радника ($i=1$), непрецизност у документацији ($i=2$), недовољна контрола процеса ($i=3$), пројектантско-конструкциони пропусти ($i=4$) и неодговарајуће стање техничко-технолошке опреме ($i=5$).

Неискоришћени људских потенцијал ($l=8$) узрокују сљедеће грешке: уско дефинисани послови ($i=1$), не ангажовање радника на стварању нових идеја ($i=2$), запослени не раде на одговарајућој позицији ($i=3$), не укључивање свих запосленика и њихових знања и вјештина у пословним и производним процесима ($i=4$) и апсентизам радника ($i=5$).



Слика 7. Ишикава дијаграм

5.2 ПРИМЈЕНА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА IF-VIKOR

Предложени *IF-VIKOR* је илустрован је на примјеру рангирања грешака на нивоу сваког Leap губитка. Развијена методологија је представљена на случајно изабраном МСП ($e=12$).

Фази оцјене релативне важности РФ (корак 1 предложеног алгоритма) представљене су у табели 15.

Табела 15. Фази оцјене релативне важности РФ

	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6	e=7	e=8	e=9	e=10	e=11	e=12	e=13	e=14	e=15	e=16	e=17	e=18	e=19	e=20	e=21	e=22	e=23	e=24
\tilde{W}_{12}	E	M	M	E	E	M	M	E	E	L	M	M	M	E	M	M	M	L	E	M	E	E	M	E
\tilde{W}_{13}	E	E	E	1/ M	1/ M	E	E	M	M	L	H	H	H	L	M	M	H	E	M	H	M	M	H	1/ M
\tilde{W}_{23}	H	1/ M	1/ M	1/ M	1/ M	1/ M	1/ M	M	M	E	L	L	L	L	E	E	L	1/ L	M	L	M	M	L	1/ M

Израчунавање агрегираних вриједности елемената фази матрице парова упоређења релативне важности РФ (корак 2 предложеног алгоритма):

$$\tilde{W}_{12} = \frac{1}{24} \cdot \left\{ \begin{array}{l} 10 \cdot ([1,1,1,1]; 0.9,0.1) + 2 \cdot ([1,1,2,5]; 0.8,0.1) + \\ 12 \cdot ([1,2.5,3.5,5]; 0.6,0.3) \end{array} \right\}$$

$$\tilde{W}_{12} = \frac{1}{24} \cdot \left\{ \begin{array}{l} ([10,10,10,10]; 0.9,0.1) + ([2,2,4,10]; 0.8,0.1) + \\ ([12,30,42,60]; 0.6,0.3) \end{array} \right\}$$

$$\tilde{W}_{12} = ([1,1.75,2.33,3.33]; 0.6,0.3)$$

Дата је матрица парова упоређења:

$$\left[\begin{array}{ccc} ([1,1,1,1]; 0.9,0.1) & ([1,1.75,2.33,3.33]; 0.6,0.3) & ([0.90,2.09,2.74,3.50]; 0.6,0.3) \\ & ([1,1,1,1]; 0.9,0.1) & ([0.73,1.21,1.80,3.17]; 0.6,0.3) \\ & & ([1,1,1,1]; 0.9,0.1) \end{array} \right]$$

Поступак (корак 3 предложеног алгоритма) је:

$$\left[\begin{array}{ccc} 1 & 1.326 & 1.569 \\ & 1 & 0.978 \\ & & 1 \end{array} \right], C.I. = 0.004$$

Изрази (корак 4 предложеног алгоритма) су илустровани примјерима:

$$\tilde{P}_1 = \left(\left[\begin{array}{cc} \sqrt[3]{\prod_{k'=1}^3 1 \cdot 1 \cdot 0.90}, \sqrt[3]{\prod_{k'=1}^3 1 \cdot 1.75 \cdot 2.09}, \\ \sqrt[3]{\prod_{k'=1}^3 1 \cdot 2.33 \cdot 2.74}, \sqrt[3]{\prod_{k'=1}^3 1 \cdot 3.33 \cdot 3.50} \end{array} \right]; \min(0.9,0.6,0.6), \max(0.1,0.3,0.3) \right)$$

$$\tilde{S}_1 = ([0.96, 1.54, 1.85, 2.27]; 0.6,0.3)$$

На сличан начин се добијају:

$$\tilde{S}_2 = ([0.60, 0.80, 1.01, 1.47]; 0.6,0.3)$$

$$\tilde{S}_3 = ([0.45, 0.59, 0.73, 1.15]; 0.6,0.3)$$

$$\tilde{B} = ([2.01, 2.93, 3.59, 4.89]; 0.6,0.3)$$

Тежина РФ ($k=1$):

$$\tilde{\omega}_1 = \frac{\tilde{S}_1}{\tilde{B}} = \left(\left[\frac{0.96}{4.89}, \frac{1.54}{3.59}, \frac{1.85}{2.93}, \frac{2.27}{2.01} \right]; \min(0.6, 0.6, 0.6), \max(0.3, 0.3, 0.3) \right)$$

$$\tilde{\omega}_1 = ([0.19, 0.43, 0.63, 1.13]; 0.6, 0.3)$$

Тежина друга два РФ израчунавају се на сличан начин, тако да је:

$$\tilde{\omega}_2 = ([0.12, 0.22, 0.34, 0.73]; 0.6, 0.3)$$

$$\tilde{\omega}_3 = ([0.09, 0.16, 0.25, 0.57]; 0.6, 0.3)$$

Након израчунавања тежина РФ приступа се рангирању грешака на нивоу сваког Lean губитка.

Фази матрице одлучивања (корак 5 предложеног алгоритма) су дата у наставку:

Непотребан транспорт				Непотребан ниво залиха			
I=1	k=1	k=2	k=3	I=2	k=1	k=2	k=3
i=1	<i>LV</i>	<i>VLV</i>	<i>MV</i>	i=1	<i>LV</i>	<i>MV</i>	<i>MV</i>
i=2	<i>VLV</i>	<i>LV</i>	<i>MV</i>	i=2	<i>MV</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>
i=3	<i>VLV</i>	<i>VLV</i>	<i>VLV</i>	i=3	<i>VLV</i>	<i>VLV</i>	<i>HV</i>
i=4	<i>LV</i>	<i>MV</i>	<i>LV</i>	i=4	<i>VLV</i>	<i>LV</i>	<i>MV</i>
i=5	<i>LV</i>	<i>LV</i>	<i>VLV</i>	i=5	<i>VLV</i>	<i>MV</i>	<i>MV</i>
Непотребна кретања				Непотребни застоји (чекање)			
I=3	k=1	k=2	k=3	I=4	k=1	k=2	k=3
i=1	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>LV</i>	i=1	<i>VLV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>
i=2	<i>VLV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>	i=2	<i>LV</i>	<i>VLV</i>	<i>MV</i>
i=3	<i>MV</i>	<i>VHV</i>	<i>MV</i>	i=3	<i>MV</i>	<i>LV</i>	<i>VLV</i>
i=4	<i>MV</i>	<i>VHV</i>	<i>MV</i>	i=4	<i>VLV</i>	<i>LV</i>	<i>LV</i>
i=5	<i>LV</i>	<i>MV</i>	<i>LV</i>	i=5	<i>LV</i>	<i>MV</i>	<i>LV</i>
i=6	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>	i=6	<i>MV</i>	<i>HV</i>	<i>VLV</i>
i=7	<i>MV</i>	<i>LV</i>	<i>MV</i>				
Неодговарајућа обрада				Прекомјерна производња			
I=5	k=1	k=2	k=3	I=6	k=1	k=2	k=3
i=1	<i>HV</i>	<i>MV</i>	<i>LV</i>	i=1	<i>MV</i>	<i>LV</i>	<i>LV</i>
i=2	<i>MV</i>	<i>VLV</i>	<i>MV</i>	i=2	<i>VLV</i>	<i>LV</i>	<i>LV</i>
i=3	<i>HV</i>	<i>VHV</i>	<i>MV</i>	i=3	<i>HV</i>	<i>VHV</i>	<i>MV</i>
i=4	<i>LV</i>	<i>MV</i>	<i>MV</i>	i=4	<i>MV</i>	<i>LV</i>	<i>MV</i>
i=5	<i>VLV</i>	<i>LV</i>	<i>LV</i>	i=5	<i>VLV</i>	<i>LV</i>	<i>VLV</i>
i=6	<i>HV</i>	<i>VLV</i>	<i>MV</i>				
Непотребне грешке (дефекти/поправке)				Неискоришћени људски потенцијали			
I=7	k=1	k=2	k=3	I=8	k=1	k=2	k=3
i=1	<i>HV</i>	<i>HV</i>	<i>MV</i>	i=1	<i>HV</i>	<i>HV</i>	<i>LV</i>
i=2	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>	i=2	<i>HV</i>	<i>HV</i>	<i>MV</i>
i=3	<i>VHV</i>	<i>VHV</i>	<i>MV</i>	i=3	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>HV</i>
i=4	<i>MV</i>	<i>LV</i>	<i>MV</i>	i=4	<i>MV</i>	<i>VHV</i>	<i>HV</i>
i=5	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>	i=5	<i>VHV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>

Примјеном предложеног поступка (кораци од 6 до корака 7 предложеног алгоритма) добијају се отежане фази матрице одлучивања, *FPIS* и *FNIS*, које су дате у табелама 16 до 23.

Табела 16. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Непотребног транспорта

I=1	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.19,0.86,1.89,4.52]; 0.6,0.3)	([0.12,0.22,0.68,2.56]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=2	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=3	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.12,0.22,0.68,2.56]; 0.6,0.3)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.6,0.3)
i=4	([0.19,0.86,1.89,4.52]; 0.6,0.3)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.6,0.3)
i=5	([0.19,0.86,1.89,4.52]; 0.6,0.3)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.6,0.3)
IF-PIS	([0.19,0.86,1.89,4.52]; 1.0,0.0)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 1.0,0.0)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 1.0,0.0)
IF-FNIS	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.0,1.0)	([0.12,0.22,0.68,2.56]; 0.0,1.0)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.0,1.0)

Табела 17. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Непотребног нивоа залиха

I=2	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.19,0.86,1.89,4.52]; 0.6,0.3)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=2	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.54,1.12,2.00,5.13]; 0.6,0.3)
i=3	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.12,0.22,0.68,2.56]; 0.6,0.3)	([0.54,1.12,2.00,5.13]; 0.6,0.3)
i=4	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=5	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
IF-FPIS	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 1.0,0.0)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 1.0,0.0)	([0.54,1.12,2.00,5.13]; 1.0,0.0)
IF-FNIS	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.0,1.0)	([0.12,0.22,0.68,2.56]; 0.0,1.0)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.0,1.0)

Табела 18. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Непотребног кретања

I=3	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.6,0.3)
i=2	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.6,0.3)
i=3	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=4	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=5	([0.19,0.86,1.89,4.52]; 0.6,0.3)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.6,0.3)
i=6	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.6,0.3)
i=7	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
IF-FPIS	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 1.0,0.0)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 1.0,0.0)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 1.0,0.0)
IF-FNIS	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.0,1.0)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.0,1.0)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.0,1.0)

Табела 19. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Непотребних застоја (чекања)

i=4	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.6,0.3)
i=2	([0.19,0.86,1.89,4.52]; 0.6,0.3)	([0.12,0.22,0.68,2.56]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=3	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.6,0.3)
i=4	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.6,0.3)
i=5	([0.19,0.86,1.89,4.52]; 0.6,0.3)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.6,0.3)
i=6	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.72,1.54,2.72,6.57]; 0.6,0.3)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.6,0.3)
IF-FPIS	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 1.0,0.0)	([0.72,1.54,2.72,6.57]; 1.0,0.0)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 1.0,0.0)
IF-FNIS	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.0,1.0)	([0.12,0.22,0.68,2.56]; 0.0,1.0)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.0,1.0)

Табела 20. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Неодговарајуће обраде

i=5	k=1	k=2	k=3
i=1	([1.14,3.01,5.04,10.17]; 0.6,0.3)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.6,0.3)
i=2	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.12,0.22,0.68,2.56]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=3	([1.14,3.01,5.04,10.17]; 0.6,0.3)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=4	([0.19,0.86,1.89,4.52]; 0.6,0.3)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=5	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.6,0.3)
i=6	([1.14,3.01,5.04,10.17]; 0.6,0.3)	([0.12,0.22,0.68,2.56]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
IF-FPIS	([1.14,3.01,5.04,10.17]; 1.0,0.0)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 1.0,0.0)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 1.0,0.0)
IF-FNIS	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.0,1.0)	([0.12,0.22,0.68,2.56]; 0.0,1.0)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.0,1.0)

Табела 21. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Прекомјерне производње

i=6	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.6,0.3)
i=2	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.6,0.3)
i=3	([1.14,3.01,5.04,10.17]; 0.6,0.3)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=4	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=5	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.6,0.3)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.5,0.4)
IF-FPIS	([1.14,3.01,5.04,10.17]; 1.0,0.0)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 1.0,0.0)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 1.0,0.0)
IF-FNIS	([0.19,0.43,1.26,3.96]; 0.0,1.0)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.0,1.0)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.0,1.0)

Табела 22. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

i=7	k=1	k=2	k=3
i=1	([1.14,3.01,5.04,10.17]; 0.6,0.3)	([0.72,1.54,2.72,6.57]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=2	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.6,0.3)
i=3	([1.43,3.44,5.67,10.17]; 0.6,0.3)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=4	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=5	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.6,0.3)
IF-FPIS	([1.43,3.44,5.67,10.17]; 1.0,0.0)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 1.0,0.0)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 1.0,0.0)
IF-FNIS	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.0,1.0)	([0.12,0.44,1.02,2.92]; 0.0,1.0)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.0,1.0)

Табела 23. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

I=8	k=1	k=2	k=3
i=1	([1.14,3.01,5.04,10.17]; 0.6,0.3)	([0.72,1.54,2.72,6.57]; 0.6,0.3)	([0.09,0.32,0.75,2.28]; 0.6,0.3)
i=2	([1.14,3.01,5.04,10.17]; 0.6,0.3)	([0.72,1.54,2.72,6.57]; 0.6,0.3)	([0.27,0.72,1.38,3.99]; 0.5,0.4)
i=3	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.54,1.12,2.00,5.13]; 1.0,0.0)
i=4	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.5,0.4)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 0.6,0.3)	([0.54,1.12,2.00,5.13]; 1.0,0.0)
i=5	([1.43,3.44,5.67,10.17]; 0.6,0.3)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.5,0.4)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.6,0.3)
IF-FPIS	([1.43,3.44,5.67,10.17]; 1.0,0.0)	([0.90,1.76,3.06,6.57]; 1.0,0.0)	([0.54,1.12,2.00,5.13]; 1.0,0.0)
IF-FNIS	([0.57,1.94,3.47,7.91]; 0.0,1.0)	([0.36,0.99,1.87,5.11]; 0.0,1.0)	([0.09,0.16,0.50,2.00]; 0.0,1.0)

Резултати добијени употребом предложеног алгоритма (кораци 8 до 10 предложеног алгоритма) представљени су наредним табелама (табела 24 до 31). Урађена је анализа осјетљивости, израчунат је ранг грешака за вриједности $\alpha=0$; $\alpha=0.5$ и за $\alpha=1$. Даље је приказан прорачун Еуклидове дистанце:

$$d(\tilde{f}_1^+, \tilde{x}_{11}) = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{(0.57 - 1.14)^2 + (1.94 - 3.01)^2 + (3.47 - 5.04)^2 + (7.91 - 10.17)^2 + \max\{(0.5 - 1)^2, (0.4 - 0)^2\}}$$

$$(\tilde{f}_1^+, \tilde{x}_{11}) = 1.5263$$

Табела 24. Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,4479	0,9552	1,0000	4-5	0,5786	3	0,1571	2
i=2	1,7430	0,7933	0,0973	2	0,2324	2	0,3674	3
i=3	2,6308	0,9552	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=4	1,2274	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=5	2,0119	0,9285	0,8510	3	0,7050	4	0,5590	4

Највећи приоритет за настајање губитка који је означен као Непотребни транспорт на нивоу разматраног МСП има грешка Неуспјешна комуникација, односно Велики складишни простор, респективно.

Табела 25. Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,8270	0,8622	0,3646	2	0,4135	2	0,4624	2
i=2	1,1295	0,7933	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=3	2,1715	0,9823	1,0000	3-4-5	0,8454	4	0,6908	4
i=4	2,6378	0,9823	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=5	2,0059	0,9823	1,0000	3-4-5	0,7905	3	0,5810	3

Грешка која је означена као Непоузданост добављача има највише утицаја на настанак разматраног губитка. Најмањи приоритет на нивоу овог губитка готово подједнако имају грешке: Неразумијевање у комуникацији и Заштита компаније од ризика и неочекиваног догађаја.

Табела 26. Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,3522	0,7759	0,7353	3	0,6085	3	0,4817	4
$i=2$	2,3848	0,9823	1,0000	7	1,0000	7	1,0000	7
$i=3$	0,3925	0,2026	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=4$	0,3925	0,2026	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=5$	2,0533	0,8033	0,7705	4	0,8020	6	0,8336	6
$i=6$	1,5048	0,9285	0,9310	5	0,7447	5	0,5583	5
$i=7$	1,2845	0,9796	0,9966	6	0,7222	4	0,4477	3

Највећи приоритетна настајање овог губитка имају грешке: Често помјерање руку и Вишеструко узимање истог комада. Такође, јасно се закључује да грешка Велика растојања између радних мјеста готово да се може занемарити при анализи разматраног губитка.

Табела 27. Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2996	0,9823	1,0000	5-6	0,8900	5	0,7801	5
$i=2$	1,9878	0,9819	0,9977	4	0,7864	4	0,5750	4
$i=3$	1,9067	0,9285	0,6994	2-3	0,6105	3	0,5216	3
$i=4$	2,6341	0,9823	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=5$	1,9681	0,8033	0,0000	1	0,2810	1	0,5620	2
$i=6$	1,1135	0,9285	0,6994	2-3	0,3497	2	0,0000	1

На настајање губитка који је означен као Непотребних застоја (чекања) највише утицаја има реализација Неуравнотеженост са наредним процесима. Мада, при дефинисању стратегије побољшања неопходно узети у разматрање и утицај грешке Дуго припремно завршно вријеме. Најмањи приоритет на настајање разматраног губитка има грешка Чекање информација потребних да би се процес наставио.

Табела 28. Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,3793	0,9020	0,8797	3	0,6502	2	0,4206	3
$i=2$	1,6084	0,9836	0,9874	4-5	0,7515	5	0,5156	5
$i=3$	0,3653	0,2355	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,5411	0,8793	0,8497	2	0,6687	3	0,4877	4
$i=5$	2,7761	0,9931	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
$i=6$	1,2701	0,9836	0,9874	4-5	0,6813	4	0,3753	2

Губитак који је значен као Неодговарајућа обрада веома је значајан за менаџмент сваког предузећа. На настајање овог губитка највећи утицај има реализација грешке Грешка радника. При дефинисању стратегије побољшања готово да није потребно узети у разматрање грешку Неодговарајући режими обраде.

Табела 29. Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1449	0,9796	0,9829	2-3	0,8437	3	0,7045	3
$i=2$	2,7487	0,9931	1,0000	4-5	0,9702	4	0,9404	4
$i=3$	0,3412	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,5716	0,9796	0,9829	2-3	0,7318	2	0,4806	2
$i=5$	2,9013	0,9931	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5

Према многим истраживачима губитак који је означен као Прекомјерна производња има највећи утицај на ефективност и поузданост процеса производње. На овај губитак највећи утицај има реализација грешке Лоша процјена захтјева тржишта. Најмањи приоритет на настајање овог губитка има грешка Недовољно знање и вјештине радника.

Табела 30. Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,5761	0,2428	0,0517	2	0,0711	2	0,0904	2
$i=2$	2,3753	0,9728	0,9912	3-4	0,9956	4-5	1,0000	4-5
$i=3$	0,3973	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	2,1550	0,9796	1,0000	5	0,9443	3	0,8886	3
$i=5$	2,3753	0,9728	0,9912	3-4	0,9956	4-5	1,0000	4-5

Грешка Недовољна контрола процеса има највише утицаја на настанак губитка који је означен као Непотребне грешке (дефеката/поправки). Остале грешке које су дефинисане унутар разматраног губитка мијењају ранг у зависности од вриједности коефицијента блискости. Сходно томе, може да се каже да на нивоу овог предузећа је веома тешко дефинисати стратегију побољшања процеса производње унутар овога губитка.

Табела 31. Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,3664	0,8675	0,8190	2	0,6226	2	0,4263	3
$i=2$	0,8901	0,3912	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,0073	0,9728	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	1,2505	0,9728	1,0000	4-5	0,6613	3	0,3226	2
$i=5$	2,0054	0,9700	0,9952	3	0,9967	4	0,9983	4

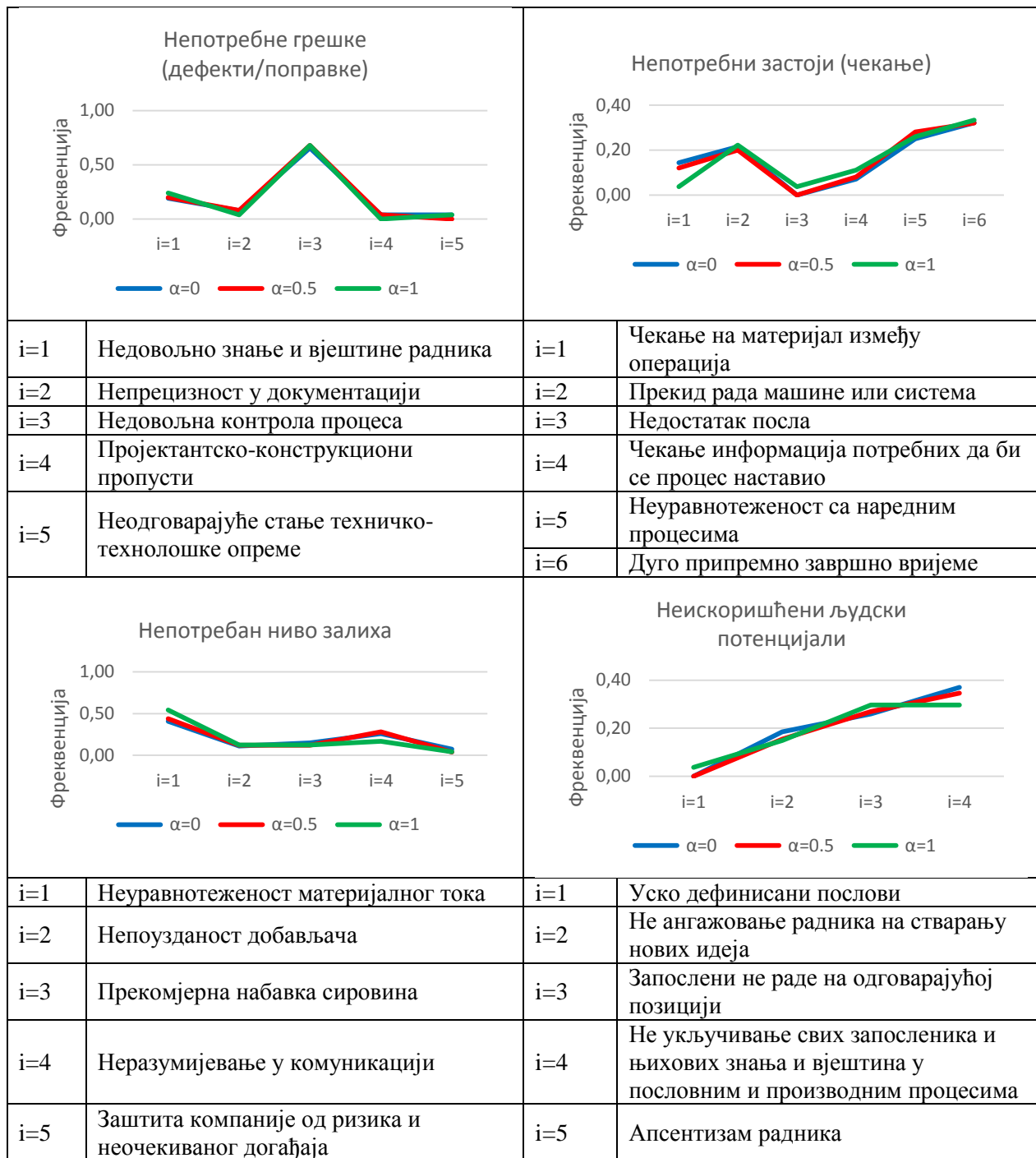
На настајање разматраног губитка највећи утицај има Не ангажовање радника на стварању нових идеја, док најмањи утицај има реализација грешке Запослени не раде на одговарајућој позицији, респективно.

Ранг грешака на нивоу сваког губитка и на нивоу сваког разматраног МСП-а је израчунат и приказан у Прилогу 3.

Фреквенција дистрибуције грешака које се налазе на првом мјесту у рангу на нивоу сваког Lean губитка за свих 24 МСП која су била укључена у истраживање приказана је у Табели 32.

Табела 32. Фреквенција дистрибуције грешака које се налазе на првом мјесту у рангу на нивоу сваког Lean губитка

i=1	Неразумијевање тока процеса	i=1	Неуравнотеженост производних линија
i=2	Неодговарајући распоред технолошке опреме	i=2	Неодговарајућа употреба аутоматизације
i=3	Велики складишни простор	i=3	Лоша процјена захтјева тржишта
i=4	Неуспјешна комуникација	i=4	Примјена <i>just in case</i> логике
i=5	Коришћење старих <i>layout</i> -а	i=5	Недовољно знање и вјештине радника
i=1	Лоша ергономија радног мјеста	i=1	Неодговарајући ниво аутоматизације
i=2	Велика растојања између радних мјеста	i=2	Неодговарајући режими обраде
i=3	Често помјерање руку	i=3	Грешка радника
i=4	Вишеструко узимање истог комада	i=4	Дизајн производа захтијева превише корака обраде
i=5	Запослени се морају кретати да би дошли до информација	i=5	Превише процеса обраде, превише итерација
i=6	Ручни рад како би се компензовали неки недостаци у процесу производње	i=6	Жеље купца нису адекватно дефинисане
i=7	Неискуство оператера		



Анализом добијених резултата који су приказани у Табели 32 може јасно да се закључи да при дефинисању стратегије побољшања процеса производње у МСП прерађивачке индустрије треба разматрати следеће грешке: Велики складишни простор, Неодговарајућа употреба аутоматизације, Велика растојања између радних мјеста, Дизајн производа захтијева превише корака обраде, Превише процеса обраде, превише итерација, Непрецизност у документацији, Пројектантско-конструкциони пропусти, Неодговарајуће стање техничко-технолошке опреме, Недостатак посла, Непоузданост добављача и Уско дефинисани послови.

На основу добијених резултата и анализе осјетљивости, може да се закључити да коефицијент блискости готово да не утиче на приоритет грешака на нивоу сваког анализираног губитка.

5.3 ПРИМЈЕНА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА IF-TOPSIS

Предложени *IF-TOPSIS* је илустрован је на примјеру рангирања грешака на нивоу сваког Lean губитка. Развијени методологија је представљена на случајно одабраном МСП ($e=15$).

Фази оцјене релативне важности критеријума од стране ДО приказане су у Табели 33 (Gojković et al., 2021). ДО који потичу из првих пет предузећа имају највећу важност, $w_1 = 0.37$, наредних 13 предузећа имају средњу важност, $w_2 = 0.33$, и ДО који потичу из последњих 6 предузећа имају најмању важност, $w_3 = 0.3$.

Табела 33. Фази оцјене релативне важности критеријума (Gojković et al., 2021)

	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6	e=7	e=8	e=9	e=10	e=11	e=12	e=13	e=14	e=15	e=16	e=17	e=18	e=19	e=20	e=21	e=22	e=23	e=24
k=1	H	H	M	H	H	M	H	H	H	M	H	H	H	M	H	H	H	M	H	H	H	H	H	M
k=2	H	M	M	M	M	M	M	H	H	L	M	M	M	M	M	M	M	L	H	M	H	H	M	M
k=3	L	H	H	M	H	H	L	M	M	L	L	L	L	L	M	M	L	M	M	L	M	M	L	H

Агрегиране тежине разматраних РФ израчунавају се помоћу *IVIFWG* (Корак 2 предложеног алгоритма). Овај поступак је илустрован следећим примјером:

$$a_1 = (0.9^{0.37})^4 \cdot (0.45^{0.37})^1 \cdot (0.9^{0.33})^9 \cdot (0.45^{0.33})^4 \cdot (0.9^{0.3})^5 \cdot (0.45^{0.3})^1 = 0.11$$

$$b_1 = (0.95^{0.37})^4 \cdot (0.65^{0.37})^1 \cdot (0.95^{0.33})^9 \cdot (0.65^{0.33})^4 \cdot (0.95^{0.3})^5 \cdot (0.65^{0.3})^1 = 0.31$$

$$c_1 = 1 - [((1 - 0)^{0.37})^4 \cdot ((1 - 0.25)^{0.37})^1 \cdot ((1 - 0)^{0.33})^9 \cdot ((1 - 0.25)^{0.33})^4 \cdot ((1 - 0)^{0.3})^5 \cdot ((1 - 0.25)^{0.3})^1] = 0.44$$

$$d_1 = 1 - [((1 - 0.05)^{0.37})^4 \cdot ((1 - 0.35)^{0.37})^1 \cdot ((1 - 0.05)^{0.33})^9 \cdot ((1 - 0.35)^{0.33})^4 \cdot ((1 - 0.05)^{0.3})^5 \cdot ((1 - 0.35)^{0.3})^1] = 0.69$$

Тако да је:

$$\tilde{\omega}_1 = ([0.11, 0.31], [0.44, 0.69])$$

Вектор тежина друга два РФ израчунава се на сличан начин:

$$\tilde{\omega}_2 = ([0.01, 0.08], [0.80, 0.92])$$

$$\tilde{\omega}_3 = ([0.03, 0.15], [0.69, 0.85])$$

Фази матрице одлучивања (корак 3 предложеног алгоритма) су дата у наставку:

Непотребан транспорт				Непотребан ниво залиха			
I=1	k=1	k=2	k=3	I=2	k=1	k=2	k=3
i=1	HV	MV	MV	i=1	LV	HV	MV
i=2	MV	MV	MV	i=2	MV	MV	VLV
i=3	HV	LV	VLV	i=3	LV	LV	MV
i=4	MV	VLV	MV	i=4	HV	MV	LV
i=5	VHV	VLV	VLV	i=5	MV	VLV	MV

Непотребна кретања				Непотребни застоји (чекање)			
I=3	k=1	k=2	k=3	I=4	k=1	k=2	k=3
i=1	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>	i=1	<i>HV</i>	<i>MV</i>	<i>LV</i>
i=2	<i>VHV</i>	<i>LV</i>	<i>LV</i>	i=2	<i>HV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>
i=3	<i>MV</i>	<i>HV</i>	<i>MV</i>	i=3	<i>MV</i>	<i>LV</i>	<i>MV</i>
i=4	<i>HV</i>	<i>HV</i>	<i>VLV</i>	i=4	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>MV</i>
i=5	<i>VHV</i>	<i>LV</i>	<i>VLV</i>	i=5	<i>HV</i>	<i>MV</i>	<i>MV</i>
i=6	<i>VHV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>	i=6	<i>MV</i>	<i>HV</i>	<i>MV</i>
i=7	<i>HV</i>	<i>HV</i>	<i>LV</i>				

Неодговарајућа обрада				Прекомјерна производња			
I=5	k=1	k=2	k=3	I=6	k=1	k=2	k=3
i=1	<i>LV</i>	<i>VLV</i>	<i>MV</i>	i=1	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>MV</i>
i=2	<i>HV</i>	<i>LV</i>	<i>VLV</i>	i=2	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>MV</i>
i=3	<i>HV</i>	<i>MV</i>	<i>LV</i>	i=3	<i>HV</i>	<i>LV</i>	<i>LV</i>
i=4	<i>MV</i>	<i>LV</i>	<i>MV</i>	i=4	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>MV</i>
i=5	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>MV</i>	i=5	<i>LV</i>	<i>LV</i>	<i>LV</i>
i=6	<i>VHV</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>				

Непотребне грешке (дефекти/поправке)				Неискоришћени људски потенцијали			
I=7	k=1	k=2	k=3	I=8	k=1	k=2	k=3
i=1	<i>HV</i>	<i>MV</i>	<i>LV</i>	i=1	<i>VLV</i>	<i>VLV</i>	<i>MV</i>
i=2	<i>HV</i>	<i>LV</i>	<i>MV</i>	i=2	<i>MV</i>	<i>VLV</i>	<i>VLV</i>
i=3	<i>VHV</i>	<i>MV</i>	<i>MV</i>	i=3	<i>HV</i>	<i>LV</i>	<i>LV</i>
i=4	<i>HV</i>	<i>LV</i>	<i>MV</i>	i=4	<i>MV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>
i=5	<i>VHV</i>	<i>MV</i>	<i>VLV</i>	i=5	<i>LV</i>	<i>MV</i>	<i>LV</i>

Према предложеном алгоритму (корак 4 до корак 5), отежане фази матрице одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* су дате у табелама 34 до 41.

Табела 34. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Непотребног транспорта

I=1	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=2	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=3	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
i=4	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.01,0.06], [0.12,0.18])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=5	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.01,0.06], [0.12,0.18])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
IF-FPIS	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
IF-FNIS	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])

Табела 35. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Непотребног нивоа залиха

I=2	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.08,0.27], [0.04,0.10])	([0.00,0.05], [0.28,0.37])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=2	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
i=3	([0.08,0.27], [0.04,0.10])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])

i=4	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
i=5	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.01,0.06], [0.12,0.18])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
IF-FPIS	([0.08,0.27], [0.04,0.10])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
IF-FNIS	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])

Табела 36. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Непотребног кретања

I=3	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
i=2	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
i=3	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.05], [0.28,0.37])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=4	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.00,0.05], [0.28,0.37])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
i=5	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
i=6	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
i=7	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.00,0.05], [0.28,0.37])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
IF-FPIS	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
IF-FNIS	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])

Табела 37. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Непотребних застоја (чекања)

I=4	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
i=2	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
i=3	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=4	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=5	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=6	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.05], [0.28,0.37])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
IF-FPIS	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
IF-FNIS	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])

Табела 38. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Неодговарајуће обраде

I=5	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.08,0.27], [0.04,0.10])	([0.01,0.06], [0.12,0.18])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=2	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
i=3	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
i=4	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=5	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=6	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.09], [0.24,0.34])
IF-FPIS	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
IF-FNIS	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])

Табела 39. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Прекомјерне производње

I=6	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=2	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=3	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
i=4	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=5	([0.08,0.27], [0.04,0.10])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
IF-FPIS	([0.08,0.27], [0.04,0.10])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
IF-FNIS	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])

Табела 40. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

I=7	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
i=2	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=3	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=4	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=5	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
IF-FPIS	([0.09,0.28], [0.02,0.07])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
IF-FNIS	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])

Табела 41. Отежана фази матрица одлучивања, *IF-FPIS* и *IF-FNIS* на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

I=8	k=1	k=2	k=3
i=1	([0.08,0.25], [0.07,0.14])	([0.01,0.06], [0.12,0.18])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])
i=2	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.01,0.06], [0.12,0.18])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
i=3	([0.05,0.19], [0.15,0.27])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
i=4	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.12], [0.10,0.17])
i=5	([0.08,0.27], [0.04,0.10])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
IF-FPIS	([0.08,0.27], [0.04,0.10])	([0.01,0.07], [0.08,0.14])	([0.02,0.13], [0.07,0.13])
IF-FNIS	([0.05,0.17], [0.17,0.31])	([0.00,0.04], [0.32,0.41])	([0.01,0.08], [0.28,0.38])

Дистанце између *IF-FPIS* и *IF-FNIS*, вриједности коефицијента блискости и ранг грешака (корак 6 до корака 8 предложеног алгоритма) на нивоу свих губитака за изабрано предузеће ($e=15$) приказани су у наредним табелама (табела 42 до 49).

Табела 42. Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$i=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3594	0,0193	0,0510	4
i=2	0,3787	0,0000	0,0000	5
i=3	0,1159	0,2629	0,6941	2
i=4	0,2657	0,1131	0,2986	3
i=5	0,0226	0,3561	0,9403	1

Највећи приоритет за настајање губитка који је означен као Непотребни транспорт на нивоу разматраног МСП има грешка Коришћење старих *layout*-а, а након

ње и Велики складишни простор. При дефинисању стратегије побољшања готово да није потребно узети у разматрање грешку Неодговарајући распоред технолошке опреме.

Табела 43. Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2425	0,1385	0,3635	3
$i=2$	0,2731	0,1079	0,2831	5
$i=3$	0,1294	0,2516	0,6603	1
$i=4$	0,2323	0,1488	0,3904	2
$i=5$	0,2679	0,1131	0,2968	4

На настајање губитка означеног као Непотребан нивоа залиха највећи утицај има реализација грешке Прекомјерна набавка сировина. Најмањи, али никако занемарљив, приоритет на нивоу овог губитка имају грешке Непouzданост добављача и Заштита компаније од ризика и неочекиваног догађаја

Табела 44. Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0258	0,1149	0,8166	3
$i=2$	0,0447	0,1985	0,8163	4
$i=3$	0,4494	0,0800	0,1511	7
$i=4$	0,4350	0,2457	0,3609	6
$i=5$	0,0216	0,1079	0,8333	1-2
$i=6$	0,0216	0,1079	0,8333	1-2
$i=7$	0,2289	0,1714	0,4281	5

Највећи приоритет на нивоу губитка Непотребно кретање готово подједнако имају грешке: Запослени се морају кретати да би дошли до информација и Ручни рад како би се компензовали неки недостаци у процесу производње. При дефинисању стратегије побољшања неопходно је узети у разматрање и утицај грешака: Лоша ергономија радног мјеста и Велика растојања између радних мјеста. Најмањи приоритет има грешка Често помјерање руку.

Табела 45. Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0000	0,1294	1,0000	1
$i=2$	0,0216	0,1079	0,8333	2
$i=3$	0,2651	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=4$	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=5$	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=6$	0,2618	0,0226	0,0795	3

На настајање губитка који је означен као Непотребних застоја (чекања) највише утицај има реализација грешке Чекање на материјал између операција, а затим Прекид рада машине или система, респективно. Најмањи приоритет на настајање разматраног

губитка имају грешке: Недостатак посла, Чекање информација потребних да би се процес наставио и Неуравнотеженост са наредним процесима.

Табела 46. Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1714	0,2289	0,5719	3
$i=2$	0,1374	0,2629	0,6567	2
$i=3$	0,2516	0,1488	0,3716	4
$i=4$	0,2646	0,1357	0,3390	5
$i=5$	0,4003	0,0000	0,0000	6
$i=6$	0,1079	0,2924	0,7305	1

Грешка Жеље купца нису адекватно дефинисане има највећи утицај на реализацију губитка Неодговарајућа обрада. Најмањи приоритет на настајање разматраног губитка има грешка Превише процеса обраде, превише итерација.

Табела 47. Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3810	0,0000	0,0000	3-4-5
$i=2$	0,3810	0,0000	0,0000	3-4-5
$i=3$	0,0966	0,2844	0,7466	2
$i=4$	0,3810	0,0000	0,0000	3-4-5
$i=5$	0,0000	0,3810	1,0000	1

Познато је да губитак као што је Прекомјерна производња може довести до материјализације осталих губитака. На настајање овог губитка највећи утицај има реализација грешке Недовољно знање и вјештине радника. Најмањи приоритет на нивоу овог губитка подједнако имају грешке: Неуравнотеженост производних линија, Неодговарајућа употреба аутоматизације и Примјена *just in case* логике.

Табела 48. Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2516	0,1294	0,3397	4
$i=2$	0,2453	0,1357	0,3561	2-3
$i=3$	0,2651	0,1159	0,3041	5
$i=4$	0,2453	0,1357	0,3561	2-3
$i=5$	0,1573	0,2237	0,5872	1

На настајање губитка Непотребних грешака (дефеката/поправки) највећи утицај има реализација грешке Неодговарајуће стање техничко-технолошке опреме. При дефинисању стратегије побољшања неопходно је узети у разматрање и утицај грешака: Непрецизност у документацији и Пројектантско-конструкциони пропусти. Најмањи приоритет на настајање разматраног губитка има грешка Недовољна контрола процеса.

Табела 49. Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$i=8$	$\sum_{k=1,\dots,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,\dots,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1714	0,2096	0,5502	4
$i=2$	0,1601	0,2209	0,5799	3
$i=3$	0,0966	0,2844	0,7466	1
$i=4$	0,2731	0,1079	0,2831	5
$i=5$	0,1357	0,2453	0,6439	2

На настајање губитка Неискоришћени људски потенцијали највећи утицај има грешка Запослени не раде на одговарајућој позицији, а након ње и Апсентизам радника, док најмањи утицај има реализација грешке Не укључивање свих запосленика и њихових знања и вјештина у пословним и производним процесима.

Ранг грешака на нивоу сваког губитка и на нивоу сваког разматраног МСП-а је израчунат и приказан у Прилогу 4.

Укупна вриједност грешака које се налазе на првом мјесто у рангу на нивоу сваког посматраног Lean губитка дата је поступком (корак 9 предложеног алгоритма) и представљена у табели 50.

Табела 50. Укупне вриједности грешака које су на првом мјесту у рангу на нивоу свих губитака

Губици	Грешке	\tilde{z}_i^l
Непотребан транспорт	Коришћење старих <i>layout</i> -а	([0.09,0.28],[0.02,0.07])
Непотребан ниво залиха	Прекомјерна набавка сировина	([0.08,0.27],[0.04,0.10])
Непотребна кретања	Запослени се морају кретати да би дошли до информација	([0.09,0.28],[0.02,0.07])
Непотребни застоје (чекање)	Чекање на материјал између операција	([0.05,0.19],[0.07,0.13])
Неодговарајућа обрада	Жеље купца нису адекватно дефинисане	([0.09,0.28],[0.02,0.07])
Прекомјерна производња	Недовољно знање и вјештине радника	([0.08,0.27],[0.04,0.10])
Непотребне грешке (дефекти/поправке)	Неодговарајуће стање техничко-технолошке опреме	([0.09,0.28],[0.02,0.07])
Неискоришћени људских потенцијала	Запослени не раде на одговарајућој позицији	([0.05,0.19],[0.07,0.13])

Примјеном предложеног поступка (корак 10 предложеног алгоритма), укупни индекс ризика је:

$$\tilde{\rho} = \bigcap_{l=1,\dots,L:i=1,\dots,I} \tilde{z}_i^l$$

$$\tilde{\rho} = ([0.05,0.19],[0.07,0.13])$$

Коришћењем модификованих правила фази логике одређен је ниво ризика у производном процесу разматраног предузећа МСП (корак 11 предложеног алгоритма):

$$\min(d(R1, \tilde{\rho}), d(R2, \tilde{\rho}), d(R3, \tilde{\rho})), \text{ тако да:}$$

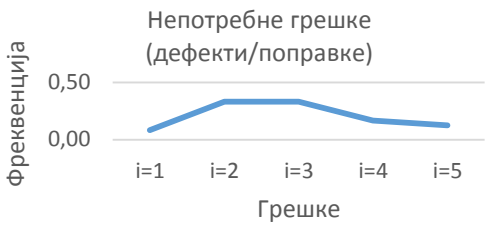

$$\min(0.326, 0.240, 0.278) = 0.240$$

Из наведеног произилази да се ниво ризика у производном процесу у разматраном МСП може описати као средњи.

Ранг грешака на нивоу сваког Lean губитка за свако разматрано МСП одређује се примјеном предложеног *IF-TOPSIS*. За истраживаче, као и за практичаре, важне су информације које се грешке налазе на првом мјесту у рангу на нивоу сваког Lean губитка. Фреквенција појаве грешака које се јављају на првом мјесту у рангу, на нивоу сваког губитка, поштујући сва разматрана МСП, представљена је у Табели 51.

Табела 51. Фреквенција дистрибуције грешака које се налазе на првом мјесту у рангу на нивоу сваког Lean губитка

i=1	Неразумијевање тока процеса	i=1	Неуравнотеженост производних линија
i=2	Неодговарајући распоред технолошке опреме	i=2	Неодговарајућа употреба аутоматизације
i=3	Велики складишни простор	i=3	Лоша процјена захтјева тржишта
i=4	Неуспјешна комуникација	i=4	Примјена <i>just in case</i> логике
i=5	Коришћење старих <i>layout</i> -а	i=5	Недовољно знање и вјештине радника
i=1	Лоша ергономија радног мјеста	i=1	Неодговарајући ниво аутоматизације
i=2	Велика растојања између радних мјеста	i=2	Неодговарајући режими обраде
i=3	Често помјерање руку	i=3	Грешка радника
i=4	Вишеструко узимање истог комада	i=4	Дизајн производа захтијева превише корака обраде
i=5	Запослени се морају кретати да би дошли до информација	i=5	Превише процеса обраде, превише итерација
i=6	Ручни рад како би се компензовали неки недостаци у процесу производње	i=6	Жеље купца нису адекватно дефинисане
i=7	Неискуство оператера		

			
i=1	Недовољно знање и вјештине радника	i=1	Чекање на материјал између операција
i=2	Непрецизност у документацији	i=2	Прекид рада машине или система
i=3	Недовољна контрола процеса	i=3	Недостатак посла
i=4	Пројектантско-конструкциони пропусти	i=4	Чекање информација потребних да би се процес наставио
i=5	Неодговарајуће стање техничко-технолошке опреме	i=5	Неуравнотеженост са наредним процесима
		i=6	Дуго припремно завршно вријеме
			
i=1	Неуравнотеженост материјалног тока	i=1	Уско дефинисани послови
i=2	Непоузданост добављача	i=2	Не ангажовање радника на стварању нових идеја
i=3	Прекомјерна набавка сировина	i=3	Запослени не раде на одговарајућој позицији
i=4	Неразумијевање у комуникацији	i=4	Не укључивање свих запосленика и њихових знања и вјештина у пословним и производним процесима
i=5	Заштита компаније од ризика и неочекиваног догађаја	i=5	Апсентизам радника

Анализом добијених резултата који су приказани у Табели 51 може јасно да се закључи да при дефинисању стратегије побољшања процеса производње у МСП прерађивачке индустрије треба разматрати сљедеће грешке: Велики складишни простор, Неодговарајућа употреба аутоматизације, Недовољна контрола процеса, Чекање на материјал између операција, Непоузданост добављача и Уско дефинисани послови.

Примјењујући предложена фази правила производње, ниво ризика у производном процесу у сваком третираном МСП може се описати као средњи. Поштујући добијени ниво ризика производног процеса и резултате представљене у Табели 51, може се дефинисати скуп метода/техника квалитета примјеном којих се врши анализа грешака ради њиховог отклањања, што на крају доводи до смањења и потпуног уклањања Lean губитака. Треба нагласити да ће се, ако је ниво ризика у производном процесу означен као низак или висок, избор метода/техника квалитета разликовати иако је ранг идентификованих грешака исти.

5.4 ИЗБОР МЕТОДА/ТЕХНИКА КВАЛИТЕТА ЗА АНАЛИЗУ ГРЕШАКА

Методе/технике квалитета имају важни мјесто у прикупљању података, анализирању, визуализацији и стварању основе за доношење одлука заснованих на подацима. Предложени модел је илустрован је на примјеру избора метода/техника за анализу грешака на нивоу сваког Lean губитка. Развијена методологија је представљена на случајно изабраном МСП ($e=1$). Разматран је скуп од 49 метода/техника квалитета које су дефинисане према *Tague (2005)*, а односе се на прикупљање и анализа података и на анализу узрока.

Фази процјену релативне важности РФ врши ДО (корак 1 предложеног алгоритма). Оцјене РФ на нивоу сваког МСП приказане су у Табели 33.

Предложени поступци агрегације и дефазификације (корак 2 до корак 3 предложеног алгоритма) илустровани су на примјеру ($k = 1$):

$$\tilde{W}_1 = \frac{1}{24} \cdot (18 \cdot H + 6 \cdot M) = \frac{1}{24} \cdot ([51, 111, 120]; 0.6, 0.3) = ([2.13, 4.63, 5]; 0.6, 0.3)$$

Тачан број *TIFN* \tilde{W}_1 , W_1 је:

$$W_1 = \frac{1}{12} \cdot (2.13 + 4 \cdot 4.63 + 5) \cdot (1 - 0.3 + 0.6) = 2.776$$

На сличан начин дата је релативна важност осталих РФ:

$$\tilde{W}_2 = ([1.375, 3.666, 4.875]; 0.6, 0.3) \text{ и } W_2 = 2.266$$

$$\tilde{W}_3 = ([1.312, 2.771, 4.375]; 0.6, 0.3) \text{ и } W_3 = 1.817$$

Вектор тежине (Корак 4 предложеног алгоритма) је:

$$\omega_k = \frac{W_k}{\sum_{k=1, \dots, K} W_k}$$

$$[0.40, 0.33, 0.26]$$

Вриједности процјене РФ за МСП ($e=1$) дате су у Табели 52 (корак 5 предложеног алгоритма):

Табела 52. Процијењене вриједности РФ за $e=1$

Lean губици	Грешке	S	O	D	Lean губици	Грешке	S	O	D
Неодговарајућа обрада	Неодговарајући ниво аутоматизације (i=1)	HV	HV	VLV	Прекомјерна производња	Неодговарајућа употреба аутоматизације (i=23)	VLV	VLV	HV
	Неодговарајући режими обраде (i=2)	MV	LV	MV		Лоша процјена захтјева тржишта (i=24)	MV	LV	MV
	Грешка радника (i=3)	MV	MV	MV		Примјена <i>just in case</i> логике (i=25)	HV	MV	MV
	Дизајн производа захтијева превише корака обраде (i=4)	LV	VLV	VLV		Недовољно знање и вјештине радника (i=26)	LV	MV	VLV

	Превише процеса обраде, превише итерација (i=5)	MV	LV	VLV	Непотребна кретања	Лоша ергономија радног мјеста (i=27)	VLV	HV	VLV	
	Жеље купца нису адекватно дефинисане (i=6)	VHV	LV	HV		Велика растојања између радних мјеста (i=28)	MV	MV	VLV	
Непотребан ниво залиха	Неуравнотеженост материјалног тока (i=7)	LV	LV	VLV		Често помјерање руку (i=29)	HV	MV	LV	
	Непоузданост добављача (i=8)	LV	VLV	VLV		Вишеструко узимање истог комада (i=30)	MV	HV	LV	
	Прекомјерна набавка сировина (i=9)	VHV	VLV	VLV		Запослени се морају кретати да би дошли до информација (i=31)	MV	MV	MV	
	Неразумијевање у комуникацији (i=10)	LV	LV	LV		Ручни рад како би се компензовали неки недостаци у процесу производње (i=32)	MV	MV	MV	
	Заштита компаније од ризика и неочекиваног догађаја (i=11)	MV	VLV	LV		Неискуство оператера (i=33)	HV	MV	LV	
Непотребан транспорт	Неразумијевање тока процеса (i=12)	VLV	VLV	LV		Непотребни застоји (чекање)	Чекање на материјал између операција (i=34)	LV	LV	VLV
	Неодговарајући распоред технолошке опреме (i=13)	MV	LV	VLV			Прекид рада машине или система (i=35)	MV	MV	VLV
	Велики складишни простор (i=14)	LV	VLV	VLV			Недостатак посла (i=36)	HV	MV	VLV
	Неуспјешна комуникација (i=15)	VLV	MV	LV			Чекање информација потребних да би се процес наставио (i=37)	MV	VLV	MV
	Коришћење старих layout-а (i=16)	VLV	VLV	VLV	Неуравнотеженост са наредним процесима (i=38)		MV	MV	MV	

Непотребне грешке (дефекти/поправке)	Недовољно знање и вјештине радника (i=17)	MV	MV	MV	Неискоришћени људских потенцијала	Дуго припремно завршно вријеме (i=39)	MV	VLV	MV
	Непрецизност у документацији (i=18)	VHV	LV	LV		Уско дефинисани послови (i=40)	MV	LV	VLV
	Недовољна контрола процеса (i=19)	HV	MV	MV		Не ангажовање радника на стварању нових идеја (i=41)	LV	MV	MV
	Пројектантско-конструкциони пропусти (i=20)	MV	VLV	LV		Запослени не раде на одговарајућој позицији (i=42)	MV	LV	LV
	Неодговарајуће стање техничко-технолошке опреме (i=21)	MV	VLV	MV		Не укључивање свих запосленика и њихових знања и вјештина у пословним и производним процесима (i=43)	MV	MV	MV
	Неуравнотеженост производних линија (i=22)	MV	LV	LV		Апсентизам радника (i=44)	MV	MV	MV

Предложена процедура (Корак 6 предложеног алгоритма) је илустрована на примјеру грешке ($i=1$):

$$\widetilde{RPN}_1 = ([6, 7.5, 9]; 0.75, 0.2)^{0.40} \cdot ([6, 7.5, 9]; 0.75, 0.2)^{0.33} \cdot ([1, 1, 2.5]; 0.65, 0.3)^{0.26}$$

$$\begin{aligned} \widetilde{RPN}_1 &= ([2.07, 2.26, 2.43]; 0.89, 0.09) \cdot ([1.81, 1.95, 2.07]; 0.91, 0.07) \\ &\cdot ([1, 1, 1.27]; 0.89, 0.09) = ([3.73, 4.40, 6.41]; 0.89, 0.09) \end{aligned}$$

Вриједност RPN за све остале грешке се рачуна на сличан начин и приказана је у Прилогу 1.

Према предложеном поступку (корак 7 предложеног алгоритма), степен увјерења представљен је у Прилогу 2.

Примјенљивост метода/техника с обзиром на приоритетне грешке, као и израчунавање нормализованих вриједности (кораци 8 до 9 предложеног алгоритма) илустровани су сљедећим примјером:

$$\begin{aligned} \tilde{z}_{61} &= \tilde{v}_{61} \cdot \widetilde{RPN}_1 = ([6, 7.5, 9]; 0.75, 0.2) \cdot ([3.73, 4.40, 6.41]; 0.89, 0.09) \\ &= ([27.41, 47.08, 66.70]; 0.75, 0.20) \end{aligned}$$

Нека је дата максимална примјенљивост методе/технике коришћењем израза (корак 9):

$$\begin{aligned} \tilde{z}^* &= ([7.5, 9, 9]; 0.8, 0.15) \prod_{k=1, \dots, 3} ([7.5, 9, 9]; 0.8, 0.15)^{0.4} \cdot ([7.5, 9, 9]; 0.8, 0.15)^{0.33} \\ &\cdot ([7.5, 9, 9]; 0.8, 0.15)^{0.26} = ([55.12, 79.24, 79.24]; 0.8, 0.15) \end{aligned}$$

Тако да је нормализована процјена примјенљивости методе/технике ($m = 6$) на нивоу грешке ($i = 1$):

$$\tilde{r}_{61} = \frac{([27.41, 47.08, 66.70]; 0.75, 0.20)}{([55.12, 79.24, 79.24]; 0.8, 0.15)} = ([0.35, 0.59, 1.21]; 0.75, 0.20)$$

Да би се примијенили предложена процедура (корак 10 предложеног алгоритма) потребно је одредити репрезентативне скаларе, тако да је:

$$r_{61} = \frac{1}{12} \cdot (0.35 + 4 \cdot 0.59 + 1.21) \cdot (1 - 0.2 + 0.75) = 0.506$$

Рангирање неизвјесних вриједности, \tilde{r}_{61} врши се према грубим вриједностима r_{61} , тако да је:

$$r_6 = \max_{i=1, \dots, I} defuzz \left(\begin{array}{l} (0.178; 0.169; 0.413; 0.076; 0.120; 0.506; 0.105; 0.078; 0.230; 0.137; 0.274; 0.066; 0.258; 0.080; 0.101; 0.043; 0.413; \\ 0.418; 0.486; 0.243; 0.268; 0.156; 0.080; 0.204; 0.487; 0.117; 0.089; 0.133; 0.208; 0.191; 0.191; 0.204; 0.227; 0.289; \\ 0.340; 0.149; 0.199; 0.129; 0.120; 0.167; 0.156; 0.191; 0.191 \end{array} \right) = 0.506$$

Због тога је:

$$\tilde{r}_{61} = ([0.35, 0.59, 1.21]; 0.55, 0.4)$$

На исти начин, сваку методу/технику квалитета m , $m=1, \dots, M$ прати нормализована укупна примјенљивост приказана у Табели 53 (Gojković et al., 2021). Иста табела приказује остале улазне податке.

Одређивање средње вриједност трошкова имплементације:

$$\tilde{c} = \frac{1}{49} \cdot \sum_{m=1, \dots, 49} \tilde{c}_m = ([0.14, 0.35, 0.62]; 0.55, 0.40)$$

И варијансе трошкова имплементације:

$$\frac{1}{49 - 1} \cdot \sum_{m=1, \dots, 49} d(d(\tilde{c}_m, \tilde{c}))^2 = \frac{1}{48} \cdot 2.1117 = 0.044$$

Полази се од претпоставке да би ДО требали да изаберу 10 метода/техника квалитета. Ова претпоставка је уведена на основу искуства најбоље праксе. Према овој претпоставци, проблем KP (корак 11 предложеног алгоритма) је:

Функција циља:

$$\max_{j=1, \dots, 10} d(\tilde{r}_m, \tilde{c}_m)_j, j \in \{1, \dots, m, \dots, M\}$$

Циљ:

$$\frac{1}{9} \cdot \sum_{j=1, \dots, 10} (d(\tilde{c}_m, \tilde{c}))^2 \leq 0.04$$

Табела 53. Улазни подаци (Gojković et al., 2021)

m	\tilde{r}_m	\tilde{c}_m	$d(\tilde{r}_m, \tilde{c}_m)$	$(d(\tilde{c}_m, \tilde{c}))^2$
m=1	([0.34, 0.59, 1.21]; 0.5, 0.45)	C3	0.2467	0.0215
m=2	([0.34, 0.59, 1.21]; 0.5, 0.45)	C3	0.2467	0.0215
m=3	([0.09, 0.22, 0.62]; 0.5, 0.45)	C2	0.1867	0.0187

m=4	([0.27,0.47,1.12]; 0.5,0.45)	C2	0.4367	0.0187
m=5	([0.27,0.47,1.12]; 0.5,0.45)	C2	0.4367	0.0187
m=6	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=7	([0.43,0.71,1.28]; 0.5,0.45)	C2	0.6233	0.0187
m=8	([0.01,0.02,0.16]; 0.5,0.45)	C2	0.4200	0.0187
m=9	([0.01,0.02,0.16]; 0.5,0.45)	C2	0.4200	0.0187
m=10	([0.09,0.18,0.58]; 0.5,0.45)	C2	0.2000	0.0187
m=11	([0.06,0.10,0.41]; 0.5,0.45)	C2	0.2933	0.0187
m=12	([0.17,0.34,0.86]; 0.5,0.45)	C2	0.2733	0.0187
m=13	([0.22,0.42,1.03]; 0.5,0.45)	C4	0.3967	0.1995
m=14	([0.06,0.10,0.41]; 0.5,0.45)	C2	0.2933	0.0187
m=15	([0.10,0.16,0.57]; 0.5,0.45)	C2	0.1867	0.0187
m=16	([0.06,0.10,0.41]; 0.5,0.45)	C2	0.2933	0.0187
m=17	([0.10,0.16,0.57]; 0.5,0.45)	C2	0.1867	0.0187
m=18	([0.10,0.16,0.57]; 0.5,0.45)	C1	0.3600	0.1627
m=19	([0.43,0.71,1.28]; 0.5,0.45)	C2	0.6233	0.0187
m=20	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=21	([0.43,0.71,1.28]; 0.5,0.45)	C2	0.6233	0.0187
m=21	([0.43,0.71,1.28]; 0.5,0.45)	C2	0.233	0.0187
m=22	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=23	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C5	0.4867	0.3762
m=24	([0.12,0.19,0.57]; 0.5,0.45)	C2	0.2033	0.0187
m=25	([0.01,0.02,0.16]; 0.5,0.45)	C2	0.4200	0.0187
m=26	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C4	0.3600	0.1995
m=27	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=28	([0.20,0.39,0.92]; 0.5,0.45)	C4	0.3767	0.1995
m=29	([0.43,0.71,1.28]; 0.5,0.45)	C2	0.6233	0.0187
m=30	([0.01,0.02,0.16]; 0.5,0.45)	C2	0.4200	0.0187
m=31	([0.01,0.02,0.16]; 0.5,0.45)	C2	0.4200	0.0187
m=32	([0.01,0.02,0.16]; 0.5,0.45)	C2	0.4200	0.0187
m=33	([0.06,0.10,0.41]; 0.5,0.45)	C3	0.3767	0.0215
m=34	([0.01,0.02,0.16]; 0.5,0.45)	C2	0.4200	0.0187
m=35	([0.43,0.71,1.28]; 0.5,0.45)	C2	0.6233	0.0187
m=36	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=37	([0.01,0.02,0.16]; 0.5,0.45)	C2	0.4200	0.0187
m=38	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=39	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=40	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=41	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=42	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=43	([0.43,0.71,1.28]; 0.5,0.45)	C2	0.6233	0.0187
m=44	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187

m=45	([0.35,0.61,1.19]; 0.5,0.45)	C2	0.5333	0.0187
m=46	([0.43,0.71,1.28]; 0.5,0.45)	C2	0.6233	0.0187
m=47	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=48	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C2	0.5300	0.0187
m=49	([0.34,0.59,1.21]; 0.5,0.45)	C1	0.8467	0.1627

Примијењен је *GA* (корак 12 предложеног алгоритма) за проналажење најближег оптималног рјешења. Критеријум заустављања дефинисан је тако да има број итерација једнак 1000.

0. Iteration

```

10010001000011100000000000010000011000000000000001 --- 41535 [10]
0001000000100010000000000100000011100000000100101 --- 46034 [10]
001000000000000000000001100000000100100000110011001 --- 53100 [10]
1000000000000100000010100010001001000101100000000 --- 46100 [10]
0000000010100001000000000100001100011101000000000 --- 42166 [10]
0000100001100000111000000001001000100000000010000 --- 40533 [10]
00000100010010010010000000001010010000000001000 --- 43533 [10]
0000000001010000010000010001110000010010100000000 --- 40466 [10]
010000001000000000010111000000000010000100100010 --- 45367 [10]
0001010000000001010101000000100100000001001000000 --- 44434 [10]
01000100000011000000010000010100000000000001000110 --- 44767 [10]
0000101000010000000000100011010001000100000010000 --- 46300 [10]
010000001001100000001001000000000000000100001001010 --- 44699 [10]
011000001000000000000000010000010010010000011000010 --- 40667 [10]
01000000000001010000000110000001000011000001000001 --- 43601 [10]
00000011000000000000011010001000000100000100010010 --- 49932 [10]
100001100000000000000001000110001000000000000001101 --- 52400 [10]
0000000000010000001000010000010001100011000010100 --- 46865 [10]
0001000001001001010100000000000001011000000000100 --- 41167 [10]
00101000000000001011100000000100100100000100000000 --- 46266 [10]
0001000011000100001000000100100100000100000000100 --- 44366 [10]
0000000010000011100100101000010001000000000010000 --- 38967 [10]
1100000010000000010100000001000010010000000110000 --- 41501 [10]
000110000000000000000001001010000001110000000100010 --- 49867 [10]
00000100000000000000001011100000001000101100100000 --- 47433 [10]
0001001000000001001000000100000000001001010101000 --- 49699 [10]
00010000001000010000000000010000000010001011100100 --- 48266 [10]
1110000000001100001100011000010000000000000000000 --- 35667 [10]
0011000010000000000100110100000000000000000000110001 --- 50134 [10]
0001010000001000000010000000000101000000100010110 --- 49500 [10]

```

The best = 53100

1. Iteration

```

001000000000000000000001100000000100100000110011001 --- 53100 [10]
1000011000000000000000010001100010000000000000001101 --- 52400 [10]
001100001000000000010011010000000000000000000000110001 --- 50134 [10]
00000011000000000000011010001000000100000100010010 --- 49932 [10]
000110000000000000000001001010000001110000000100010 --- 49867 [10]
1100100010000000010000000100000001001010000001000 --- 40634 [10]
0011001100000000000000000000011000000001001000001100 --- 46767 [10]
1000010000000000000000000001100000010100100000110010 --- 46800 [10]
00100010000010010010101000000000000001011000000000 --- 47133 [10]
100101010000101000000000000100000110000000000000001 --- 43902 [10]
01000000000001010000000110000001000011000001000001 --- 43601 [10]

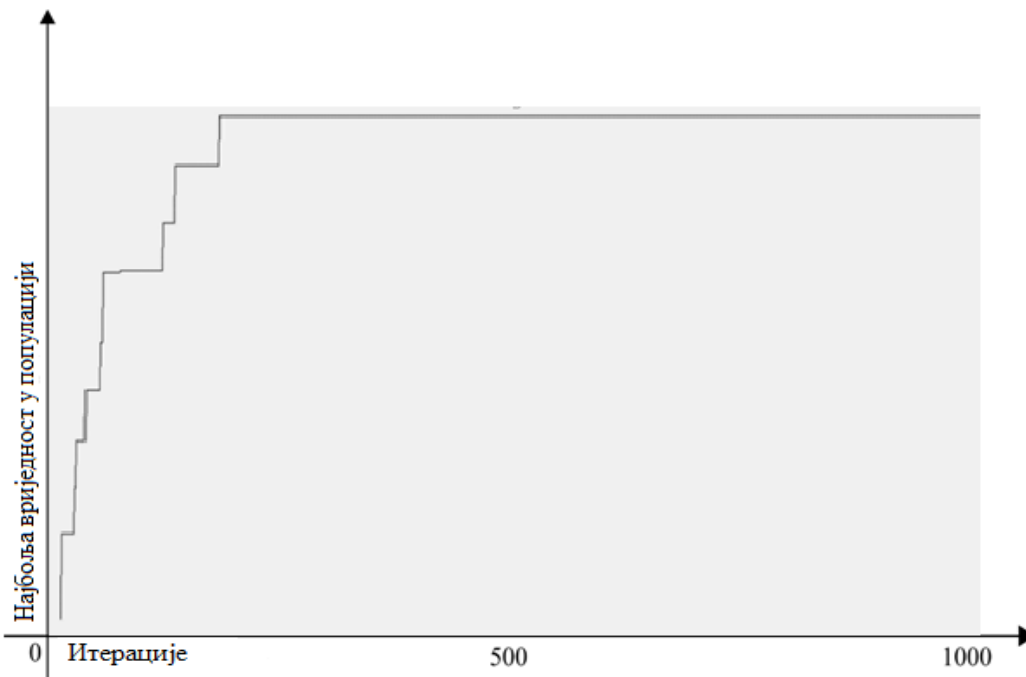
```

```

00100000000010011010000000000000000000110001000101 --- 47467 [10]
0000000010100010000001001000000010011000000001100 --- 43300 [10]
0100010001001000101100000000011000001000000000000 --- 39734 [10]
0010000010010010000011000010100000000000010000001 --- 47500 [10]
100011000000000000001101101000000000000000001100 --- 46733 [10]
0100000011000000000000110100010000001000001000100 --- 39100 [10]
10000000000000001101010001000000110000000100000100 --- 42500 [10]
0000000000001000110100001101000000000000100011000 --- 43167 [10]
01000110010010001011000000000000000000001000000100 --- 43967 [10]
001000001000110001100000010010000000000001000001 --- 47333 [10]
0000000100000000001000000010001000001101010001001 --- 54733 [10]
0000000010010001001000000000010010101010000001000 --- 46032 [10]
1000000010001000110000100000000001001101000000000 --- 39535 [10]
000000001100010001100000000000000000010010100000011 --- 48633 [10]
0001000010000010001100011000010100001000000000000 --- 40800 [10]
0000001100000100100100000110001001000000000001000 --- 44066 [10]
11000010000000000000001100011101000000001000000000 --- 46134 [10]
01000100000000000100000011000000000100101000100001 --- 46467 [10]
0000000010000000000001011100100000000000101000101 --- 50866 [10]
0000010001110000010110100000000000100000000000100 --- 44499 [10]
The best = 54733

```

Показано је да се око 300 итерација постиже у близини оптималног рјешења (слика 8).



Слика 8. Вриједност фитнес функције по итерацијама

За најближе оптимално рјешење усвојено је рјешење добијено у последњој итерацији:

```

00000010000000000001010000000100000100100001011001 --- 62731 [10]
00000010000000000001010000000100000100100001011001 --- 62731 [10]
00000010000000000001010000000100000100100001011001 --- 62731 [10]
00000010000000000001011000000100000100000001011001 --- 62731 [10]
00000010000000000001010000000100000100100001011001 --- 62731 [10]
00000100000000001000001001000011100010000000100001 --- 49400 [10]

```

```

01110000001000000010010010000000000000001001000010 --- 44200 [10]
0000110010010000000010000000100001000000011100000 --- 50099 [10]
0010100000001100001000000000110000000100000100100 --- 45700 [10]
0000010000000001000000001010001110011000000001000 --- 45633 [10]
0010100000100000000000111000000101100000001000000 --- 41133 [10]
0000100000101100010000000001010001000000000001010 --- 41500 [10]
0010000000101000000000101000000100100101000001000 --- 45100 [10]
0010000010000000001100000001010000001000000101010 --- 46600 [10]
0000000000100000001100100010010000000000010110010 --- 50066 [10]
100001011001000000100000000001010010000000000100 --- 43700 [10]
10000101100001000000000000000001010010000100000100 --- 42967 [10]
00110000010000000000000010000011100000100000000011 --- 41934 [10]
0011011000000100000000001100000001000000100001000 --- 44233 [10]
0000000001010000000100010000100001011001000000001 --- 45766 [10]
1000101101000010000000000010000000100000010000100 --- 43267 [10]
0001000000100000000000101000010010000010010000101 --- 48701 [10]
1001000000100000100000101000000010000010010000100 --- 40368 [10]
0000000100000101100010000000000010001000000101100 --- 42966 [10]
00001100000000000101100000010000011000000001000001 --- 51034 [10]
000001100000000000000110000001100001000000001001001 --- 60665 [10]
000000000000000000001010000000100000101100001011001 --- 60698 [10]
0100100001011000000000100001010000001000000100000 --- 37868 [10]
0001000000010000010000000000011100000010110010000 --- 44533 [10]
10100000000000000100100001011001000001100000000000 --- 38468 [10]
0011000000110000101000001001001000000100000000000 --- 37467 [10]
The best = 62731

```

Примјеном *GA*, методе/технике квалитета које ДО у разматраном предузећу треба да примијени како би извршио анализу и елиминисање грешака и повећали поузданост и ефективност производног процеса су:

рјешење 1: $\{m = 7, m = 19, m = 21, m = 29, m = 35, m = 38, m = 43, m = 45, m = 46, m = 49\}$
рјешење 2: $\{m = 7, m = 19, m = 21, m = 22, m = 29, m = 35, m = 43, m = 45, m = 46, m = 49\}$

Треба напоменути да би се третирани проблем могао ријешити коришћењем *VB* методе (*Shih, 1979*). Ова метода има значајно ограничење, јер је примјенљив на проблеме мање величине. У приказаној студији случаја, излаз *GA* и алгоритма гранања и веза не указује на одступање излазних резултата. Како се број метода/техника квалитета у пракси повећава, примјена *GA* је адекватнија због не прилагодљивости *VB* методе.

На основу резултата анкете може се закључити да се методе/технике квалитета могу успешно примијенити за анализу и идентификацију грешака, што ће на крају довести до отклањања тих грешака, а тиме и *Lean* губитака. Добијени резултати приказују 10 метода/техника које је потребно примијенити како би се повећала поузданост и ефективност производног процеса. Ове методе/технике квалитета се могу примијенити истовремено. Период примјене и едукације запослених за њихову примјену није дуг. Друга важна чињеница је да примјена горе наведених метода/техника квалитета није суочена са изазовом реорганизације. Организациона култура различитих МСП утицаће на ефикасност примјене метода/техника, тако да ефикасност примјене треба посматрати на нивоу сваког појединачног предузећа. У МСП која су имплементирала тотално управљање квалитетом (према енг. *Total Quality Management - TQM*) и систем квалитета према стандарду *ISO 9001*, већина ових алата је већ у употреби и не захтијева додатна улагања и додатне трошкове за примјену ових метода.

6 ЗАКЉУЧАК

Питање које данас постављају готово сви менаџери МСП је како задовољити све захтјеве тржишта уз истовремено остварење најмањих трошкова производње, како бити и остати успјешан, те које технике или методе при томе користити. Одговор на ово питање се налази у процесу сталног унапрјеђења. Унапрјеђење процеса производње увијек започиње пажљиво планираним корективним и превентивним радњама уз подршку одговарајућих метода/техника за осигурање квалитета.

Смањењем или потпуним елиминисањем грешака у процесу производње не само да долази до унапрјеђења процеса производње већ и до побољшања пословања цијелог предузећа, а самим тим и до остварења пословних циљева.

Идеја за ово истраживање је настала са циљем да се пронађе начин како да се прикупе и прате подаци о грешкама који доводе до Lean губитака, а касније и како да се ти подаци искористе да би се дошло до одређених унапрјеђења, а самим тим и смањења трошкова производње.

У пракси се примјена *FMEA* методе за анализу грешака и одређивање нивоа ризика користи у готово свим производним предузећима. Многи аутори сугеришу да се недостаци ове методе могу превазићи ако се *FMEA* комбинује са теоријом фази скупова и *MCDM* методама. У овој докторској дисертацији, *FMEA* оквир се користи за дефинисање РФ према којима се процјењују грешке које доводе Lean губитака у производним процесима МСП-а прерађивачког сектора. Идентификацију грешака врше ДО, на основу знања и искуства, као и искуства најбоље праксе.

У овом истраживању се претпоставља да је ближе људском начину размишљања да се несигурности у релативну важност и вриједности РФ могу боље описати употребом унапријед дефинисаних лингвистичких исказа. Теорија интуитивних фази скупова пружа ефективно и ефикасно средство за суочавање са неизвјесношћу коришћењем проширеног облика фази скупова. На основу тога, коришћена је теорију интуитивних фази скупова за анализу грешака и њихових ефеката.

Развијена су два вишекритеријумска модела за процјену и рангирање грешака у процесу производње.

У првом моделу се моделирање унапријед дефинисаних лингвистичких исказа засновано је на *TrIFN*. У првој фази, вектор тежина РФ се добија коришћењем *IF-AHP*. У другој фази, ранг грешака се добија употребом *IF-VIKOR*. Извршена је анализа осјетљивости с обзиром на коефицијент блискости α , гдје је показано да се стабилност не мијења промјеном истог.

У другом моделу лингвистички искази су моделирани са *IVIFN*. Ранг утврђених грешака заснован је на коришћењу фази *TOPSIS* са *IVIFN* који је предложен у овом истраживању. Предложена фази логика са правилима за *IVIFN* користи се за одређивање нивоа ризика производног процеса.

Примјер са подацима из стварног живота користи се за показивање потенцијала и примјенљивости усвојених метода. Предложени модели су изузетно погодан као алати за доношење одлука о процјени ризика у МСП.

Оно што многим предузећима недостаје је структурирана методологија за рјешавање проблема, посебно када је у питању избор метода/техника квалитета.

На карају је развијен модел за извор метода/техника квалитета помоћу којих се идентификоване грешке могу анализирати у циљу превентивног дјеловања и

елиминисања истих, што доводи до побољшања ефективности и поузданости производног процеса. Скуп могућих метода/техника квалитета дефинисан је према изворима из литературе (Tague, 2015). Осим релативна важност РФ и њихових вриједности, у овом моделу су и могућности и трошкове примјене метода/техника квалитета описане употребом унапријед дефинисаним лингвистичких исказа. Ови лингвистички искази моделирани су *TIFN*. Може се рећи да употреба *TIFN* не захтијева сложене математичке прорачуне и истовремено лингвистичке појмови су квантитативно описани на довољно добар начин.

Поштујући резултате најбоље праксе, може се рећи да избор метода/техника квалитета зависи од неколико промјенљивих. У овом истраживању се претпоставља да менаџери квалитета истовремено разматрају укупну примјенљивост методе/технике и трошкове примјене.

Укупна примјенљивост метода/техника квалитета на нивоу сваке грешке израчунава се као производ процијењеног степена увјерења да примјена методе/технике квалитета може довести до смањења или отклањања грешака и фази тежине *RPN* са *TIFN* повезаним са сваком грешком. Одређивање тежина грешака сматра се проблемом фази групног одлучивања. У литератури готово да нема радова у којима су развијени поступци у којима се на егзактан начин врши избор метода/техника квалитета. У овом раду, третирајући проблем је наведен као КР чија је: (i) фитнес функција дефинисана као удаљеност између укупне примјенљивости и трошкова примјене, и (ii) ограничење је дефинисано у функцији броја елемената рјешења. Готово оптимално рјешење у погледу фитнес функције и задатих ограничења, истовремено, може се ефикасно постићи уз малу подршку рачунарских ресурса примјеном *GA*.

На почетку истраживања дефинисане су и одговарајуће полазне хипотезе које су током истраживања и доказане. Слиједи анализа сваке од ових хипотеза појединачно.

X1: Одређивање ранга грешака на нивоу сваког предузећа може да се постави као задатак фази вишекритеријумске оптимизације.

Наведена хипотеза је доказана и потврђена. Ранга грешака на нивоу сваког предузећа постављен је као задатак фази вишекритеријумске оптимизације. Развијена су два вишекритеријумска модела за процјену и рангирање грешака које доводе до Lean губитака. Модели интегриши *FMEA*, *MCDM* и *TFS*. Приказан је ранг грешака примјеном оба модела на нивоу свих разматраних МСП.

X2: Избор метода/техника квалитета помоћу којих се анализира свака грешка може да се ријешу примјеном метахеуристичких метода.

У раду је развијен модел за избор метода/техника квалитета у циљу анализе грешака које се јављају у процесу производње МСП прерађивачке индустрије, а које доводе до Lean губитака. Модел се заснива да примјени *GA* као једне од метахеуристичких метода. Развијени модел је тестиран на подацима из стварног живота гдје је извршен избор скупа метода/техника квалитета на нивоу једног предузећа. Тиме се ова хипотеза сматра доказаном.

X3: Коришћењем метода/техника квалитета одређују се сврсисходне мјере које доводе до унапрјеђења процеса производње.

Развијена методологија омогућује избор скупа метода/техника квалитета које је потреба примијенити у процесу рјешавања проблема, односно при анализи грешака у процесу производње. Такве информације омогућавају кориснику да

примјени исправне методе/технике квалитета за организовање и анализу података и на тај начин омогући рјешавање проблема. Ова хипотеза је такође потврђена, нарочито када су у питању предузећа која нису имплементирала *TQM* и систем квалитета према стандарду *ISO 9001*. У тим случајевима примјена адекватних метода/техника квалитета доводи до смањења трошкова производње и коначне цијене производа, а самим тим и повећања конкурентности на тржишту. У кратком периоду посматрања једног предузећа могла су се уочити значајна побољшања након примјене скупа предложених метода/техника квалитета. До унапрјеђења је дошло и у домену превентивног дјеловања у циљу спрјечавања настанка грешака, као и у домену доношење одлука, које су уз примјену метода/техника квалитета биле засноване на подацима.

Редослијед иницијатива за управљање које треба предузети како би се анализирале утврђене грешке и тиме превентивно дјеловало у циљу спрјечавања настанка губитака може се заснивати на добијеном рангу грешака. На овај начин повећава се ефективност, ефикасност и поузданост производног процеса. На крају, процјене тржишне позиције које су важне за доношење стратешких одлука треба да се заснивају на учесталости појављивања сваке идентификоване грешке у рангу.

Главна предност представљених модела је та што ДО могу да изразе своје процјене користећи ријечи на природном језику, што је ближе људском начину размишљања, па је самим тим ефикасност рјешавања проблема ефективности и поузданости производног процеса знатно боља. Употреба *IFN*, коришћени лингвистички искази су квантитативно описани на довољно добар начин.

Главна предност у теоријском смислу је примјена предложеног модела који комбинује *FMEA*, *IF-ANP* и *IF-VIKOR*, односно *FMEA*, *IF-TOPSIS* за процјену и рангирање грешака у производном процесу.

Општа ограничења модела су утврђивање листе грешака која садржи висок степен субјективизма ДО. Без обзира на то, предложени модели су довољно флексибилан и може се брзо и лако промијенити услед промјене броја или врсте грешака.

Примјеном предложених модела представљени су добијени резултати од 24 МСП. Показало се да је за смањење губитака неопходно предузети мјере за смањење грешака које доводе до ових губитака.

Поштујући све компаније, менаџери квалитета производних МСП која послују у региону могу препоручити примјену метода/техника квалитета за спрјечавање грешака и истовремено створити могућност да се поузданост производног процеса одржи дуго времена. Давање приоритета мјерама значајно је оптерећено субјективним ставовима менаџера квалитета, што би био један од недостатака овог начина дефинисања стратегије унапрјеђења. Из наведеног разлога развијен је модел за избор метода/техника квалитета које се користе при анализи идентификованих грешака.

Главне предности у теоријском смислу представљеног модела за избор метода/техника квалитета, који комбинује *FMEA*, *IFS* (Atanassov, 1999), *KP* и *GA* су: (i) што ДО могу да изразе своје процјене користећи ријечи на природном језику које се на довољно добар начин могу квантитативно описати са *TIFN*, (ii) избор низа метода/техника квалитета чија примјена може повећати ефективност и поузданост производног процеса уз минималну потрошњу финансијских средстава. На овај начин давање приоритета методама/техникама квалитета није значајно оптерећено

субјективни ставови менаџера квалитета, што би била једна од главних предности овог начина дефинисања стратегије унапрјеђења.

Предложени модел за избор метода/техника квалитета може се брзо и лако прилагодити промјени броја грешака, броја метода/техника квалитета, као и њихових вриједности.

Општа ограничења и овог модела су потреба за добро структурираном листом грешака које се могу реализовати у производном процесу у производњи МСП.

Будућа истраживања могла би да обухвате проширење предложеног модела у смислу: (1) повећања броја промјенљивих од којих зависи функција циља и (2) примјене других метахеуристичких и/или хеуристичких метода и упоређивања добијених резултата.

Приступ представљен у овој докторској дисертацији представља континуалан напор у побољшању методологија рјешавања проблема производних предузећа. Модели који су развијени могу се пренијети у друге индустрије које желе да побољшају своје методологије рјешавања проблема. Овај нови приступ рјешавању проблема поставља стандард за оне који тек примјењују приступ рјешавања проблема, као и за оне који су заинтересовани за континуално унапрјеђивање постојећих методологија рјешавања проблема.

ЛИТЕРАТУРА

Abdullah, L., & Najib, L. (2015). Sustainable energy planning decision using the intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process: choosing energy technology in Malaysia. *International Journal of Sustainable Energy*, 35(4), 360-377. <http://dx.doi.org/10.1080/14786451.2014.907292>

Abdullah, L., & Najib, L. (2016). A new preference scale MCDM method based on interval-valued intuitionistic fuzzy sets and the analytic hierarchy process. *Soft Computing*, 20(2), 511-523. <https://doi.org/10.1007/s00500-014-1519-y>

Ahmed, S., & Hassan, M. (2003). Survey and case investigations on application of quality management tools and techniques in SMIs. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20 (7) 795-826. <https://doi.org/10.1108/02656710310491221>

Ahmed, Z., & Younas, I. (2011). A dynamic programming based GA for 0-1 modified knapsack problem. *International Journal of Computer Applications*, 16(7), 1-6. <https://doi.org/10.5120/2028-2668>

Aleksić, A., Runić Ristić, M., Komatina, N., & Tadić, D. (2019). Advanced risk assessment in reverse supply chain processes: A case study in Republic of Serbia. *Advances in Production Engineering & Management*, 14(4), 421-434. <https://doi.org/10.14743/apem2019.4.338>

Amrina, E., & Andryan, R. (2019, April). Assessing wastes in rubber production using lean manufacturing: a case study. In 2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA) (pp. 328-332). IEEE.

Anand, G., Ward, P. T., & Tatikonda, M. V. (2010). Role of explicit and tacit knowledge in Six Sigma projects: An empirical examination of differential project success. *Journal of Operations Management*, 28(4), 303-315. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.10.003>

Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of Major Lean Production Waste in Automobile Industries using Weighted Average Method. *Procedia Engineering*, 97, 2167–2175. <https://doi:10.1016/j.proeng.2014.12.460>

Atanassov, K. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1), 87–96. [https://doi:10.1016/s0165-0114\(86\)80034-3](https://doi:10.1016/s0165-0114(86)80034-3)

Atanassov, K. T. (1999). Interval valued intuitionistic fuzzy sets. In *Intuitionistic Fuzzy Sets* (pp. 139-177). Physica, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-7908-1870-3_2

Atanassov, K. T., Castillo, O., Kacprzyk, J., Krawczak, M., Melin, P., Sotirov, S., ... & Zadrożny, S. (Eds.). (2015). *Novel Developments in Uncertainty Representation and Processing: Advances in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets—Proceedings of 14th International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets* (Vol. 401). Springer.

Atanassov, K., Gargov, G. (1989). Interval valued intuitionistic fuzzy sets, *Fuzzy Sets Systems*. 31 (3) 343–349. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(89\)90205-4](https://doi.org/10.1016/0165-0114(89)90205-4)

Baeldung. (2020, May 09). P, NP, NP-Complete and NP-Hard Problems in Computer Science. Retrieved from Baeldung: <https://www.baeldung.com/cs/p-np-np-complete-np-hard>

Bamford, D. R., & Greatbanks, R. W. (2005). The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22 (4), 376-392. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710510591219>

- Benayoun, R., De Montgolfier, J., Tergny, J., & Laritchev, O. (1971). Linear programming with multiple objective functions: Step method (STEM). *Mathematical programming*, 1(1), 366-375. <https://doi.org/10.1007/BF01584098>
- Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., & Akay, D. (2009). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. *Expert systems with applications*, 36(8), 11363-11368. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.03.039>
- Brans, J. P., Vincke, P., & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European journal of operational research*, 24(2), 228-238. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(86\)90044-5](https://doi.org/10.1016/0377-2217(86)90044-5)
- Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2010). Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(1), 5-24. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.01>
- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy sets and systems*, 17(3), 233-247. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(85\)90090-9](https://doi.org/10.1016/0165-0114(85)90090-9)
- Bukchin, J., & Rubinovitz, J. (2003). A weighted approach for assembly line design with station paralleling and equipment selection. *IIE transactions*, 35(1), 73-85. <https://doi.org/10.1080/07408170304429>
- Carlson, C. (2012). *Effective FMEAs: Achieving safe, reliable, and economical products and processes using failure mode and effects analysis (Vol. 1)*. John Wiley & Sons.
- Cerqueus, A., & Delorme, X. (2019). A branch-and-bound method for the bi-objective simple line assembly balancing problem. *International Journal of Production Research*, 57(18), 5640-5659. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1539266>
- Chai, J., Liu, J. N., & Ngai, E. W. (2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. *Expert systems with applications*, 40(10), 3872-3885. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.040>
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 95(3), 649-655. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2)
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1)
- Chen, S. M., Cheng, S. H., & Chiou, C. H. (2016). Fuzzy multiattribute group decision making based on intuitionistic fuzzy sets and evidential reasoning methodology. *Information Fusion*, 27, 215-227. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2015.03.002>
- Chu, P. C., & Beasley, J. E. (1998). A genetic algorithm for the multidimensional knapsack problem. *Journal of heuristics*, 4(1), 63-86. <https://doi.org/10.1023/A:1009642405419>
- Coniglio, S., Furini, F., & San Segundo, P. (2021). A new combinatorial branch-and-bound algorithm for the knapsack problem with conflicts. *European Journal of Operational Research*, 289(2), 435-455. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.07.023>

Dinagar, D. S., & Thiripurasundari, K. (2014). A novel method for solving fuzzy transportation problem involving intuitionistic trapezoidal fuzzy numbers. *International Journal of Current Research*, 6(6), 7038-7041.

Dogan, O., Deveci, M., Canitez, F., & Kahraman, C. (2019). A corridor selection for locating autonomous vehicles using an interval-valued intuitionistic fuzzy AHP and TOPSIS method. *Soft Computing*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04421-5>

Dong, H., Li, T., Ding, R., & Sun, J. (2018). A novel hybrid genetic algorithm with granular information for feature selection and optimization. *Applied Soft Computing*, 65, 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.12.048>

Doumpos, M., & Zopounidis, C. (2002). *Multicriteria decision aid classification methods* (Vol. 73). Springer Science & Business Media.

Dvořák, A., Štěpnička, M., & Štěpničková, L. (2015). On redundancies in systems of fuzzy/linguistic IF–THEN rules under perception-based logical deduction inference. *Fuzzy Sets and Systems*, 277, 22-43. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2014.10.002>

Ezugwu, A. E., Akutsah, F., Olusanya, M. O., & Adewumi, A. O. (2018). Enhanced intelligent water drops algorithm for multi-depot vehicle routing problem. *PloS one*, 13(3), e0193751. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193751>

Fontela, E., & Gabus, A. (1974). DEMATEL, innovative methods. Report no. 2 structural analysis of the world problematique. Battelle Geneva Research Institute.

Garg, H., & Kumar, K. (2020). A novel exponential distance and its based TOPSIS method for interval-valued intuitionistic fuzzy sets using connection number of SPA theory. *Artificial Intelligence Review*, 53(1), 595-624. <https://doi.org/10.1007/s10462-018-9668-5>

Ghaddar, B., & Jabr, R. A. (2019). Power transmission network expansion planning: A semidefinite programming branch-and-bound approach. *European Journal of Operational Research*, 274(3), 837-844. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.035>

Gnanavelbabu, A., & Arunagiri, P. (2018). Ranking of MUDA using AHP and Fuzzy AHP algorithm. *Materials Today: Proceedings*, 5(5), 13406–13412. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.02.334>

Gojković, R., Đurić, G., Tadić, D., Nestić, S., & Aleksić, A. (2021). Evaluation and Selection of the Quality Methods for Manufacturing Process Reliability Improvement—Intuitionistic Fuzzy Sets and Genetic Algorithm Approach. *Mathematics*, 9(13), 1531. <https://doi.org/10.3390/math9131531>

Grzegorzewski, P. (2004). Distances between intuitionistic fuzzy sets and/or interval-valued fuzzy sets based on the Hausdorff metric. *Fuzzy Sets and Systems*, 148(2), 319–328. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2003.08.005>

Gupta, P., Mehlawat, M. K., & Grover, N. (2016). Intuitionistic fuzzy multi-attribute group decision-making with an application to plant location selection based on a new extended VIKOR method. *Information Sciences*, 370-371, 184–203. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.07.058>

Hagemeyer, C., Gershenson, J. K., & Johnson, D. M. (2006). Classification and application of problem solving quality tools: A manufacturing case study. *The TQM Magazine*. <http://doi.org/10.1108/09544780610685458>

Hajek, P., & Froelich, W. (2019). Integrating TOPSIS with interval-valued intuitionistic fuzzy cognitive maps for effective group decision making. *Information Sciences*, 485, 394-412. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.02.035>

Hamrol, A. (2005). *Quality management with examples*. PWN, Warsaw.

Hao, Y., Chen, X., & Wang, X. (2018). A ranking method for multiple attribute decision-making problems based on the possibility degrees of trapezoidal intuitionistic fuzzy numbers. *International Journal of Intelligent Systems*. <https://doi:10.1002/int.22038>

Herbert, D., Curry, A., & Angel, L. (2003). Use of quality tools and techniques in services. *The Service Industries Journal*, 23(4), 61-80. <https://doi.org/10.1080/02642060412331301012>

Holland, J. H. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems*, University of Michigan press. Ann arbor, MI, 1(97), 5.

Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
<https://doi:10.1109/iea.2019.8714925>

Huang, J., You, J. X., Liu, H. C., & Song, M. S. (2020). Failure mode and effect analysis improvement: A systematic literature review and future research agenda. *Reliability Engineering & System Safety*, 199, 106885. <https://doi.org/10.1016/j.res.2020.106885>

Hwang, C.-L., Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications A State-of-the-Art Survey*. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol. 186; p. 1981.

Ignizio, J. P. (1976). *Goal programming and extensions*. Lexington Books, Massachusetts.

Ignizio, J. P. (1981). The determination of a subset of efficient solutions via goal programming. *Computers & Operations Research*, 8(1), 9-16. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(81\)90027-7](https://doi.org/10.1016/0305-0548(81)90027-7)

Ilangkumaran, M., Shanmugam, P., Sakthivel, G., & Visagavel, K. (2014). Failure mode and effect analysis using fuzzy analytic hierarchy process. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 14(3), 296. <https://doi:10.1504/ijpqm.2014.064807>

Jianqiang, W., & Zhong, Z. (2009). Aggregation operators on intuitionistic trapezoidal fuzzy number and its application to multi-criteria decision making problems. *Journal of Systems Engineering and Electronics*, 20(2), 321-326.

Jiao, L., & Wang, L. (2000). A novel genetic algorithm based on immunity. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-part A: systems and humans*, 30(5), 552-561. https://doi.org/10.1007/11539902_10

Kahraman, C., & Kaya, İ. (2010). A fuzzy multicriteria methodology for selection among energy alternatives. *Expert systems with applications*, 37(9), 6270-6281. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.02.095>

Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi- criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics information management*, 16 (6), 382-394. <https://doi.org/10.1108/09576050310503367>

Kahraman, C., Onar, S. C., & Oztaysi, B. (2015). Fuzzy multicriteria decision-making: a literature review. *International journal of computational intelligence systems*, 8(4), 637-666. <https://doi.org/10.1080/18756891.2015.1046325>

Kahraman, C., Öztaysi, B., & Onar, S. Ç. (2018a). An integrated intuitionistic fuzzy AHP and TOPSIS approach to evaluation of outsource manufacturers. *Journal of Intelligent Systems*, 29(1), 283-297. <https://doi.org/10.1515/jisys-2017-0363>

Kahraman, C., Oztaysi, B., Onar, S. C., & Dogan, O. (2018b). Intuitionistic fuzzy originated interval type-2 fuzzy AHP: an application to damless hydroelectric power plants. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 10(2). <https://doi.org/10.13033/ijahp.v10i2.538>

Kangas, J., & Kangas, A. (2002). Multiple criteria decision support methods in forest management. In *Multi-objective forest planning* (pp. 37-70). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9906-1_3

Karasan, A., Erdogan, M., & Ibahar, E. (2018). Prioritization of production strategies of a manufacturing plant by using an integrated intuitionistic fuzzy AHP & TOPSIS approach. *Journal of Enterprise Information Management*, 31 (4), 510-528. <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2018-0001>

Kellerer, H., & Pferschy, U. (2004). Improved dynamic programming in connection with an FPTAS for the knapsack problem. *Journal of Combinatorial Optimization*, 8(1), 5-11. <https://doi.org/10.1023/B:JOCO.0000021934.29833.6b>

Khara, B., Dey, J. K., & Mondal, S. K. (2021). An integrated imperfect production system with advertisement dependent demand using branch and bound technique. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 33(2), 508-546. <https://doi.org/10.1007/s10696-020-09377-5>

Kim, J. H., & Ahn, B. S. (2019). Extended VIKOR method using incomplete criteria weights. *Expert Systems with Applications*, 126, 124-132. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.02.019>

Köksalan, M. M., Wallenius, J., & Zionts, S. (2011). *Multiple criteria decision making: from early history to the 21st century*. World Scientific.

Korf, R. E. (1985). Depth-first iterative-deepening: An optimal admissible tree search. *Artificial intelligence*, 27(1), 97-109. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(85\)90084-0](https://doi.org/10.1016/0004-3702(85)90084-0)

Koziel, S., & Yang, X. S. (Eds.). (2011). *Computational optimization, methods and algorithms* (Vol. 356). Springer.

Kumar, K., & Garg, H. (2018). TOPSIS method based on the connection number of set pair analysis under interval-valued intuitionistic fuzzy set environment. *Computational and Applied Mathematics*, 37(2), 1319-1329. <https://doi.org/10.1007/s40314-016-0402-0>

Kumru, M., & Kumru, P. Y. (2013). Fuzzy FMEA application to improve purchasing process in a public hospital. *Applied Soft Computing*, 13(1), 721-733. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2012.08.007>

Kutlu, A. C., & Ekmekçioğlu, M. (2012). Fuzzy failure modes and effects analysis by using fuzzy TOPSIS-based fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.06.044>

Land, A. H., & Doig, A. G. (2010). An automatic method for solving discrete programming problems. In *50 Years of Integer Programming 1958-2008* (pp. 105-132). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68279-0_5

LERC, (2004). Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School, www.cf.ac.uk/carbs/lom/lerc.

Li, D. (1999). Fuzzy multiattribute decision-making models and methods with incomplete preference information. *Fuzzy Sets and Systems*, 106(2), 113-119. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00272-8](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00272-8)

Li, D. F. (2003). *Fuzzy multiobjective many-person decision makings and games*. National Defense Industry Press, Beijing, 138-158.

Li, D. F. (2005). Multiattribute decision making models and methods using intuitionistic fuzzy sets. *Journal of computer and System Sciences*, 70(1), 73-85. <https://doi.org/10.1016/j.jcss.2004.06.002>

Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.

Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., Liedtke, C., & Choo, A. S. (2004). Integrating quality management practices with knowledge creation processes. *Journal of operations management*, 22(6), 589-607. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.07.001>

Liu, H. C. (2016). FMEA using uncertainty theories and MCDM methods. In *FMEA using uncertainty theories and MCDM methods* (pp. 13-27). Springer, Singapore.

Liu, H. C., You, J. X., Li, P., & Su, Q. (2016). Failure mode and effect analysis under uncertainty: An integrated multiple criteria decision making approach. *IEEE Transactions on Reliability*, 65(3), 1380-1392. <https://doi.org/10.1109/TR.2017.2778316>

Liu, H. C., You, J. X., You, X. Y., & Shan, M. M. (2015). A novel approach for failure mode and effects analysis using combination weighting and fuzzy VIKOR method. *Applied soft computing*, 28, 579-588. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.11.036>

Liu, H.-C., Chen, X.-Q., Duan, C.-Y., & Wang, Y.-M. (2019). Failure mode and effect analysis using multi-criteria decision making methods: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.06.055>

Liu, H.-C., Liu, L., & Liu, N. (2013). Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 40(2), 828-838. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.08.010>

Liu, H.-C., Liu, L., Liu, N., & Mao, L.-X. (2012). Risk evaluation in failure mode and effects analysis with extended VIKOR method under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 12926-12934. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.031>

Liu, H.-C., You, J.-X., & Duan, C.-Y. (2017). An integrated approach for failure mode and effect analysis under interval-valued intuitionistic fuzzy environment. *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.008>

Liu, H.-C., You, J.-X., Shan, M.-M., & Shao, L.-N. (2014). Failure mode and effects analysis using intuitionistic fuzzy hybrid TOPSIS approach. *Soft Computing*, 19(4), 1085-1098. <https://doi.org/10.1007/s00500-014-1321-x>

Lu, S., Pei, J., Liu, X., Qian, X., Mladenovic, N., & Pardalos, P. M. (2019). Less is more: variable neighborhood search for integrated production and assembly in smart manufacturing. *Journal of Scheduling*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10951-019-00619-5>

Malczewski, J. (1999). GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Mangeli, M., Shahraki, A., & Saljooghi, F. H. (2019). Improvement of risk assessment in the FMEA using nonlinear model, revised fuzzy TOPSIS, and support vector machine. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 69, 209-216. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.11.004>

Martello, S. (1990). Knapsack problems: algorithms and computer implementations. Wiley-Interscience series in discrete mathematics and optimization.

Masud, A. S., & Hwang, C. L. (1981). Interactive sequential goal programming. *Journal of the Operational Research Society*, 32(5), 391-400. <https://doi.org/10.1057/jors.1981.76>

Mathews, G. B. (1896). On the partition of numbers. *Proceedings of the London Mathematical Society*, 1(1), 486-490. <https://doi.org/10.1112/plms/s1-28.1.486>

Mayer, B., Killian, M., & Kozek, M. (2016). A branch and bound approach for building cooling supply control with hybrid model predictive control. *Energy and Buildings*, 128, 553-566. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.027>

McManus, H. L. (2005). Product Development Value Stream Mapping (PDVSM) Manual Release 1.0.

McQuater, R. E., Scurr, C. H., Dale, B. G., & Hillman, P. G. (1995). Using quality tools and techniques successfully. *The TQM Magazine*. <https://doi.org/10.1108/09544789510103761>

Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical engineering research and design*, 83(6), 662-673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>

Memari, A., Dargi, A., Jokar, M. R. A., Ahmad, R., & Rahim, A. R. A. (2019). Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method. *Journal of Manufacturing Systems*, 50, 9-24. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.11.002>

Mirghafoori, S. H., Izadi, M. R., & Daei, A. (2018). Analysis of the barriers affecting the quality of electronic services of libraries by VIKOR, FMEA and entropy combined approach in an intuitionistic-fuzzy environment. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 34(4), 2441-2451. <https://doi.org/10.3233/jifs-171695>

Nagoorgani, A., & Ponnalagu, K. (2012). A new approach on solving intuitionistic fuzzy linear programming problem. *Applied Mathematical Sciences*, 6(70), 3467-3474.

Nasution, A. A., Siregar, I., Anizar, Nasution, T. H., Syahputri, K., & Tarigan, I. R. (2018). Lean Manufacturing Applications in the Manufacturing Industry. *MATEC Web of Conferences*, 220, 02005. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201822002005>

Nehi, H. M., & Maleki, H. R. (2005, July). Intuitionistic fuzzy numbers and it's applications in fuzzy optimization problem. In *Proceedings of the 9th WSEAS International Conference on Systems* (pp. 1-5). World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS).

Nestić, S., Lampón, J. F., Aleksić, A., Cabanelas, P., & Tadić, D. (2019). Ranking manufacturing processes from the quality management perspective in the automotive industry. *Expert Systems*, 36(6), e12451. <https://doi.org/10.1111/exsy.12451>

- Nestić, S., Stefanović, M., Djordjević, A., Arsovski, S., & Tadić, D. (2015). A model of the assessment and optimisation of production process quality using the fuzzy sets and genetic algorithm approach. *European Journal of Industrial Engineering*, 9(1), 77-99. <https://doi.org/10.1504/EJIE.2015.067453>
- Novák, V. (2008). A comprehensive theory of trichotomous evaluative linguistic expressions. *Fuzzy sets and systems*, 159(22), 2939-2969. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2008.02.023>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland: Productivity Press.
- Onat, N. C., Gumus, S., Kucukvar, M., & Tatari, O. (2016). Application of the TOPSIS and intuitionistic fuzzy set approaches for ranking the life cycle sustainability performance of alternative vehicle technologies. *Sustainable Production and Consumption*, 6, 12-25. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2015.12.003>
- Opricović, S. (1998). Multicriteria optimization of civil engineering systems. *Faculty of Civil Engineering, Belgrade*, 2(1), 5-21.
- Opricović, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1)
- Opricović, S., & Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European Journal of Operational Research*, 178(2), 514-529. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.01.020>
- Oztaysi, B., Onar, S. C., Goztepe, K., & Kahraman, C. (2017). Evaluation of research proposals for grant funding using interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Soft Computing*, 21(5), 1203-1218. <https://doi.org/10.1007/s00500-015-1853-8>
- Ozturk, O., Begen, M. A., & Zaric, G. S. (2017). A branch and bound algorithm for scheduling unit size jobs on parallel batching machines to minimize makespan. *International Journal of Production Research*, 55(6), 1815-1831. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1253889>
- Pamučar, D., & Ćirović, G. (2015). The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC). *Expert systems with applications*, 42(6), 3016-3028. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.11.057>
- Pentti, H., & Atte, H. (2002). Failure mode and effects analysis of software-based automation systems. *VTT Industrial Systems, STUK-YTO-TR, 190*, 190.
- Pessôa, M. V. P., Seering, W., Rebentisch, E., & Bauch, C. (2009). Understanding the Waste Net: A Method for Waste Elimination Prioritization in Product Development. *Advanced Concurrent Engineering*, 233-242. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-762-2_22
- Pipunić, A., & Grubišić, D. (2014). Suvremeni pristupi poboljšanjima poslovnih procesa i poslovna uspešnost. *Ekonomski misao i praksa*, (2), 541-572.
- Przybylski, A., & Gandibleux, X. (2017). Multi-objective branch and bound. *European Journal of Operational Research*, 260(3), 856-872. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.01.032>
- Quaddus, M. A., & Holzman, A. G. (1986). IMOLP: an interactive method for multiple objective linear programs. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 16(3), 462-468. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1986.4308979>

Rahman, M. A., & Islam, M. Z. (2014). A hybrid clustering technique combining a novel genetic algorithm with K-Means. *Knowledge-Based Systems*, 71, 345-365. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2014.08.011>

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009>

Rezoug, A., Bader-El-Den, M., & Boughaci, D. (2018). Guided genetic algorithm for the multidimensional knapsack problem. *Memetic Computing*, 10(1), 29-42. <https://doi.org/10.1007/s12293-017-0232-7>

Rothlauf, F. (2011). *Design of modern heuristics: principles and application*. Springer Science & Business Media.

Rouyendegh, B. D., Yildizbasi, A., & Üstünyer, P. (2020). Intuitionistic fuzzy TOPSIS method for green supplier selection problem. *Soft Computing*, 24(3), 2215-2228. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04054-8>

Roy, B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples. *Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle*, 2(8), 57-75.

Ryan, T. P. (2011). *Statistical methods for quality improvement*. John Wiley & Sons.

Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill, New York.

Saaty, T. (1982). *Decision making for leaders: The analytic hierarchy process for decisions in a complex world*. CA: Wadsworth.

Saaty, T. (2005). *Theory and applications of the analytic network process: Decision making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*, RWS publications.

Saaty, T. L. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process (Vol. 4922)*. Pittsburgh: RWS publications.

Saaty, T. L. (2014). *Analytic hierarchy process*. Wiley statsRef: Statistics reference online. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat05310>

Sadigh, A. N., Mokhtari, H., Iranpoor, M., & Ghomi, S. M. T. (2012). Cardinality constrained portfolio optimization using a hybrid approach based on particle swarm optimization and hopfield neural network. *Advanced Science Letters*, 17(1), 11-20. <https://doi.org/10.1166/asl.2012.3666>

Sadiq, R., & Tesfamariam, S. (2009). Environmental decision-making under uncertainty using intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process (IF-AHP). *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 23(1), 75-91. <https://doi.org/10.1007/S00477-007-0197-Z>

Safari, H., Faraji, Z., & Majidian, S. (2014). Identifying and evaluating enterprise architecture risks using FMEA and fuzzy VIKOR. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 27(2), 475-486. <https://doi.org/10.1007/s10845-014-0880-0>

Saini, N., Bajaj, R., Gandotra, N., & Dwivedi, R. (2018). Multi-criteria Decision Making with Triangular Intuitionistic Fuzzy Number based on Distance Measure & Parametric Entropy Approach. *Procedia Computer Science*, 125, 34-41. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.007>

Sakthivel, G., Saravanakumar, D., & Muthuramalingam, T. (2018). Application of failure mode and effect analysis in manufacturing industry - an integrated approach with

FAHP-fuzzy TOPSIS and FAHP-fuzzy VIKOR. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 24(3), 398. <https://doi.org/10.1504/ijpqm.2018.092984>

San Cristóbal, J. R. (2012). *Multi criteria analysis in the renewable energy industry*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2346-0>

Senvar, O., Turanoglu, E., & Kahraman, C. (2013). Usage of metaheuristics in engineering: A literature review. *Meta-heuristics optimization algorithms in engineering, business, economics, and finance*, 484-528. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-2086-5.ch016>

Shanmugam, G., Ganesan, P., & Vanathi, D. P. (2011). Meta heuristic algorithms for vehicle routing problem with stochastic demands. *Journal of Computer Science*, 7(4), 533. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2011.533.542>

Sharifighazvini, M. R., Ghezavati, V. R., Raissi, S., & Makui, A. (2018). Integration of a new mcdm approach based on the DEA, FANP with MONLP for efficiency-risk assessment to optimize project portfolio by branch and bound: a real case-study. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 52(1). <https://doi.org/10.24818/18423264/52.1.18.16>

Shen, J., Shigeoka, K., Ino, F., & Hagihara, K. (2019). GPU- based branch- and-bound method to solve large 0- 1 knapsack problems with data- centric strategies. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 31(4), e4954. <https://doi.org/10.1002/cpe.4954>

Shih, W. (1979). A branch and bound method for the multiconstraint zero-one knapsack problem. *Journal of the Operational Research Society*, 30(4), 369-378. <https://doi.org/10.1057/jors.1979.78>

Shou, W., Wang, J., Wu, P., & Wang, X. (2019). Value adding and non-value adding activities in turnaround maintenance process: classification, validation, and benefits. *Production Planning & Control*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1629038>

Shu, M. H., Cheng, C. H., & Chang, J. R. (2006). Using intuitionistic fuzzy sets for fault-tree analysis on printed circuit board assembly. *Microelectronics Reliability*, 46(12), 2139-2148. <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2006.01.007>

Song, W., Ming, X., Wu, Z., & Zhu, B. (2014). A rough TOPSIS approach for failure mode and effects analysis in uncertain environments. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(4), 473-486. <https://doi.org/10.1002/qre.1500>

Sousa, S. D., Aspinwall, E., Sampaio, P. A., & Rodrigues, A. G. (2005). Performance measures and quality tools in Portuguese small and medium enterprises: survey results. *Total Quality Management and Business Excellence*, 16(2), 277-307. <https://doi.org/10.1080/14783360500054434>

Spillman, R. (1995, October). Solving large knapsack problems with a genetic algorithm. In *1995 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. Intelligent Systems for the 21st Century (Vol. 1, pp. 632-637)*. IEEE.

Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*, ASQ Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, USA.

Starzyńska, B., & Hamrol, A. (2013). Excellence toolbox: Decision support system for quality tools and techniques selection and application. *Total Quality Management & Business Excellence*, 24(5-6), 577-595. <https://doi.org/10.1080/14783363.2012.669557>

Stone, K. B. (2012). Four decades of lean: a systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(2), 112–132. <https://doi.org/10.1108/20401461211243702>

Szmidt, E., & Kacprzyk, J. (1996). Remarks on some applications of intuitionistic fuzzy sets in decision making. *Note on IFS*, 2.

Szmidt, E., & Kacprzyk, J. (2000). Distances between intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy sets and systems*, 114(3), 505-518. [https://doi.org/10.1016/s0165-0114\(98\)00244-9](https://doi.org/10.1016/s0165-0114(98)00244-9)

Szmidt, E., & Kacprzyk, J. (2001, May). Intuitionistic fuzzy sets in intelligent data analysis for medical diagnosis. In *International conference on computational science* (pp. 263-271). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-45718-6_30

Tadić, D., Đorđević, A., Aleksić, A., & Nestić, S. (2019). Selection of recycling centre locations by using the interval type-2 fuzzy sets and two-objective genetic algorithm. *Waste Management & Research*, 37(1), 26-37. <https://doi.org/10.1177/0734242X18799180>

Tague, N. R. (2005). *The quality toolbox* (Vol. 600). Milwaukee: ASQ Quality Press.

Talbi, E. G. (2009). *Metaheuristics: from design to implementation* (Vol. 74). John Wiley & Sons.

Tari, J. J., & Sabater, V. (2004). Quality tools and techniques: are they necessary for quality management? *International journal of production economics*, 92(3), 267-280. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.018>

Tian, Z., Wang, J., & Zhang, H. (2018). An integrated approach for failure mode and effects analysis based on fuzzy best-worst, relative entropy, and VIKOR methods. *Applied Soft Computing*. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.03.037>

Vlachos, I. K., & Sergiadis, G. D. (2007). Intuitionistic fuzzy information–applications to pattern recognition. *Pattern Recognition Letters*, 28(2), 197-206. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2006.07.004>

Wan, S.-P., Wang, Q.-Y., & Dong, J.-Y. (2013). The extended VIKOR method for multi-attribute group decision making with triangular intuitionistic fuzzy numbers. *Knowledge-Based Systems*, 52, 65–77. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2013.06.019>

Wang, P. (2009). QoS-aware web services selection with intuitionistic fuzzy set under consumer's vague perception. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4460-4466. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.05.007>

Wang, Y. M., Chin, K. S., Poon, G. K. K., & Yang, J. B. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert systems with applications*, 36(2), 1195-1207. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.028>

Wang, Y. M., Luo, Y., & Hua, Z. (2008). On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications. *European journal of operational research*, 186(2), 735-747. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.01.050>

Weise, T. (2009). *Global optimization algorithms-theory and application*. Self-Published Thomas Weise.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*, London: Simon and Schuster. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>

Womak, J., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Rawson Associates. <https://doi.org/10.1002/hfm.4530040310>

Wu, C. H., Tzeng, G. H., & Lin, R. H. (2009). A novel hybrid genetic algorithm for kernel function and parameter optimization in support vector regression. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4725-4735. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.06.046>

Xu, Z. (2007a). Intuitionistic fuzzy aggregation operators. *IEEE Transactions on fuzzy systems*, 15(6), 1179-1187. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2006.890678>

Xu, Z. (2007b). Methods for aggregating interval-valued intuitionistic fuzzy information and their application to decision making. *Control and decision*, 22(2), 215-219.

Xu, Z. (2007c). Multi-person multi-attribute decision making models under intuitionistic fuzzy environment. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 6(3), 221-236. <https://doi.org/10.1007/s10700-007-9009-7>

Xu, Z., & Chen, J. (2007, August). On geometric aggregation over interval-valued intuitionistic fuzzy information. In *Fourth international conference on fuzzy systems and knowledge discovery (FSKD 2007)* (Vol. 2, pp. 466-471). IEEE. <https://doi.org/10.1109/fskd.2007.427>

Xu, Z., & Liao, H. (2013). Intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process. *IEEE transactions on fuzzy systems*, 22(4), 749-761. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2013.2272585>

Yager, R. R. (2004). OWA aggregation over a continuous interval argument with applications to decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 34(5), 1952-1963. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2010.05.009>

Yang, X. S. (2010). *Engineering optimization: an introduction with metaheuristic applications*. John Wiley & Sons.

Ye, J. (2012). Multicriteria Group Decision-Making Method Using Vector Similarity Measures For Trapezoidal Intuitionistic Fuzzy Numbers. *Group Decision and Negotiation*, 21(4), 519–530. <https://doi:10.1007/s10726-010-9224-4>

Yokoyama, R., Shinano, Y., Wakayama, Y., & Wakui, T. (2019). Model reduction by time aggregation for optimal design of energy supply systems by an MILP hierarchical branch and bound method. *Energy*, 181, 782-792. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.04.066>

Yu, D., & Shi, S. (2015). Researching the development of Atanassov intuitionistic fuzzy set: Using a citation network analysis. *Applied Soft Computing*, 32, 189-198. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.03.027>

Yue, Z. (2014). TOPSIS-based group decision-making methodology in intuitionistic fuzzy setting. *Information Sciences*, 277, 141-153. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.02.013>

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)

Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I. *Information Sciences*, 8(3), 199–249. [https://doi:10.1016/0020-0255\(75\)90036-5](https://doi:10.1016/0020-0255(75)90036-5)

Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Kildienė, S. (2014). State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological and economic development of economy*, 20(1), 165-179. <https://doi.org/10.3846/20294913.2014.892037>

Zeng, S., & Xiao, Y. (2016). TOPSIS method for intuitionistic fuzzy multiple-criteria decision making and its application to investment selection. *Kybernetes*, 45(2), 282–296. <https://doi.org/10.1108/k-04-2015-0093>

Zhang, X., & Xu, Z. (2015). Soft computing based on maximizing consensus and fuzzy TOPSIS approach to interval-valued intuitionistic fuzzy group decision making. *Applied Soft Computing*, 26, 42-56. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.08.073>

Zhang, X., Jin, F., & Liu, P. (2013). A grey relational projection method for multi-attribute decision making based on intuitionistic trapezoidal fuzzy number. *Applied Mathematical Modelling*, 37(5), 3467–3477. <https://doi:10.1016/j.apm.2012.08.012>

Zimmermann, H. J. (2011). *Fuzzy set theory—and its applications*. Springer Science & Business Media. <https://doi:10.1007/978-94-010-0646-0>

Агенција за статистику Босне и Херцеговине, <http://bhas.gov.ba/>, приступљено у априлу 2020. год.

Америчког друштва за квалитет, <https://asq.org>, приступљено у децембру 2020. год.

ПРИЛОГ 1

$\widehat{RPN}_1 = ([3.73, 4.40, 6.41]; 0.89, 0.09)$	$\widehat{RPN}_{16} = ([1, 1, 2.5]; 0.84, 0.13)$	$\widehat{RPN}_{31} = ([3.5, 5, 6.5]; 0.76, 0.21)$
$\widehat{RPN}_2 = ([2.91, 4.44, 5.96]; 0.76, 0.21)$	$\widehat{RPN}_{17} = ([3.5, 5, 6.5]; 0.76, 0.21)$	$\widehat{RPN}_{32} = ([3.5, 5, 6.5]; 0.76, 0.21)$
$\widehat{RPN}_3 = ([3.5, 5, 6.5]; 0.76, 0.21)$	$\widehat{RPN}_{18} = ([3.41, 5.13, 6.34]; 0.91, 0.06)$	$\widehat{RPN}_{33} = ([3.75, 5.36, 6.92]; 0.8, 0.09)$
$\widehat{RPN}_4 = ([1.32, 1.66, 3.31]; 0.87, 0.11)$	$\widehat{RPN}_{19} = ([4.35, 5.89, 7.42]; 0.8, 0.18)$	$\widehat{RPN}_{34} = ([1.66, 2.51, 4.16]; 0.87, 0.11)$
$\widehat{RPN}_5 = ([2.09, 2.9, 4.63]; 0.76, 0.21)$	$\widehat{RPN}_{20} = ([2, 2.67, 4.42]; 0.76, 0.07)$	$\widehat{RPN}_{35} = ([2.51, 3.26, 5.05]; 0.76, 0.21)$
$\widehat{RPN}_6 = ([4.57, 6.28, 7.41]; 0.89, 0.09)$	$\widehat{RPN}_{21} = ([2.31, 2.94, 4.74]; 0.76, 0.21)$	$\widehat{RPN}_{36} = ([3.12, 3.85, 5.76]; 0.8, 0.18)$
$\widehat{RPN}_7 = ([1.66, 2.51, 4.16]; 0.87, 0.11)$	$\widehat{RPN}_{22} = ([2.51, 4.04, 5.56]; 0.76, 0.21)$	$\widehat{RPN}_{37} = ([2.31, 2.94, 4.74]; 0.76, 0.21)$
$\widehat{RPN}_8 = ([1.32, 1.66, 3.31]; 0.87, 0.09)$	$\widehat{RPN}_{23} = ([1.61, 1.71, 3.51]; 0.84, 0.13)$	$\widehat{RPN}_{38} = ([3.5, 5, 6.5]; 0.76, 0.21)$
$\widehat{RPN}_9 = ([2.26, 2.43, 4.20]; 0.87, 0.06)$	$\widehat{RPN}_{24} = ([2.91, 4.44, 5.96]; 0.76, 0.21)$	$\widehat{RPN}_{39} = ([2.31, 2.94, 4.74]; 0.76, 0.21)$
$\widehat{RPN}_{10} = ([2, 3.5, 5]; 0.87, 0.07)$	$\widehat{RPN}_{25} = ([4.35, 5.89, 7.42]; 0.8, 0.18)$	$\widehat{RPN}_{40} = ([2.09, 2.9, 4.63]; 0.76, 0.21)$
$\widehat{RPN}_{11} = ([2, 2.67, 4.42]; 0.76, 0.21)$	$\widehat{RPN}_{26} = ([2, 2.83, 4.54]; 0.8, 0.18)$	$\widehat{RPN}_{41} = ([2.79, 4.33, 5.85]; 0.8, 0.18)$
$\widehat{RPN}_{12} = ([1.2, 1.39, 3.00]; 0.84, 0.13)$	$\widehat{RPN}_{27} = ([1.81, 1.95, 3.82]; 0.84, 0.13)$	$\widehat{RPN}_{42} = ([2.51, 4.04, 5.56]; 0.76, 0.21)$
$\widehat{RPN}_{13} = ([2.09, 2.9, 4.63]; 0.76, 0.21)$	$\widehat{RPN}_{28} = ([2.51, 3.26, 5.05]; 0.76, 0.21)$	$\widehat{RPN}_{43} = ([3.5, 5, 6.5]; 0.76, 0.21)$
$\widehat{RPN}_{14} = ([1.32, 1.66, 3.31]; 0.87, 0.11)$	$\widehat{RPN}_{29} = ([3.75, 5.36, 6.92]; 0.8, 0.18)$	$\widehat{RPN}_{44} = ([3.5, 5, 6.5]; 0.76, 0.21)$
$\widehat{RPN}_{15} = ([1.82, 2.37, 4.12]; 0.8, 0.18)$	$\widehat{RPN}_{30} = ([3.61, 5.2, 6.75]; 0.76, 0.07)$	

ПРИЛОГ 2

Р.бр.	ГУБИЦИ	Трошкова имплементације метода	Неодговарајућа обрада						Непотребан ниво залиха					Непотребан транспорт				
			Неодговарајући ниво аутоматизације	Неодговарајући режими обраде	Грешка радника	Лигајн производа захтијева превише корака обраде	Превише процеса обраде, превише итерација	Жеље купца нису адекватно дефинисане	Неуравнотеженост материјалног тока	Непоузданост добављача	Прекомјерна навалка сировина	Неразумијевање у комуникацији	Заштита компаније од ризика и неочекиваног догађаја	Неразумијевање тока процеса	Неодговарајући распоред технолошке опреме	Велики складински простор	Неуспјешна комуникација	Коришћење старих layout-a
1	BSC	C3	VLV	VLV	HV	LV	VLV	HV	VLV	LV	VLV	LV	VLV	LV	VLV	VLV	LV	VLV
2	Бенчмаркинг	C3	HV	MV	LV	MV	MV	HV	MV	LV	LV	HV	HV	LV	MV	MV	MV	LV
3	Бокс дијаграм	C2	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	LV	VLV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	LV	VLV	VLV
4	Матрица узрок и последица	C2	HV	HV	HV	MV	MV	LV	MV	MV	LV	MV	HV	LV	VLV	LV	VLV	
5	Контролни лист (генерички)	C2	VLV	HV	HV	LV	VLV	LV	HV	MV	MV	LV	LV	LV	VLV	LV	LV	
6	Дијаграм непредвиђених догађаја	C2	LV	LV	HV	MV	MV	HV	MV	MV	HV	MV	VHV	MV	HV	LV	LV	
7	Табела за непредвиђене догађаја	C2	VLV	VLV	VLV	LV	LV	VHV	VLV	LV	LV	VLV	HV	VLV	VLV	VLV	LV	
8	Контролне карте	C2	VLV	HV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
9	Корелациона анализа	C2	VLV	VLV	LV	VLV	LV	VLV	VLV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
10	Анализа трошкова лошег квалитета	C2	MV	HV	VHV	VHV	MV	HV	MV	VLV	HV	LV	HV	LV	MV	LV	VLV	
11	Критичка анализа квалитета	C2	MV	HV	HV	HV	HV	HV	VHV	LV	HV	HV	HV	MV	LV	LV	MV	
12	Дијаграм временског циклуса	C2	HV	HV	MV	VHV	VHV	MV	VHV	MV	MV	MV	MV	MV	HV	HV	MV	
13	DoE	C4	VLV	HV	MV	LV	LV	VLV	MV	VLV	LV	VLV	LV	VLV	LV	VLV	VLV	
14	FMEA	C2	MV	HV	MV	HV	LV	MV	MV	HV	HV	HV	HV	MV	MV	MV	MV	
15	FTA анализа	C2	HV	HV	HV	HV	HV	MV	HV	LV	HV	MV	MV	HV	HV	HV	HV	
16	Ишикава дијаграм	C2	HV	HV	VHV	HV	HV	HV	VHV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV	MV	
17	Анализа поља утицаја сила	C2	VHV	VHV	HV	HV	HV	MV	HV	MV	HV	HV	HV	HV	VHV	HV	MV	
18	Хистограм	C1	VLV	LV	MV	LV	VLV	LV	MV	HV	VLV	VLV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	
19	QFD	C2	VLV	VLV	VLV	VHV	MV	VHV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	LV	
20	Тестирање хипотеза	C2	VLV	MV	HV	MV	MV	HV	MV	HV	HV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	
21	Анализа значај-перформансе	C2	LV	MV	MV	HV	HV	VHV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
22	Матрица Јесте-није	C2	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	
23	Матрични дијаграм (генерички)	C2	MV	HV	HV	HV	HV	HV	MV	MV	HV	MV	HV	MV	HV	MV	MV	
24	Рокс Yoke	C5	MV	VLV	VHV	VLV	MV	VLV	LV	VLV	LV	HV	MV	LV	VLV	VLV	VLV	
25	Графикон нормалне расподеле	C2	VLV	HV	MV	VLV	VLV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
26	Операционе дефиниције	C2	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV	MV	HV	MV	MV	MV	MV	LV	VLV	
27	Парето дијаграм	C4	VLV	MV	HV	HV	MV	HV	HV	HV	HV	VLV	MV	LV	VLV	VLV	VLV	
28	Индекс перформанси	C2	LV	LV	MV	VLV	VLV	MV	VLV	VLV	LV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	
29	PGCV индекс	C4	VLV	MV	VLV	HV	HV	VHV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
30	Студија способности процеса	C2	VLV	HV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
31	Радар дијаграм	C2	VLV	HV	HV	HV	MV	HV	MV	HV	MV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
32	Регресиона анализа	C2	VLV	HV	HV	VLV	VLV	HV	MV	MV	MV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	
33	Дијаграм међусобних веза	C2	MV	HV	HV	HV	MV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV	MV	
34	R&R	C3	VLV	HV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
35	Табела захтјева	C2	LV	VLV	VLV	HV	MV	VHV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
36	Стабло захтјева и мјера	C2	LV	VLV	VLV	MV	MV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
37	Временски дијаграм	C2	VLV	HV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
38	Узорковање	C2	VLV	MV	HV	MV	LV	HV	VLV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
39	Дијаграм расипања	C2	VLV	HV	HV	HV	LV	HV	LV	HV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
40	SIPOC дијаграм	C2	VLV	VLV	VLV	LV	LV	HV	VLV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
41	Табла сценарија	C2	MV	HV	HV	HV	MV	HV	HV	MV	HV	HV	MV	HV	MV	MV	MV	
42	Стратификација	C2	MV	HV	HV	HV	MV	HV	MV	HV	HV	VLV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	
43	Анкета	C2	VLV	MV	HV	HV	MV	VHV	VLV	MV	LV	HV	MV	HV	LV	VLV	VLV	
44	Дијаграм стабла	C2	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	
45	Анализа вредности	C2	MV	HV	HV	VHV	VHV	MV	LV	VLV	LV	HV	MV	VLV	LV	VLV	VLV	
46	Табела гласа купца	C2	VLV	VLV	VLV	LV	LV	VHV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	
47	Дијаграм зашто-зашто	C2	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV	MV	
48	Дијаграм тока	C2	MV	HV	HV	HV	MV	HV	LV	MV	HV	HV	LV	HV	HV	VLV	VLV	
49	5W2H	C2	MV	HV	HV	HV	MV	HV	HV	LV	HV	HV	HV	HV	HV	LV	HV	

P. Br.	ГУБИЦИ	Непотребне грешке (дефекти/поправке)					Прекојерна произвођа					Непотребна кретања						
		Недовољно знање и вјештине радника	Непрецизност у документацији	Недовољна контрола процеса	Пројектантско-конструкциони пропусти	Неодговарајуће стање техничко-технолошке опреме	Неуравнотеженост производних линија	Неодговарајућа употреба аутоматизације	Лоша процјена захтјева тржишта	Примјена just in case логике	Недовољно знање и вјештине радника	Лоша ергономија радног мјеста	Велика растојања између радних мјеста	Често помијерање руку	Вишеструко узимање истог комада	Запослени се морају кретати да би дошли до информација	Ручни рад како би се компензовали неки недостаци у процесу производње	Неискуство оператера
1	BSC	HV	MV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	HV	VLV	HV	LV	VLV	VLV	VLV	LV	VLV	HV
2	Бенчмаркинг	LV	MV	HV	MV	LV	MV	MV	MV	MV	LV	LV	MV	VLV	VLV	LV	MV	VLV
3	Бокс дијаграм	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
4	Матрица узрок и последица	LV	MV	MV	LV	LV	LV	MV	HV	LV	LV	MV	LV	MV	MV	MV	MV	MV
5	Контролни лист (генерички)	LV	VLV	MV	VLV	HV	HV	LV	LV	VLV	VLV	LV	VLV	MV	MV	LV	MV	LV
6	Дијаграм непредвиђених догађаја	HV	HV	HV	HV	HV	MV	MV	HV	HV	MV	MV	LV	MV	MV	MV	MV	HV
7	Табела за непредвиђене догађаја	VLV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	LV	VHV	MV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	MV	VLV	VLV
8	Контролне карте	MV	LV	VHV	LV	MV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
9	Корелациона анализа	VLV	VLV	MV	VLV	LV	VLV	VLV	MV	LV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
10	Анализа трошкова лошег квалитета	HV	VHV	HV	VHV	HV	HV	MV	HV	HV	HV	MV	MV	MV	MV	MV	HV	HV
11	Критичка анализа квалитета	HV	VHV	VHV	VHV	HV	HV	HV	LV	HV	HV	MV	HV	MV	MV	HV	HV	HV
12	Дијаграм временског циклуса	MV	MV	MV	MV	MV	HV	HV	MV	MV	MV	VHV	VHV	VHV	VHV	VHV	HV	MV
13	DoE	VLV	VLV	LV	VLV	VLV	LV	VLV	LV	LV	LV	MV	MV	MV	MV	VLV	VLV	VLV
14	FMEA	HV	HV	HV	HV	HV	MV	MV	HV	HV	HV	MV	MV	HV	HV	MV	MV	MV
15	FTA анализа	HV	HV	HV	HV	VHV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV	HV
16	Ишшкава дијаграм	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	VHV
17	Анализа поља утицаја сила	VHV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV
18	Хистограм	VLV	VLV	LV	VLV	LV	LV	VLV	MV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	MV	VLV	VLV	VLV
19	QFD	HV	MV	MV	HV	VLV	VLV	VLV	VHV	LV	MV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	LV	MV
20	Тестирање хипотеза	VLV	VLV	HV	VLV	VLV	LV	VLV	HV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	MV	VLV	VLV	LV
21	Анализа значај-перформансе	VLV	MV	MV	HV	VLV	VLV	VLV	VHV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
22	Матрица Јесте-није	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV
23	Матрични дијаграм (генерички)	HV	HV	HV	HV	HV	MV	MV	HV	MV	HV	HV	MV	HV	HV	MV	HV	HV
24	Рока Јоке	HV	HV	HV	HV	HV	LV	MV	HV	LV	HV	MV	MV	HV	HV	MV	HV	HV
25	Графикон нормалне расподеле	HV	VLV	HV	VLV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
26	Операционе дефиниције	VLV	MV	HV	HV	MV	LV	MV	HV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
27	Парето дијаграм	MV	MV	MV	MV	LV	LV	VLV	HV	HV	MV	LV	HV	HV	HV	VLV	VLV	MV
28	Индекс перформанси	LV	VLV	MV	VLV	VLV	MV	VLV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
29	PGCV индекс	MV	MV	MV	HV	MV	VLV	VLV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
30	Студија способности процеса	MV	LV	VHV	LV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
31	Радар дијаграм	HV	MV	HV	MV	MV	MV	LV	MV	VLV	MV	HV	MV	HV	HV	MV	LV	HV
32	Регресиона анализа	MV	LV	HV	VLV	LV	MV	VLV	MV	LV	MV	VLV	VLV	LV	LV	VLV	VLV	LV
33	Дијаграм међусобних веза	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV
34	R&R	MV	LV	VHV	LV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
35	Табела захтјева	VLV	MV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
36	Стабло захтјева и мјера	VLV	VLV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
37	Временски дијаграм	LV	LV	HV	LV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
38	Узорковање	HV	HV	HV	HV	LV	VLV	VLV	MV	VLV	HV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	HV
39	Дијаграм расипања	HV	MV	HV	LV	HV	VLV	VLV	HV	VLV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
40	SIPOC дијаграм	VLV	VLV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	HV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
41	Табла сценарија	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV
42	Стратификација	MV	VLV	HV	LV	HV	LV	VLV	HV	MV	HV	MV	LV	MV	MV	VLV	VLV	HV
43	Анкета	HV	MV	MV	MV	MV	LV	VLV	HV	VLV	HV	HV	MV	HV	HV	HV	HV	HV
44	Дијаграм стабла	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV
45	Анализа вриједности	MV	HV	HV	HV	MV	MV	MV	VLV	LV	VLV	HV	VHV	VHV	VHV	VHV	HV	MV
46	Табела гласа купца	MV	MV	MV	MV	VLV	VLV	VLV	VHV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
47	Дијаграм зашто-зашто	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV
48	Дијаграм тока	VLV	LV	LV	MV	LV	HV	MV	LV	VLV	MV	LV	MV	MV	MV	HV	LV	LV
49	5W2H	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV	HV	HV	LV	HV

Р.бр.	ГУБИЦИ	Непотребни застоји (чекање)						Неискористивени људски потенцијали				
		ГРЕШКЕ/АЛАТИ КВАЛИТЕТА	Чекање на материјал између операција	Прекид рада машине или система	Недостатак посла	Чекање информација потребних да би се процес наставио	Неуравнотеженост са наредним процесима	Дуго припремно завршно вријеме	Уско дефинисани послови	Не ангажовање радника на стварању нових идеја	Запослени на рале на одговарајућој позицији	Не укључивање свих запослених и њихових знања и вјештина у пословне и производне
1	BSC	VLV	VLV	VLV	VLV	MV	VLV	HV	HV	HV	HV	MV
2	Бенчмаркинг	MV	VLV	LV	LV	MV	MV	MV	MV	MV	LV	LV
3	Бокс дијаграм	MV	VLV	VLV	VLV	LV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
4	Матрица узрок и последица	LV	MV	VLV	LV	LV	VLV	MV	LV	LV	LV	VLV
5	Контролни лист (генерички)	HV	VHV	HV	MV	MV	MV	LV	LV	LV	LV	LV
6	Дијаграм непредвиђених догађаја	MV	HV	HV	LV	MV	MV	MV	MV	MV	MV	MV
7	Табела за непредвиђене догађаја	VLV	VLV	VLV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	MV	MV	VLV
8	Контролне карте	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
9	Корелациона анализа	MV	MV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
10	Анализа трошкова лошег квалитета	HV	HV	HV	MV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV
11	Критичка анализа квалитета	VHV	MV	MV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV
12	Дијаграм временског инволуса	VHV	MV	HV	HV	HV	VHV	LV	LV	MV	LV	MV
13	DoE	MV	VLV	LV	LV	LV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
14	FMEA	MV	VHV	HV	MV	MV	HV	MV	MV	MV	MV	MV
15	FTA анализа	HV	VHV	HV	HV	HV	VHV	HV	HV	HV	HV	HV
16	Ишпава дијаграм	HV	VHV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	VHV
17	Анализа поља утицаја сила	HV	HV	HV	HV	HV	HV	VHV	HV	VHV	HV	HV
18	Хистограм	HV	MV	MV	VLV	MV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
19	QFD	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	LV	LV	LV	VLV
20	Тестирање хипотеза	HV	MV	VLV	LV	MV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
21	Анализа значај-перформансе	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
22	Матрица Јесте-није	HV	VHV	MV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV
23	Матрични дијаграм (генерички)	HV	HV	HV	HV	MV	MV	HV	HV	HV	HV	MV
24	Poka Yoke	MV	MV	LV	HV	MV	LV	MV	MV	HV	MV	HV
25	Графикон нормалне расподеле	LV	MV	VLV	VLV	LV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
26	Операционе дефиниције	LV	LV	VLV	VLV	LV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
27	Парето дијаграм	HV	LV	LV	VLV	MV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
28	Индекс перформанси	VLV	LV	LV	LV	VLV	LV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
29	PGCV индекс	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
30	Студија способности процеса	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
31	Радар дијаграм	MV	VLV	VLV	VLV	LV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
32	Регресиона анализа	MV	VLV	VLV	VLV	LV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
33	Дијаграм међусобних веза	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV
34	R&R	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
35	Табела захтјева	VLV	VLV	LV	VLV	VLV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
36	Стабло захтјева и мјера	VLV	VLV	VLV	MV	VLV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
37	Временски дијаграм	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
38	Узорковање	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	LV	MV	MV	MV	LV	MV
39	Дијаграм распања	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
40	SIPQC дијаграм	VLV	VLV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
41	Табла сценарија	MV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	MV
42	Стратификација	MV	HV	LV	VLV	LV	HV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
43	Анкета	MV	MV	HV	HV	LV	VLV	MV	VHV	VHV	VHV	HV
44	Дијаграм стабла	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV
45	Анализа вриједности	VHV	MV	MV	HV	MV	VLV	VLV	MV	MV	VLV	LV
46	Табела гласа купца	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
47	Дијаграм зашто-зашто	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV
48	Дијаграм тока	HV	VLV	MV	HV	HV	MV	VLV	VLV	VLV	VLV	VLV
49	5W2H	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV	HV

ПРИЛОГ 3

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка и на нивоу свих МСП-а по моделу *IF-VIKOR*.

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=1$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,3074	0,9823	1,0000	3-4-5	0,9228	4	0,8457	4
$i=2$	1,4263	0,7933	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,2893	0,9552	0,8568	2	0,8425	3	0,8283	3
$i=4$	1,5136	0,9823	1,0000	3-4-5	0,5419	2	0,0838	2
$i=5$	2,4682	0,9823	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,8743	0,9924	1,0000	3-4-5	0,8708	4	0,7417	4
$i=2$	2,1168	0,9924	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=3$	1,1781	0,5937	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,7135	0,9924	1,0000	3-4-5	0,7852	3	0,5704	3
$i=5$	1,4520	0,5937	0,0000	1-2	0,1459	2	0,2918	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1148	0,9931	1,0000	7	0,9359	7	0,8717	6
$i=2$	2,2261	0,9285	0,7024	6	0,8512	6	1,0000	7
$i=3$	1,7352	0,9083	0,6095	2-3-4-5	0,5219	4-5	0,4342	4-5
$i=4$	1,3584	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,5002	0,9083	0,6095	2-3-4-5	0,3865	3-2	0,1634	2-3
$i=6$	1,5002	0,9083	0,6095	2-3-4-5	0,3865	3-2	0,1634	2-3
$i=7$	1,7352	0,9083	0,6095	2-3-4-5	0,5219	4-5	0,4342	4-5

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,7131	0,9913	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
$i=2$	1,5288	0,9285	0,8863	2-3	0,6332	3	0,3800	3
$i=3$	1,1474	0,9285	0,8863	2-3	0,5333	2	0,1804	2
$i=4$	1,5967	0,9552	0,9347	4-5	0,6751	4-5	0,4156	4-5

i=5	0,8029	0,4389	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=6	1,5967	0,9552	0,9347	4-5	0,6751	4-5	0,4156	4-5

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,1746	0,9700	0,9555	4-5	0,5141	3	0,0727	2
i=2	1,7556	0,8760	0,7689	2-3	0,5730	4	0,3771	4
i=3	1,2685	0,4884	0,0000	1	0,0610	1	0,1219	3
i=4	2,9442	0,9924	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
i=5	2,3344	0,9700	0,9555	4-5	0,8180	5	0,6804	5
i=6	1,0358	0,8760	0,7689	2-3	0,3845	2	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,0502	0,8675	0,7912	3	0,8941	3	0,9970	4
i=2	2,0545	0,9931	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
i=3	1,5738	0,7933	0,6681	2	0,6684	2	0,6687	2
i=4	0,6036	0,3912	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=5	2,0107	0,9700	0,9615	4	0,9657	4	0,9698	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,3697	0,9728	1,0000	3-4-5	0,6666	2	0,3333	2
i=2	1,8024	0,9020	0,9031	2	0,7169	3	0,5308	3
i=3	0,6397	0,2428	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	2,8300	0,9728	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=5	2,1635	0,9728	1,0000	3-4-5	0,8479	4	0,6957	4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,9894	0,9370	0,9522	3-4	0,9761	4	1,0000	5
i=2	1,3671	0,9738	1,0000	5	0,7886	5	0,5773	3
i=3	1,8368	0,9370	0,9522	3-4	0,9243	4	0,8963	4
i=4	0,5172	0,2026	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
i=5	0,5172	0,2026	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=2$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,1720	0,5307	0,4263	2	0,3066	2	0,1869	2
$i=2$	1,8715	0,7471	1,0000	3-4-5	1,0000	3-4-5	1,0000	3-4-5
$i=3$	1,8715	0,7471	1,0000	3-4-5	1,0000	3-4-5	1,0000	3-4-5
$i=4$	1,0112	0,3699	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,8715	0,7471	1,0000	3-4-5	1,0000	3-4-5	1,0000	3-4-5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,8769	0,9931	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=2$	2,6011	0,9285	0,9182	2	0,9031	3	0,8880	3
$i=3$	2,7150	0,9931	1,0000	4-5	0,9671	4	0,9342	4
$i=4$	0,4150	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,5472	0,9552	0,9520	3	0,7060	2	0,4599	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,3566	0,7759	0,6123	3-4-5	0,5265	4	0,4408	4
$i=2$	2,0278	0,9774	0,9731	6	0,9289	6	0,8847	6
$i=3$	1,6982	0,7759	0,6123	3-4-5	0,6395	5	0,6667	5
$i=4$	0,9901	0,7759	0,6123	3-4-5	0,4053	3	0,1983	3
$i=5$	2,2022	0,9924	1,0000	7	1,0000	7	1,0000	7
$i=6$	0,6902	0,4339	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=7$	0,6902	0,4339	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,8769	0,9931	1,0000	4-5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=2$	2,7630	0,9552	0,9372	3	0,9418	5	0,9464	5
$i=3$	1,7729	0,9285	0,8929	2	0,6865	2	0,4801	2
$i=4$	2,5624	0,9931	1,0000	4-5-6	0,9259	4	0,8519	4
$i=5$	0,7533	0,3893	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=6$	2,1510	0,9931	1,0000	4-5-6	0,8291	3	0,6582	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,9062	0,4342	0,0000	1-2	0,0105	2	0,0210	2
$i=2$	0,8741	0,4342	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	1,8898	0,9629	0,9458	4	0,8038	5	0,6617	5
$i=4$	1,8731	0,8793	0,7963	3	0,7235	4	0,6508	4
$i=5$	2,4092	0,9931	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
$i=6$	1,4671	0,9819	0,9798	5	0,6831	3	0,3863	3

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2103	0,9285	0,9191	2-3	0,9596	4-5	1,0000	4-5
$i=2$	2,2103	0,9285	0,9191	2-3	0,9596	4-5	1,0000	4-5
$i=3$	0,4859	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,3564	0,9924	1,0000	5	0,7524	2	0,5048	2
$i=5$	1,9375	0,9552	0,9529	4	0,8974	3	0,8418	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,1352	0,4339	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,3937	0,9774	1,0000	4-5	0,6379	3	0,2759	3
$i=3$	1,1870	0,7035	0,4960	2	0,2756	2	0,0552	2
$i=4$	1,7141	0,9700	0,9864	3	0,8021	4	0,6179	4
$i=5$	2,0720	0,9774	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,3863	0,9774	0,9748	3-4	0,9874	5	1,0000	5
$i=2$	1,1198	0,9700	0,9614	2	0,4807	2	0,0000	1
$i=3$	1,1410	0,9774	0,9748	3-4	0,4958	3	0,0168	2
$i=4$	1,2640	0,4389	0,0000	1	0,0569	1	0,1139	3
$i=5$	2,2927	0,9913	1,0000	5	0,9630	4	0,9261	4

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=3$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,0373	0,9738	1,0000	3-4-5	0,9371	4	0,8742	4
$i=2$	1,3708	0,9738	1,0000	3-4-5	0,6077	2	0,2154	2
$i=3$	1,1528	0,7933	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,8193	0,9020	0,6020	2	0,6304	3	0,6587	3
$i=5$	2,1646	0,9738	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,3553	0,9913	1,0000	5	0,5000	2	0,0000	1
$i=2$	1,7793	0,9285	0,6828	2-3	0,8414	5	1,0000	5
$i=3$	1,5288	0,9285	0,6828	2-3	0,5461	3	0,4093	3
$i=4$	1,4348	0,7933	0,0000	1	0,0938	1	0,1876	2
$i=5$	1,5967	0,9552	0,8178	4	0,6936	4	0,5694	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,8275	0,9620	1,0000	5-6-7	1,0000	7	1,0000	7
$i=2$	1,8389	0,9370	0,9670	4	0,7693	5	0,5717	5
$i=3$	0,5193	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,3553	0,9620	1,0000	5-6-7	0,6811	4	0,3622	4
$i=5$	2,6749	0,9620	1,0000	5-6-7	0,9669	6	0,9339	6
$i=6$	1,2452	0,9285	0,9558	3	0,6352	3	0,3145	3
$i=7$	1,0926	0,7759	0,7549	2	0,5016	2	0,2484	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1123	0,9931	1,0000	6	0,9343	6	0,8686	5
$i=2$	1,1702	0,9285	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	1,1906	0,9370	0,1308	2-3-4-5	0,0748	2	0,0188	2
$i=4$	1,5289	0,9370	0,1308	2-3-4-5	0,2308	3	0,3307	3
$i=5$	2,2548	0,9370	0,1308	2-3-4-5	0,5654	5	1,0000	6
$i=6$	2,0188	0,9370	0,1308	2-3-4-5	0,4566	4	0,7825	4

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,0243	0,9700	0,9864	5	0,9183	5	0,8503	5
$i=2$	1,4946	0,9774	1,0000	6	0,7593	3	0,5187	3
$i=3$	1,4455	0,9620	0,9718	2-3-4	0,7299	2	0,4879	2
$i=4$	1,7871	0,9620	0,9718	2-3-4	0,8368	4	0,7018	4
$i=5$	2,2634	0,9620	0,9718	2-3-4	0,9859	6	1,0000	6
$i=6$	0,6661	0,4339	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,1720	0,5307	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=2$	1,4145	0,5937	0,2911	3	0,3189	3	0,3467	3
$i=3$	1,7107	0,7471	1,0000	4-5	0,8851	4	0,7701	4
$i=4$	1,8715	0,7471	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=5$	1,1720	0,5307	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1334	0,9728	1,0000	4-5	0,9904	5	0,9808	4
$i=2$	2,1497	0,9700	0,9734	2-3	0,9867	4	1,0000	5
$i=3$	1,3009	0,8675	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	2,0159	0,9728	1,0000	4-5	0,9212	3	0,8423	3
$i=5$	2,0140	0,9700	0,9734	2-3	0,9067	2	0,8401	2

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2687	0,9913	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=2$	1,3137	0,5048	0,0000	1-2	0,1055	2-3	0,2109	2-3
$i=3$	1,5749	0,9867	0,9905	4	0,7087	4	0,4268	4
$i=4$	1,3137	0,5048	0,0000	1-2	0,1055	2-3	0,2109	2-3
$i=5$	1,0584	0,5307	0,0532	3	0,0266	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=4$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1556	0,9924	1,0000	3-4-5	0,9069	3-4	0,8137	3-4
$i=2$	0,7459	0,5307	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,4783	0,9924	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	2,1556	0,9924	1,0000	3-4-5	0,9069	3-4	0,8137	3-4
$i=5$	1,9744	0,9552	0,9195	2	0,8143	2	0,7091	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,2336	0,9700	0,8928	2-3	0,4464	2	0,0000	1
$i=2$	1,8656	0,9700	0,8928	2-3	0,6352	3	0,3775	2
$i=3$	2,9075	0,9823	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	2,4642	0,8675	0,0000	1	0,3676	1	0,7351	4
$i=5$	2,0436	0,9823	1,0000	4-5	0,7420	4	0,4839	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,6074	0,9940	1,0000	7	0,8188	6	0,6375	6
$i=2$	1,3551	0,5307	0,1704	2	0,2093	2	0,2482	3
$i=3$	1,1943	0,4356	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,8422	0,8760	0,7887	3-4-5	0,8943	7	1,0000	7
$i=5$	1,5153	0,8760	0,7887	3-4-5	0,6421	4	0,4955	4
$i=6$	1,5605	0,9819	0,9784	6	0,7718	5	0,5652	5
$i=7$	1,2938	0,8760	0,7887	3-4-5	0,4711	3	0,1535	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,8951	0,8760	0,8129	3	0,7684	4	0,7238	4
$i=2$	1,5663	0,9819	0,9831	4	0,7634	3	0,5436	3
$i=3$	2,3990	0,9924	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=4$	2,2382	0,9924	1,0000	5-6	0,9559	5	0,9119	5
$i=5$	1,2472	0,4884	0,1904	2	0,2796	2	0,3687	2
$i=6$	0,5745	0,3699	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,0056	0,9552	0,8283	3-4-5	0,8271	4	0,8259	5
$i=2$	2,2196	0,9552	0,8283	3-4-5	0,9142	6	1,0000	6
$i=3$	1,9883	0,9924	1,0000	6	0,9059	5	0,8118	4
$i=4$	1,4844	0,7933	0,0806	2	0,2411	2	0,4016	2
$i=5$	1,6463	0,9552	0,8283	3-4-5	0,6808	3	0,5333	3
$i=6$	0,9910	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1067	0,9823	1,0000	4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
$i=2$	2,1067	0,9823	1,0000	4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
$i=3$	1,5244	0,8033	0,7078	2-3	0,6271	2	0,5463	2
$i=4$	1,7669	0,8033	0,7078	2-3	0,7215	3	0,7353	3
$i=5$	0,8234	0,3699	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,0972	0,9728	1,0000	3-4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
$i=2$	0,9639	0,3699	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	0,9889	0,5307	0,2667	2	0,1444	2	0,0221	2
$i=4$	1,9364	0,9728	1,0000	3-4-5	0,9291	3	0,8581	3
$i=5$	2,0972	0,9728	1,0000	3-4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,4682	0,9823	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=2$	1,5136	0,9823	1,0000	4-5	0,5419	4	0,0838	2
$i=3$	1,9666	0,8033	0,0530	2-3	0,2858	2	0,5186	3
$i=4$	1,4263	0,7933	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	2,1274	0,8033	0,0530	2-3	0,3629	3	0,6729	4

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=5$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,4978	0,9700	0,9740	4	0,7711	4	0,5682	4
$i=2$	0,3588	0,1308	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,3632	0,9924	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	0,9672	0,4884	0,4151	2-3	0,3593	2	0,3035	2
$i=5$	1,3537	0,4884	0,4151	2-3	0,4557	3	0,4963	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,7304	0,4741	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,3951	0,7759	0,5823	3	0,4443	3	0,3063	3
$i=3$	0,7985	0,4741	0,0000	1-2	0,0157	2	0,0314	2
$i=4$	1,5046	0,9285	0,8767	4	0,6167	4	0,3567	4
$i=5$	2,9005	0,9924	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,4869	0,9725	0,9622	3-4	0,6788	4	0,3954	4
$i=2$	1,4259	0,8727	0,7865	2	0,5681	2	0,3497	2
$i=3$	2,2932	0,9836	0,9817	5	0,9908	7	1,0000	7
$i=4$	2,0792	0,9940	1,0000	6-7	0,9198	6	0,8395	6
$i=5$	2,0060	0,9940	1,0000	6-7	0,8923	5	0,7847	5
$i=6$	0,9596	0,4263	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=7$	1,4467	0,9725	0,9622	3-4	0,6637	3	0,3653	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,3528	0,9940	1,0000	6	0,9319	6	0,8639	5
$i=2$	1,9998	0,9819	0,9800	5	0,8348	4	0,6895	4
$i=3$	2,6284	0,8849	0,8198	2	0,9099	5	1,0000	6
$i=4$	0,6037	0,3889	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,4068	0,9700	0,9604	3-4	0,6785	3	0,3966	3
$i=6$	1,1006	0,9700	0,9604	3-4	0,6029	2	0,2454	2

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,9619	0,9796	0,9747	4-5	0,9873	6	1,0000	6
i=2	1,5244	0,9285	0,8732	3	0,6621	4	0,4510	4
i=3	1,3520	0,7759	0,5704	2	0,4025	2	0,2345	3
i=4	1,3258	0,9924	1,0000	6	0,6008	3	0,2017	2
i=5	1,1651	0,4884	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=6	1,8774	0,9796	0,9747	4-5	0,9343	5	0,8940	5

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,8297	0,9728	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=2	1,2748	0,7759	0,0000	1	0,0208	1	0,0417	2
i=3	1,2072	0,9285	0,7751	3	0,3876	2	0,0000	1
i=4	2,1038	0,9728	1,0000	4-5	0,7763	4	0,5526	4
i=5	1,9470	0,9284	0,7746	2	0,6153	3	0,4560	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,0699	0,9285	0,8732	3-4	0,4366	2	0,0000	1
i=2	1,1812	0,9285	0,8732	3-4	0,4870	3	0,1008	3
i=3	1,1651	0,4884	0,0000	1	0,0431	1	0,0862	2
i=4	1,7384	0,7759	0,5704	2	0,5878	4	0,6051	4
i=5	2,1746	0,9924	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,3276	0,9728	0,9862	3-4	0,9931	4	1,0000	5
i=2	1,4449	0,7759	0,7341	2	0,6348	2	0,5355	2
i=3	0,4272	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,9801	0,9728	0,9862	3-4	0,9017	3	0,8171	3
i=5	2,1548	0,9836	1,0000	5	0,9545	5	0,9091	4

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=6$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,3381	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,6855	0,7759	0,7244	2	0,6250	4	0,5255	4
$i=3$	2,9021	0,9940	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	1,0641	0,9285	0,9173	3-4	0,6002	2-3	0,2831	2-3
$i=5$	1,0641	0,9285	0,9173	3-4	0,6002	2-3	0,2831	2-3

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,2581	0,9728	0,8296	2-3	0,4148	2	0,0000	1
$i=2$	1,9115	0,9285	0,0000	1	0,2151	1	0,4301	3
$i=3$	2,7772	0,9728	0,8296	2-3	0,9148	5	1,0000	5
$i=4$	1,2915	0,9819	1,0000	4-5	0,5110	3	0,0220	2
$i=5$	2,0174	0,9819	1,0000	4-5	0,7499	4	0,4998	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,7362	0,9285	0,9123	3-4-5-6	0,9561	7	1,0000	7
$i=2$	2,0639	0,9285	0,9123	3-4-5-6	0,8052	4	0,6981	4
$i=3$	2,1241	0,9931	1,0000	7	0,8625	6	0,7251	5
$i=4$	0,7635	0,3893	0,1807	2	0,1474	2	0,1140	2
$i=5$	1,4895	0,9285	0,9123	3-4-5-6	0,6762	3	0,4400	3
$i=6$	2,2462	0,9285	0,9123	3-4-5-6	0,8461	5	0,7799	6
$i=7$	0,5097	0,2561	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,3948	0,8033	0,1330	2	0,1086	2	0,0841	2
$i=2$	2,0126	0,9819	0,9980	4	0,7443	4	0,4906	4
$i=3$	2,7867	0,9823	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=4$	1,2670	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	2,6341	0,9823	1,0000	5-6	0,9498	5	0,8996	5
$i=6$	1,8146	0,9285	0,7394	3	0,5499	3	0,3603	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,8910	0,9285	0,9191	3	0,8367	3	0,7543	3
i=2	1,9619	0,9796	0,9839	4	0,8864	4	0,7888	4
i=3	0,9173	0,7759	0,7259	2	0,5027	2	0,2795	2
i=4	2,2423	0,9924	1,0000	5-6	0,9628	5	0,9256	5
i=5	2,3949	0,9924	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
i=6	0,3440	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,7396	0,8849	0,0000	1	0,0957	1	0,1914	2
i=2	1,4635	0,9285	0,3995	2	0,1998	2	0,0000	1
i=3	1,9600	0,9836	0,9047	3	0,6244	3	0,3442	3
i=4	2,9060	0,9940	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=5	2,0775	0,9940	1,0000	4-5	0,7128	4	0,4256	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	0,8415	0,3699	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
i=2	1,6342	0,7933	0,7234	3	0,6558	3	0,5881	3
i=3	0,8415	0,3699	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
i=4	2,1894	0,9552	1,0000	4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
i=5	2,1894	0,9552	1,0000	4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,9878	0,9819	0,9993	3	0,9449	4	0,8904	4
i=2	2,1470	0,9823	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=3	1,1135	0,9285	0,9094	2	0,5991	2	0,2888	2
i=4	1,8409	0,9823	1,0000	4-5	0,8947	3	0,7893	3
i=5	0,6937	0,3889	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=7$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1455	0,9823	1,0000	4-5	0,8577	4	0,7153	3
$i=2$	1,4263	0,7933	0,0000	1	0,0404	2	0,0808	2
$i=3$	2,1274	0,8033	0,0530	2-3	0,3761	3	0,6993	4
$i=4$	1,3347	0,8033	0,0530	2-3	0,0265	1	0,0000	1
$i=5$	2,4682	0,9823	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,1966	0,8033	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,2214	0,9285	0,6994	2	0,3580	2	0,0166	2
$i=3$	2,6951	0,9823	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	1,2418	0,9370	0,7467	3-4	0,3884	3	0,0302	3
$i=5$	1,9429	0,9370	0,7467	3-4	0,6224	4	0,4980	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,5734	0,9629	0,9614	4-5	0,8017	2	0,6420	2
$i=2$	1,6816	0,9913	1,0000	6-7	0,8514	6	0,7028	4
$i=3$	2,2103	0,9913	1,0000	6-7	1,0000	7	1,0000	7
$i=4$	1,6579	0,9629	0,9614	4-5	0,8254	3	0,6895	3
$i=5$	1,8015	0,9284	0,9145	2-3	0,8423	4-5	0,7702	5-6
$i=6$	0,4315	0,2561	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=7$	1,8015	0,9284	0,9145	2-3	0,8423	4-5	0,7702	5-6

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,7378	0,9823	1,0000	4-5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=2$	0,7789	0,4741	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,1645	0,9823	1,0000	4-5-6	0,8537	5	0,7073	5
$i=4$	1,8890	0,9823	1,0000	4-5-6	0,7833	4	0,5667	4
$i=5$	1,4800	0,8033	0,6479	2	0,5029	2	0,3579	2
$i=6$	1,8195	0,9285	0,8942	3	0,7127	3	0,5312	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,7978	0,9728	0,9937	3-4-5	0,8669	4	0,7401	4
i=2	1,3050	0,9700	0,9899	2	0,7306	2	0,4713	2
i=3	2,0544	0,9774	1,0000	6	0,9401	5	0,8801	5
i=4	1,4562	0,9728	0,9937	3-4-5	0,7738	3	0,5538	3
i=5	2,2742	0,9728	0,9937	3-4-5	0,9969	6	1,0000	6
i=6	0,4412	0,2428	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,4308	0,9370	0,9389	3-4	0,6818	3	0,4248	3
i=2	0,8453	0,5307	0,2662	2	0,1789	2	0,0915	2
i=3	2,4415	0,9738	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
i=4	1,5916	0,9370	0,9389	3-4	0,7276	4	0,5163	4
i=5	0,6845	0,3699	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,4993	0,9728	0,9946	3	0,8389	3	0,6832	3
i=2	2,0473	0,9774	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=3	0,3171	0,1178	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,1108	0,4342	0,3681	2	0,4134	2	0,4587	2
i=5	1,5186	0,9774	1,0000	4-5	0,8472	4	0,6944	4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,8146	0,9285	0,9094	2-3	0,9352	4	0,9610	4
i=2	1,5737	0,9823	1,0000	5	0,8773	3	0,7546	3
i=3	1,8600	0,9819	0,9993	4	0,9997	5	1,0000	5
i=4	0,6937	0,3889	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=5	1,4196	0,9285	0,9094	2-3	0,7659	2	0,6224	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=8$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,1063	0,7759	0,7378	3	0,5053	3	0,2728	3
$i=2$	0,5761	0,2428	0,0517	2	0,0537	2	0,0556	2
$i=3$	2,8809	0,9796	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	0,4404	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,6494	0,9728	0,9912	4	0,7433	4	0,4954	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,5993	0,9083	0,6116	2	0,5118	2	0,4119	3
$i=2$	1,0910	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,3253	0,9285	0,7049	3-4	0,8524	5	1,0000	5
$i=4$	1,3882	0,9924	1,0000	5	0,6204	3	0,2408	2
$i=5$	1,8905	0,9285	0,7049	3-4	0,6764	4	0,6478	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,9470	0,9284	0,7746	2	0,8079	4	0,8411	5
$i=2$	2,0997	0,9285	0,7751	3-4-5	0,8876	5-6	1,0000	6-7
$i=3$	1,4315	0,9728	1,0000	6-7	0,6522	3	0,3044	3
$i=4$	1,9203	0,9728	1,0000	6-7	0,9066	7	0,8133	4
$i=5$	1,2917	0,9285	0,7751	3-4-5	0,4670	2	0,1589	2
$i=6$	2,0997	0,9285	0,7751	3-4-5	0,8876	5-6	1,0000	6-7
$i=7$	1,1391	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2958	0,9285	0,8863	4-5	0,8320	5	0,7777	5
$i=2$	1,2422	0,9285	0,8863	4-5	0,5390	3	0,1916	2
$i=3$	1,5699	0,9284	0,8862	3	0,6300	4	0,3739	4
$i=4$	2,6956	0,9913	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
$i=5$	1,3864	0,7759	0,6100	2	0,4409	2	0,2719	3
$i=6$	0,8977	0,4389	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,2434	0,9285	0,7085	3-4	0,8543	4	1,0000	6
i=2	2,1757	0,9913	1,0000	5-6	0,9712	6	0,9424	5
i=3	1,0687	0,9285	0,7085	3-4	0,3543	2	0,0000	1
i=4	1,6037	0,7759	0,0000	1	0,2277	1	0,4554	3
i=5	2,1560	0,9913	1,0000	5-6	0,9628	5	0,9256	4
i=6	1,5175	0,8760	0,4646	2	0,4233	3	0,3820	2

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,0362	0,9728	1,0000	4-5	0,9616	4	0,9233	4
i=2	1,3062	0,9020	0,9040	2-3	0,6937	2	0,4834	2
i=3	2,1635	0,9728	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=4	1,9381	0,9020	0,9040	2-3	0,8841	3	0,8642	3
i=5	0,5040	0,2355	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,0513	0,9728	0,9558	3	0,9287	4	0,9016	4
i=2	2,1531	0,9819	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=3	1,1183	0,9285	0,7409	2	0,3704	2	0,0000	1
i=4	1,4075	0,7759	0,0000	1	0,1398	1	0,2795	2
i=5	1,4272	0,9819	1,0000	4-5	0,6493	3	0,2986	3

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,1531	0,9819	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
i=2	0,9656	0,7759	0,6526	2	0,3761	2	0,0996	2
i=3	0,8342	0,3889	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,1183	0,9285	0,9100	3	0,5627	3	0,2154	3
i=5	2,1375	0,9728	0,9847	4	0,9864	4	0,9882	4

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=9$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,9471	3,4471	0,8115	3	0,8374	3	0,8634	3
$i=2$	1,1786	1,7173	0,0807	2	0,1139	2	0,1471	2
$i=3$	2,0609	3,8934	1,0000	4-5	0,9848	4	0,9696	4
$i=4$	2,0935	3,8934	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=5$	1,0209	1,5263	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,7958	2,4017	1,0000	3-4-5	0,7592	3	0,5184	2
$i=2$	2,3888	2,4017	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=3$	1,8586	1,9642	0,1037	2	0,3366	2	0,5694	3
$i=4$	1,1575	1,9136	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	2,0658	2,4017	1,0000	3-4-5	0,8688	4	0,7377	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,3687	0,9940	1,0000	4-5-6-7	0,9917	6	0,9833	6
$i=2$	1,4834	0,9836	0,9047	3	0,6018	3	0,2990	2
$i=3$	1,8720	0,8849	0,0000	1	0,2997	1	0,5994	4
$i=4$	2,3902	0,9940	1,0000	4-5-6-7	1,0000	7	1,0000	7
$i=5$	1,0967	0,9700	0,7801	2	0,3900	2	0,0000	1
$i=6$	2,2661	0,9940	1,0000	4-5-6-7	0,9520	5	0,9040	5
$i=7$	1,8114	0,9940	1,0000	4-5-6-7	0,7763	4	0,5525	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,9500	0,9940	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=2$	2,2837	0,9725	0,8032	2-3	0,7216	3	0,6400	4
$i=3$	2,0792	0,9940	1,0000	5-6	0,7647	4	0,5295	2
$i=4$	2,2932	0,9836	0,9047	4	0,7749	5	0,6451	5
$i=5$	1,0992	0,9725	0,8032	2-3	0,4016	2	0,0000	1
$i=6$	2,1905	0,8849	0,0000	1	0,2948	1	0,5896	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,6946	0,9728	1,0000	4-5-6	0,9661	4-5	0,9321	4-5
$i=2$	1,0443	0,7759	0,7444	2-3	0,4923	2-3	0,2403	2-3
$i=3$	1,0443	0,7759	0,7444	2-3	0,4923	2-3	0,2403	2-3
$i=4$	2,8565	0,9728	1,0000	4-5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=5$	2,6946	0,9728	1,0000	4-5-6	0,9661	4-5	0,9321	4-5
$i=6$	0,4710	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,1849	1,9136	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	2,0973	3,4471	0,7746	2-3	0,8873	4-5	1,0000	4-5
$i=3$	2,0500	3,8934	1,0000	4-5	0,9741	2-3	0,9482	2-3
$i=4$	2,0500	3,8934	1,0000	4-5	0,9741	2-3	0,9482	2-3
$i=5$	2,0973	3,4471	0,7746	2-3	0,8873	4-5	1,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,5514	0,8356	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,8344	1,9136	0,3255	3	0,5826	3	0,8398	3
$i=3$	2,0792	4,1479	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	1,8675	3,6930	0,8627	4	0,8621	4	0,8615	4
$i=5$	0,9635	1,8177	0,2965	2	0,2831	2	0,2698	2

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1785	0,9924	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=2$	1,0610	0,9285	0,7049	2-3-4	0,3524	2-3	0,0000	1-2
$i=3$	1,0610	0,9285	0,7049	2-3-4	0,3524	2-3	0,0000	1-2
$i=4$	1,9313	0,9285	0,7049	2-3-4	0,7418	4	0,7788	4
$i=5$	1,3241	0,7759	0,0000	1	0,1177	1	0,2354	3

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=10$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,2523	0,9620	0,9774	3-4	0,6534	3	0,3295	3
$i=2$	1,0327	0,7759	0,7378	2	0,4880	2	0,2383	2
$i=3$	2,8655	0,9796	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	0,4594	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	2,3646	0,9620	0,9774	3-4	0,8846	4	0,7918	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,0304	0,4389	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,3749	0,9285	0,8863	3	0,5909	2	0,2954	2
$i=3$	1,5175	0,8760	0,7912	2	0,6044	3	0,4176	3
$i=4$	1,8499	0,9913	1,0000	5	0,8513	4	0,7026	4
$i=5$	2,1967	0,9819	0,9830	4	0,9915	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,7553	0,9284	0,4313	2-3	0,3849	3	0,3384	3
$i=2$	2,7362	0,9285	0,4321	4-5	0,7161	5	1,0000	7
$i=3$	1,2535	0,8793	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,5203	0,9284	0,4313	2-3	0,3056	2	0,1800	2
$i=5$	2,0252	0,9931	1,0000	6-7	0,7602	6-7	0,5204	5-6
$i=6$	1,9079	0,9285	0,4321	4-5	0,4367	4	0,4414	4
$i=7$	2,0252	0,9931	1,0000	6-7	0,7602	6-7	0,5204	5-6

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1231	0,9083	0,8948	4	0,7990	4	0,7031	5
$i=2$	0,4533	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,8281	0,9913	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=4$	2,1022	0,9913	1,0000	5-6	0,8472	5	0,6943	4
$i=5$	0,8347	0,4389	0,2997	2	0,2301	2	0,1606	2
$i=6$	1,4080	0,7759	0,7269	3	0,5645	3	0,4020	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,6839	0,9620	1,0000	4-5-6	1,0000	6	1,0000	6
i=2	1,2839	0,9552	0,9596	3	0,5316	3	0,1036	3
i=3	1,2160	0,9285	0,8012	2	0,4307	2	0,0602	2
i=4	1,8671	0,9620	1,0000	4-5-6	0,7385	5	0,4770	5
i=5	1,2938	0,9620	1,0000	4-5-6	0,5550	4	0,1100	4
i=6	1,1220	0,7933	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,9174	0,9083	0,9126	2-3-4	0,9116	4	0,9106	4
i=2	2,0531	0,9083	0,9126	2-3-4	0,9563	5	1,0000	5
i=3	0,5358	0,2355	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,3866	0,9083	0,9126	2-3-4	0,7366	2	0,5607	2
i=5	1,4015	0,9728	1,0000	5	0,7853	3	0,5706	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,1038	0,9728	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
i=2	1,8113	0,9284	0,9424	3	0,8811	3	0,8198	3
i=3	0,4812	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,0545	0,7759	0,7444	2	0,5488	2	0,3533	2
i=5	2,0997	0,9285	0,9425	4	0,9700	4	0,9975	4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,7553	0,9819	1,0000	5	0,8454	4	0,6908	4
i=2	1,0015	0,3889	0,0000	1	0,0938	1	0,1876	3
i=3	0,7204	0,5307	0,2392	2-3	0,1196	2-3	0,0000	1-2
i=4	0,7204	0,5307	0,2392	2-3	0,1196	2-3	0,0000	1-2
i=5	2,2186	0,9728	0,9847	4	0,9923	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=11$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,4539	0,2355	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=2$	1,4620	0,9020	0,8984	3	0,6603	3	0,4222	3
$i=3$	2,8414	0,9774	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	0,4539	0,2355	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=5$	1,6315	0,9620	0,9793	4	0,7363	4	0,4932	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,4168	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,1249	0,4884	0,3619	2-3	0,3793	2-3	0,3966	2-3
$i=3$	1,9596	0,9774	0,9810	4	0,9226	4	0,8641	4
$i=4$	2,2022	0,9924	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=5$	1,1249	0,4884	0,3619	2-3	0,3793	2-3	0,3966	2-3

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2901	0,9728	0,9877	4-5-6	0,8679	5	0,7482	5
$i=2$	2,7772	0,9728	0,9877	4-5-6	0,9714	6	0,9550	6
$i=3$	1,2581	0,9728	0,9877	4-5-6	0,6488	3	0,3100	2
$i=4$	0,5281	0,2428	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,4244	0,9285	0,9278	3	0,6542	4	0,3806	4
$i=6$	2,8831	0,9819	1,0000	7	1,0000	7	1,0000	7
$i=7$	1,2718	0,7759	0,7213	2	0,5185	2	0,3158	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,7417	0,9083	0,8948	3-4	0,7373	5	0,5798	5
$i=2$	0,4533	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,6755	0,9913	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
$i=4$	1,5498	0,9083	0,8948	3-4	0,6941	3	0,4934	3-4
$i=5$	0,8347	0,4389	0,2997	2	0,2357	2	0,1716	2
$i=6$	1,5606	0,9285	0,9204	5	0,7094	4	0,4983	3-4

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,8565	0,9728	1,0000	4-5-6	1,0000	6	1,0000	6
i=2	1,2648	0,9552	0,9760	3	0,6342	3	0,2925	3
i=3	2,0627	0,9728	1,0000	4-5-6	0,8236	5	0,6472	5
i=4	1,2387	0,7933	0,7542	2	0,5175	2	0,2809	2
i=5	1,9687	0,9728	1,0000	4-5-6	0,8027	4	0,6054	4
i=6	0,6068	0,2428	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,6315	0,9620	0,9718	3-4	0,6902	3-4	0,4086	3-4
i=2	2,8414	0,9774	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
i=3	1,1204	0,9020	0,8613	2	0,5101	2	0,1588	2
i=4	0,7955	0,4339	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=5	1,6315	0,9620	0,9718	3-4	0,6902	3-4	0,4086	3-4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,2745	0,9931	1,0000	3-4-5	0,5233	3-4	0,0466	2-3
i=2	1,4058	0,9285	0,0000	1	0,1051	1	0,2103	4
i=3	1,2745	0,9931	1,0000	3-4-5	0,5233	3-4	0,0466	2-3
i=4	2,0393	0,9931	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=5	1,2372	0,9836	0,8518	2	0,4259	2	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,6139	0,9819	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
i=2	1,8682	0,7759	0,6933	2	0,6620	2	0,6306	4
i=3	0,5955	0,3102	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,7820	0,8760	0,8423	3	0,7151	3	0,5879	3
i=5	1,6275	0,9285	0,9205	4	0,7159	4	0,5113	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=12$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,4479	0,9552	1,0000	4-5	0,5786	3	0,1571	2
$i=2$	1,7430	0,7933	0,0973	2	0,2324	2	0,3674	3
$i=3$	2,6308	0,9552	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	1,2274	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	2,0119	0,9285	0,8510	3	0,7050	4	0,5590	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,8270	0,8622	0,3646	2	0,4135	2	0,4624	2
$i=2$	1,1295	0,7933	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,1715	0,9823	1,0000	3-4-5	0,8454	4	0,6908	4
$i=4$	2,6378	0,9823	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=5$	2,0059	0,9823	1,0000	3-4-5	0,7905	3	0,5810	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,3522	0,7759	0,7353	3	0,6085	3	0,4817	4
$i=2$	2,3848	0,9823	1,0000	7	1,0000	7	1,0000	7
$i=3$	0,3925	0,2026	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=4$	0,3925	0,2026	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=5$	2,0533	0,8033	0,7705	4	0,8020	6	0,8336	6
$i=6$	1,5048	0,9285	0,9310	5	0,7447	5	0,5583	5
$i=7$	1,2845	0,9796	0,9966	6	0,7222	4	0,4477	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2996	0,9823	1,0000	5-6	0,8900	5	0,7801	5
$i=2$	1,9878	0,9819	0,9977	4	0,7864	4	0,5750	4
$i=3$	1,9067	0,9285	0,6994	2-3	0,6105	3	0,5216	3
$i=4$	2,6341	0,9823	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=5$	1,9681	0,8033	0,0000	1	0,2810	1	0,5620	2
$i=6$	1,1135	0,9285	0,6994	2-3	0,3497	2	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,3793	0,9020	0,8797	3	0,6502	2	0,4206	3
i=2	1,6084	0,9836	0,9874	4-5	0,7515	5	0,5156	5
i=3	0,3653	0,2355	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,5411	0,8793	0,8497	2	0,6687	3	0,4877	4
i=5	2,7761	0,9931	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
i=6	1,2701	0,9836	0,9874	4-5	0,6813	4	0,3753	2

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,1449	0,9796	0,9829	2-3	0,8437	3	0,7045	3
i=2	2,7487	0,9931	1,0000	4-5	0,9702	4	0,9404	4
i=3	0,3412	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,5716	0,9796	0,9829	2-3	0,7318	2	0,4806	2
i=5	2,9013	0,9931	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	0,5761	0,2428	0,0517	2	0,0711	2	0,0904	2
i=2	2,3753	0,9728	0,9912	3-4	0,9956	4-5	1,0000	4-5
i=3	0,3973	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	2,1550	0,9796	1,0000	5	0,9443	3	0,8886	3
i=5	2,3753	0,9728	0,9912	3-4	0,9956	4-5	1,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,3664	0,8675	0,8190	2	0,6226	2	0,4263	3
i=2	0,8901	0,3912	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=3	2,0073	0,9728	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=4	1,2505	0,9728	1,0000	4-5	0,6613	3	0,3226	2
i=5	2,0054	0,9700	0,9952	3	0,9967	4	0,9983	4

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=13$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,7338	0,4389	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,2673	0,7759	0,6100	3	0,4697	3	0,3293	3
$i=3$	1,9634	0,9774	0,9748	4	0,8670	4	0,7591	4
$i=4$	1,0754	0,4389	0,0000	1-2	0,1054	2	0,2109	2
$i=5$	2,3537	0,9913	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,8993	0,9620	1,0000	3-4-5	0,8452	3	0,6904	3
$i=2$	2,5313	0,9620	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=3$	1,2160	0,9285	0,9558	2	0,6557	2	0,3556	2
$i=4$	0,4901	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	2,1198	0,9620	1,0000	3-4-5	0,8992	4	0,7984	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,9203	0,9728	1,0000	5-6-7	0,7076	6	0,4151	4
$i=2$	2,8297	0,9728	1,0000	5-6-7	1,0000	7	1,0000	7
$i=3$	1,4315	0,9728	1,0000	5-6-7	0,5504	3	0,1008	3
$i=4$	1,2748	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,9639	0,9285	0,7751	3-4	0,6092	4	0,4432	5
$i=6$	2,0997	0,9285	0,7751	3-4	0,6528	5	0,5305	6
$i=7$	1,3737	0,9284	0,7746	2	0,4191	2	0,0636	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,2908	0,7759	0,0000	1-2	0,1182	2	0,2365	2
$i=2$	2,0364	0,9819	1,0000	6	0,9062	5	0,8123	4
$i=3$	2,0406	0,9620	0,9037	3-4-5	0,8596	4	0,8155	5
$i=4$	2,2794	0,9620	0,9037	3-4-5	0,9518	6	1,0000	6
$i=5$	1,5535	0,9620	0,9037	3-4-5	0,6715	3	0,4393	3
$i=6$	0,9847	0,7759	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,7039	0,9728	1,0000	4-5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=2$	1,8289	0,9285	0,9393	3	0,7610	4	0,5828	4
$i=3$	0,6068	0,2428	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,3368	0,9728	1,0000	4-5-6	0,6741	3	0,3481	2
$i=5$	1,9101	0,9728	1,0000	4-5-6	0,8107	5	0,6215	5
$i=6$	1,6763	0,7933	0,7542	2	0,6321	2	0,5100	3

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,3260	0,9620	1,0000	3-4-5	0,5000	2-3	0,0000	1-2
$i=2$	1,9580	0,9620	1,0000	3-4-5	0,9621	5	0,9242	4
$i=3$	1,8479	0,9285	0,0000	1	0,3816	1	0,7632	3
$i=4$	2,0098	0,9552	0,7969	2	0,8984	4	1,0000	5
$i=5$	1,3260	0,9620	1,0000	3-4-5	0,5000	2-3	0,0000	1-2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,2718	0,7759	0,7357	2	0,5522	2	0,3688	2
$i=2$	2,6246	0,9728	0,9883	3-4	0,9622	4	0,9360	4
$i=3$	0,3923	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,4272	0,9819	1,0000	5	0,7170	3	0,4339	3
$i=5$	2,7772	0,9728	0,9883	3-4	0,9942	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2188	0,9913	1,0000	4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
$i=2$	1,5120	0,9552	0,9347	2	0,6689	3	0,4031	3
$i=3$	2,2188	0,9913	1,0000	4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
$i=4$	1,0345	0,4389	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,1818	0,9629	0,9486	3	0,5365	2	0,1244	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=14$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1401	0,9823	1,0000	5	0,8171	4	0,6341	4
$i=2$	1,6715	0,7933	0,0000	1	0,1603	1	0,3206	2
$i=3$	2,6871	0,9552	0,8568	4	0,9284	5	1,0000	5
$i=4$	1,7993	0,8033	0,0530	2	0,2295	2	0,4061	3
$i=5$	1,1922	0,9285	0,7153	3	0,3577	3	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,4844	0,7933	0,0000	1-2	0,0983	1-2	0,1967	2-3
$i=2$	1,1437	0,9285	0,6790	3-4	0,3395	3	0,0000	1
$i=3$	1,8437	0,9285	0,6790	3-4	0,5416	4	0,4041	4
$i=4$	1,4844	0,7933	0,0000	1-2	0,0983	1-2	0,1967	2-3
$i=5$	2,8761	0,9924	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,1922	0,9285	0,6994	4-5	0,3600	3	0,0206	2
$i=2$	1,8241	0,9285	0,6994	4-5	0,6222	6	0,5449	5
$i=3$	1,1673	0,8033	0,0000	1-2-3	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,3463	0,9823	1,0000	7	0,5742	5	0,1485	3
$i=5$	1,7993	0,8033	0,0000	1-2-3	0,2622	2	0,5243	4
$i=6$	2,3726	0,8033	0,0000	1-2-3	0,5000	4	1,0000	7
$i=7$	1,9611	0,9552	0,8488	6	0,7537	7	0,6586	6

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,6744	0,9823	1,0000	3-4-5-6	0,6700	3-4	0,3400	2-3
$i=2$	1,2655	0,7933	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,4682	0,9823	1,0000	3-4-5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=4$	2,1274	0,8033	0,0530	2	0,3848	2	0,7166	4
$i=5$	2,1455	0,9823	1,0000	3-4-5-6	0,8659	5	0,7317	5
$i=6$	1,6744	0,9823	1,0000	3-4-5-6	0,6700	3-4	0,3400	2-3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,3722	0,9552	0,9529	3-4	0,9765	6	1,0000	6
i=2	1,7848	0,9552	0,9529	3-4	0,8262	4	0,6995	4
i=3	0,9910	0,7759	0,7259	2	0,5096	2	0,2933	2
i=4	1,9883	0,9924	1,0000	5-6	0,9018	5	0,8036	5
i=5	1,3564	0,9924	1,0000	5-6	0,7401	3	0,4803	3
i=6	0,4177	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,7641	0,9552	0,9217	4	0,7279	4	0,5340	4
i=2	2,3164	0,9913	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
i=3	1,7630	0,7933	0,5702	2-3	0,5517	3	0,5331	3
i=4	1,1310	0,5307	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=5	1,2208	0,7933	0,5702	2-3	0,3230	2	0,0757	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,3061	0,7933	0,7490	2	0,5540	2	0,3590	2
i=2	1,7934	0,9285	0,9586	3	0,7972	3	0,6358	3
i=3	0,6742	0,3102	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	2,4346	0,9552	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=5	2,1939	0,9552	1,0000	4-5	0,9316	4	0,8633	4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,2088	0,9552	0,8255	4	0,4127	3	0,0000	1
i=2	1,3266	0,7759	0,0000	1-2	0,0755	1-2	0,1510	2-3
i=3	1,9891	0,9931	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
i=4	1,3266	0,7759	0,0000	1-2	0,0755	1-2	0,1510	2-3
i=5	1,7729	0,9285	0,7024	3	0,7127	4	0,7229	4

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=15$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,6068	0,2428	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,3368	0,9728	1,0000	4-5	0,7395	2	0,4791	2
$i=3$	1,9646	0,9285	0,9393	2	0,9152	3	0,8911	3
$i=4$	2,1306	0,9728	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=5$	1,9908	0,9552	0,9760	3	0,9421	4	0,9082	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,2766	0,9913	1,0000	4-5	0,5320	2	0,0641	2
$i=2$	1,7563	0,9285	0,7085	2	0,6693	3	0,6301	4
$i=3$	2,0698	0,9913	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	1,2223	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,6234	0,9819	0,9563	3	0,7148	4	0,4733	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,3352	0,9728	0,9771	4-5	0,9886	7	1,0000	7
$i=2$	1,8603	0,9774	1,0000	6-7	0,8061	5	0,6121	5
$i=3$	1,2677	0,9728	0,9771	4-5	0,5526	4	0,1280	3
$i=4$	1,2636	0,9285	0,7574	2-3	0,4410	2	0,1247	2
$i=5$	2,0129	0,9774	1,0000	6-7	0,8684	6	0,7368	6
$i=6$	1,4694	0,9285	0,7574	2-3	0,5251	3	0,2928	4
$i=7$	1,1109	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,3358	0,7759	0,6292	2	0,5224	2	0,4156	3
$i=2$	1,4885	0,9285	0,9100	3	0,7181	4	0,5262	4
$i=3$	2,1420	0,9774	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
$i=4$	1,5985	0,9620	0,9718	4-5	0,7889	5	0,6060	5
$i=5$	0,7625	0,4339	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=6$	1,2569	0,9620	0,9718	4-5	0,6651	3	0,3584	2

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,3388	0,9924	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
$i=2$	1,8852	0,9700	0,9555	5	0,8141	5	0,6726	5
$i=3$	1,1508	0,8675	0,7521	4	0,4474	3	0,1426	3
$i=4$	1,6730	0,7933	0,6050	2-3	0,5622	4	0,5195	4
$i=5$	1,0410	0,4884	0,0000	1	0,0317	1	0,0634	2
$i=6$	0,9532	0,7933	0,6050	2-3	0,3025	2	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,8651	0,4389	0,0000	1-2-3	0,0000	1-2-3	0,0000	1-2-3
$i=2$	0,8651	0,4389	0,0000	1-2-3	0,0000	1-2-3	0,0000	1-2-3
$i=3$	1,8965	0,9370	0,9016	4	0,7132	4	0,5248	4
$i=4$	0,8651	0,4389	0,0000	1-2-3	0,0000	1-2-3	0,0000	1-2-3
$i=5$	2,8302	0,9913	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,6700	0,7759	0,7430	2	0,7956	2	0,8482	3
$i=2$	1,8430	0,9370	1,0000	4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
$i=3$	0,7034	0,3102	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,8430	0,9370	1,0000	4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
$i=5$	1,4293	0,9285	0,9865	3	0,8117	3	0,6370	2

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1510	0,9931	1,0000	5	0,9231	5	0,8462	4
$i=2$	2,2731	0,9552	0,8102	4	0,9051	4	1,0000	5
$i=3$	1,6202	0,7933	0,0000	1	0,0888	1	0,1776	2
$i=4$	1,4793	0,9285	0,6765	2	0,3382	3	0,0000	1
$i=5$	1,6552	0,8793	0,4303	3	0,3259	2	0,2216	3

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=16$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,8817	0,4884	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,2410	0,9285	0,8732	2-3	0,5275	3	0,1818	3
$i=3$	1,6280	0,9370	0,8900	4	0,6338	4	0,3777	4
$i=4$	2,8578	0,9924	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=5$	1,1729	0,9285	0,8732	2-3	0,5103	2	0,1474	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,3368	0,9728	1,0000	3-4-5	0,5807	2	0,1614	2
$i=2$	1,9646	0,9285	0,7751	2	0,6415	3	0,5078	3
$i=3$	2,8565	0,9728	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	1,9687	0,9728	1,0000	3-4-5	0,7550	4	0,5101	4
$i=5$	1,0443	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2022	0,9924	1,0000	7	1,0000	7	1,0000	7
$i=2$	1,6966	0,7759	0,7259	4	0,7265	4	0,7272	6
$i=3$	0,7833	0,4884	0,3619	3	0,2982	3	0,2345	3
$i=4$	1,3019	0,9774	0,9810	6	0,7476	5	0,5143	4
$i=5$	0,3486	0,2026	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1
$i=6$	1,4843	0,9285	0,9191	5	0,7659	6	0,6127	5
$i=7$	0,4168	0,2026	0,0000	1-2	0,0184	2	0,0368	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефиције нт блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,9556	0,9370	0,0000	1-2-3	0,3972	1	0,7944	4
$i=2$	2,1082	0,9370	0,0000	1-2-3	0,5000	3-4-5-6	1,0000	6
$i=3$	1,3660	0,9728	1,0000	4-5-6	0,5000	3-4-5-6	0,0000	1-2-3
$i=4$	1,3660	0,9728	1,0000	4-5-6	0,5000	3-4-5-6	0,0000	1-2-3
$i=5$	1,3660	0,9728	1,0000	4-5-6	0,5000	3-4-5-6	0,0000	1-2-3
$i=6$	1,9725	0,9370	0,0000	1-2-3	0,4086	2	0,8171	5

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,1042	0,9728	1,0000	4-5-6	0,8382	5	0,6763	5
i=2	1,9297	0,9552	0,9698	3	0,7822	3	0,5947	3
i=3	1,2915	0,7933	0,6915	2	0,4937	2	0,2959	2
i=4	2,0341	0,9728	1,0000	4-5-6	0,8218	4	0,6435	4
i=5	2,7955	0,9728	1,0000	4-5-6	1,0000	6	1,0000	6
i=6	0,6596	0,3912	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,3660	0,9728	1,0000	3-4-5	0,5479	3	0,0958	3
i=2	2,1123	0,9728	1,0000	3-4-5	0,8036	4	0,6072	4
i=3	1,2262	0,9285	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,3619	0,9285	0,0000	1-2	0,0465	2	0,0930	2
i=5	2,6856	0,9728	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,3327	0,9285	0,7751	2	0,4749	2	0,1747	2
i=2	2,6946	0,9728	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=3	1,0443	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,9739	0,9552	0,9108	3	0,7370	3	0,5633	4
i=5	1,9687	0,9728	1,0000	4-5	0,7801	4	0,5601	3

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,8750	0,9913	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=2	1,3553	0,9913	1,0000	4-5	0,6333	3	0,2666	3
i=3	1,7793	0,9285	0,8863	3	0,6788	4	0,4712	4
i=4	0,8029	0,4389	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=5	0,9948	0,7759	0,6100	2	0,3513	2	0,0926	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=17$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,1742	0,8793	0,8560	2	0,5902	2	0,3244	2
$i=2$	2,2417	0,9285	0,9182	3-4	0,8304	3-4	0,7425	3-4
$i=3$	2,8990	0,9931	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	0,3459	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	2,2417	0,9285	0,9182	3-4	0,8304	3-4	0,7425	3-4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,8206	0,9620	0,9665	2-3-4	0,7525	3	0,5384	3
$i=2$	1,8838	0,9819	1,0000	5	0,7846	4	0,5692	4
$i=3$	0,7175	0,3889	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	2,7665	0,9620	0,9665	2-3-4	0,9833	5	1,0000	5
$i=5$	1,5535	0,9620	0,9665	2-3-4	0,6873	2	0,4080	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,6078	0,9285	0,9310	3-4-5	0,9655	6	1,0000	7
$i=2$	2,5611	0,9819	0,9995	6	0,9892	7	0,9790	6
$i=3$	0,6937	0,3889	0,2389	2	0,1884	2	0,1379	2
$i=4$	1,4196	0,9285	0,9310	3-4-5	0,6979	4	0,4648	4
$i=5$	1,1135	0,9285	0,9310	3-4-5	0,6290	3	0,3270	3
$i=6$	2,1470	0,9823	1,0000	7	0,8962	5	0,7925	5
$i=7$	0,3875	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,4843	0,9285	0,9191	4	0,6823	4	0,4454	4
$i=2$	0,9901	0,7759	0,7259	3	0,4887	3	0,2516	3
$i=3$	2,8983	0,9924	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
$i=4$	2,2417	0,9774	0,9810	5	0,8617	5	0,7425	5
$i=5$	0,7833	0,4884	0,3619	2	0,2662	2	0,1705	2
$i=6$	0,3486	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	0,8817	0,4884	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=2	1,8347	0,9370	0,8900	3-4	0,8261	4	0,7623	4
i=3	1,1729	0,9285	0,8732	2	0,5531	2	0,2329	2
i=4	2,1319	0,9924	1,0000	5-6	1,0000	5-6	1,0000	5-6
i=5	2,1319	0,9924	1,0000	5-6	1,0000	5-6	1,0000	5-6
i=6	1,2614	0,9370	0,8900	3-4	0,5969	3	0,3037	3

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,4990	0,9629	0,9646	2	0,6881	2	0,4115	2
i=2	2,7436	0,9774	0,9911	3-4	0,9955	5	1,0000	5
i=3	0,6287	0,4342	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,5340	0,9823	1,0000	5	0,7140	3	0,4280	3
i=5	2,2149	0,9774	0,9911	3-4	0,8705	4	0,7500	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,3175	0,9285	0,9182	3-4	0,6416	2	0,3650	2
i=2	1,9057	0,7759	0,6916	2	0,6845	3	0,6774	4
i=3	0,6304	0,3102	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,4963	0,9836	1,0000	5	0,7300	4	0,4600	3
i=5	2,5129	0,9285	0,9182	3-4	0,9591	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,7305	0,9819	1,0000	4-5	0,9694	4	0,9387	4
i=2	1,4075	0,7759	0,7357	2	0,5716	2	0,4076	3
i=3	0,3923	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,3213	0,8760	0,8641	3	0,6185	3	0,3730	2
i=5	2,8831	0,9819	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=18$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,6315	0,9620	0,9793	3-4	0,7363	3-4	0,4932	3-4
$i=2$	1,4620	0,9020	0,8984	2	0,6603	2	0,4222	2
$i=3$	2,8414	0,9774	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	0,4539	0,2355	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,6315	0,9620	0,9793	3-4	0,7363	3-4	0,4932	3-4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2013	0,9370	0,9298	3-4	0,9649	5	1,0000	5
$i=2$	1,9192	0,9370	0,9298	3-4	0,8845	4	0,8392	4
$i=3$	0,4470	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	0,8817	0,4884	0,3619	2	0,3049	2	0,2478	2
$i=5$	1,3856	0,9924	1,0000	5	0,7675	3	0,5350	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1967	0,9285	0,9182	5	0,8443	6	0,7705	6
$i=2$	2,0412	0,8760	0,8518	3-4	0,7789	5	0,7061	5
$i=3$	0,3363	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	0,6425	0,3889	0,2356	2	0,1812	2	0,1268	2
$i=5$	2,7509	0,9931	1,0000	7	1,0000	7	1,0000	7
$i=6$	1,1296	0,8760	0,8518	3-4	0,5901	3	0,3285	3
$i=7$	1,2355	0,9819	0,9857	6	0,6791	4	0,3724	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,4507	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,7703	0,9370	0,9311	4-5	0,7398	5	0,5485	5
$i=3$	1,5785	0,9370	0,9311	4-5	0,6999	4	0,4687	4
$i=4$	2,8567	0,9913	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
$i=5$	0,8321	0,4389	0,2997	2	0,2291	2	0,1585	2
$i=6$	1,5581	0,9285	0,9204	3	0,6903	3	0,4602	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,7166	0,3912	0,0039	2	0,0369	2	0,0700	2
$i=2$	2,0921	0,9819	1,0000	6	0,9549	4	0,9098	4
$i=3$	1,4659	0,9700	0,9799	3	0,7537	3	0,5274	3
$i=4$	2,2399	0,9728	0,9847	4-5	0,9923	5-6	1,0000	5-6
$i=5$	2,2399	0,9728	0,9847	4-5	0,9923	5-6	1,0000	5-6
$i=6$	0,6020	0,3889	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2529	0,9620	0,9734	2-3-4	0,8806	3	0,7878	3
$i=2$	2,7400	0,9620	0,9734	2-3-4	0,9867	4-5	1,0000	4-5
$i=3$	0,4443	0,2355	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,3434	0,9819	1,0000	5	0,6958	2	0,3917	2
$i=5$	2,7400	0,9620	0,9734	2-3-4	0,9867	4-5	1,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,6742	0,3102	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	2,2727	0,7933	0,7490	2-3	0,7923	3	0,8356	3
$i=3$	1,3061	0,7933	0,7490	2-3	0,5397	2	0,3303	2
$i=4$	2,4253	0,9285	0,9586	4	0,9370	4	0,9154	4
$i=5$	2,5872	0,9552	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,8567	0,9819	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=2$	1,5336	0,9020	0,8653	3-4	0,6002	4	0,3350	4
$i=3$	1,2185	0,8760	0,8214	2	0,4990	3	0,1766	3
$i=4$	0,8671	0,3889	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	1,0918	0,9020	0,8653	3-4	0,4891	2	0,1129	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=19$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,8792	0,4339	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	0,9752	0,7759	0,6292	2-3	0,3476	2	0,0659	2
$i=3$	2,1527	0,9774	1,0000	5	0,9373	4	0,8747	4
$i=4$	1,1109	0,7759	0,6292	2-3	0,3942	3	0,1591	3
$i=5$	2,3352	0,9728	0,9915	4	0,9958	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,0721	0,4356	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,8620	0,9774	0,9703	3-4	0,9852	5	1,0000	5
$i=3$	1,4711	0,9285	0,8828	2	0,6940	4	0,5052	4
$i=4$	1,2888	0,9940	1,0000	5	0,6372	3	0,2744	3
$i=5$	1,2279	0,9774	0,9703	3-4	0,5838	2	0,1973	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,4767	0,9285	0,8732	4-5	0,6105	3-4	0,3479	3-4
$i=2$	2,8018	0,9924	1,0000	7	1,0000	7	1,0000	7
$i=3$	0,7698	0,4884	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=4$	0,7698	0,4884	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=5$	1,7787	0,8809	0,7789	3	0,6377	5	0,4965	5
$i=6$	1,4767	0,9285	0,8732	4-5	0,6105	3-4	0,3479	3-4
$i=7$	1,8132	0,9836	0,9825	6	0,7480	6	0,5135	6

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,7563	0,9285	0,8863	3	0,7121	3	0,5378	4
$i=2$	0,9161	0,7759	0,6100	2	0,3550	2	0,1000	2
$i=3$	2,3086	0,9913	1,0000	5-6	0,9128	5	0,8257	5
$i=4$	2,6431	0,9913	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=5$	1,6234	0,9819	0,9830	4	0,7258	4	0,4686	3
$i=6$	0,7242	0,4389	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,7166	0,3912	0,0039	2	0,0369	2	0,0700	2
$i=2$	2,0921	0,9819	1,0000	6	0,9549	4	0,9098	4
$i=3$	1,4659	0,9700	0,9799	3	0,7537	3	0,5274	3
$i=4$	2,2399	0,9728	0,9847	4-5	0,9923	5-6	1,0000	5-6
$i=5$	2,2399	0,9728	0,9847	4-5	0,9923	5-6	1,0000	5-6
$i=6$	0,6020	0,3889	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,4215	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	2,5605	0,9913	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=3$	1,9412	0,9552	0,9543	3-4	0,8324	3-4	0,7105	3-4
$i=4$	1,9412	0,9552	0,9543	3-4	0,8324	3-4	0,7105	3-4
$i=5$	1,3762	0,7759	0,7269	2	0,5866	2	0,4463	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,2253	0,7035	0,4937	2-3	0,3853	2	0,2768	2
$i=2$	2,2527	0,9796	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=3$	0,8320	0,4342	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,4076	0,9796	1,0000	4-5	0,7026	4	0,4052	4
$i=5$	1,2954	0,7035	0,4937	2-3	0,4099	3	0,3262	3

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1531	0,9819	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=2$	1,1014	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	1,2581	0,9728	0,9558	3-4	0,5524	3	0,1490	2
$i=4$	1,9840	0,9728	0,9558	3-4	0,8975	4	0,8392	4
$i=5$	1,4244	0,9285	0,7409	2	0,5240	2	0,3071	3

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=20$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,7262	0,3912	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	0,9321	0,4339	0,0729	2	0,0834	2	0,0938	2
$i=3$	2,9201	0,9774	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	1,7978	0,9728	0,9921	3-4	0,7403	4	0,4885	4
$i=5$	1,5128	0,9728	0,9921	3-4	0,6753	3	0,3585	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,3428	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,7093	0,8760	0,8538	2	0,7674	2	0,6811	3
$i=3$	2,3493	0,9819	0,9881	4	0,9940	5	1,0000	5
$i=4$	1,5827	0,9913	1,0000	5	0,8090	3	0,6180	2
$i=5$	1,7563	0,9285	0,9204	3	0,8124	4	0,7045	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,3753	0,9728	0,9907	4-5	0,9953	6-7	1,0000	6-7
$i=2$	2,3753	0,9728	0,9907	4-5	0,9953	6-7	1,0000	6-7
$i=3$	0,5330	0,2428	0,0000	1-2-3	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=4$	0,5330	0,2428	0,0000	1-2-3	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=5$	1,8626	0,9796	1,0000	6-7	0,8608	4	0,7217	4
$i=6$	2,0152	0,9796	1,0000	6-7	0,9023	5	0,8045	5
$i=7$	0,5761	0,2428	0,0000	1-2-3	0,0117	3	0,0234	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,1801	0,7759	0,0000	1	0,0377	1	0,0753	2
$i=2$	2,1265	0,9552	0,9108	3	0,9554	6	1,0000	6
$i=3$	1,9687	0,9728	1,0000	4-5-6	0,9229	5	0,8458	5
$i=4$	1,3368	0,9728	1,0000	4-5-6	0,6142	3-4	0,2285	3-4
$i=5$	1,3368	0,9728	1,0000	4-5-6	0,6142	3-4	0,2285	3-4
$i=6$	1,1030	0,7933	0,0887	2	0,0443	2	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,2839	0,9552	0,9596	2-3	0,5668	2-3	0,1741	2-3
$i=2$	1,2839	0,9552	0,9596	2-3	0,5668	2-3	0,1741	2-3
$i=3$	1,8993	0,9620	1,0000	4-5-6	0,9179	4-5	0,8359	4-5
$i=4$	2,0520	0,9620	1,0000	4-5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=5$	1,8993	0,9620	1,0000	4-5-6	0,9179	4-5	0,8359	4-5
$i=6$	1,1220	0,7933	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,6161	0,9552	0,9306	4	0,9653	5	1,0000	5
$i=2$	1,9899	0,9940	1,0000	5	0,8276	4	0,6553	4
$i=3$	1,7698	0,9285	0,8828	2-3	0,7084	3	0,5341	3
$i=4$	1,1986	0,9285	0,8828	2-3	0,5512	2	0,2197	2
$i=5$	0,7996	0,4356	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,5281	0,2428	0,0516	2	0,0530	2	0,0545	2
$i=2$	1,2718	0,7759	0,7357	3	0,5444	3	0,3531	3
$i=3$	0,3923	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	2,0472	0,9285	0,9315	4	0,7979	4	0,6644	4
$i=5$	2,8831	0,9819	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,5550	0,9913	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=2$	2,1224	0,8901	0,8169	4	0,7893	4	0,7618	4
$i=3$	1,0583	0,7933	0,6416	3	0,4087	3	0,1758	3
$i=4$	0,8078	0,4389	0,0000	1	0,0189	1	0,0379	2
$i=5$	0,7390	0,5201	0,1469	2	0,0735	2	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=21$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,3477	0,2026	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,6889	0,7759	0,7269	3	0,6262	3	0,5256	3
$i=3$	2,8994	0,9913	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	0,3909	0,2026	0,0000	1-2	0,0085	2	0,0169	2
$i=5$	1,8415	0,9285	0,9204	4	0,7529	4	0,5854	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,3524	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,3071	0,7759	0,7269	2	0,6259	2	0,5249	3
$i=3$	2,1712	0,9913	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	2,0121	0,9913	1,0000	4-5	0,9562	4	0,9125	4
$i=5$	1,2375	0,9774	0,9824	3	0,7345	3	0,4866	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,5784	0,9285	0,9191	3-4-5	0,7763	4	0,6335	4
$i=2$	2,2103	0,9285	0,9191	3-4-5	0,9596	7	1,0000	7
$i=3$	1,3564	0,9924	1,0000	7	0,7524	3	0,5048	3
$i=4$	0,8525	0,4884	0,3619	2	0,2873	2	0,2126	2
$i=5$	1,7756	0,9285	0,9191	3-4-5	0,8335	5	0,7479	5
$i=6$	1,8530	0,9552	0,9529	6	0,8729	6	0,7928	6
$i=7$	0,4859	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,5498	0,9083	0,6148	2	0,4198	3	0,2248	3
$i=2$	1,1792	0,9285	0,7085	3-4	0,3543	2	0,0000	1
$i=3$	2,6755	0,9913	1,0000	5-6	0,9537	5	0,9074	5
$i=4$	2,8281	0,9913	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=5$	1,4080	0,7759	0,0000	1	0,0694	1	0,1388	2
$i=6$	1,5606	0,9285	0,7085	3-4	0,4699	4	0,2313	4

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	1,0443	0,7759	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=2	1,8381	0,9552	0,9108	5	0,8848	4	0,8588	4
i=3	1,9646	0,9285	0,7751	4	0,8853	5	0,9956	5
i=4	1,9687	0,9728	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
i=5	1,2387	0,7933	0,0887	2-3	0,1494	2-3	0,2102	2-3
i=6	1,2387	0,7933	0,0887	2-3	0,1494	2-3	0,2102	2-3

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,2626	0,9620	0,9644	3-4	0,8168	4	0,6693	4
i=2	2,9164	0,9819	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
i=3	1,4267	0,8760	0,8099	2	0,5282	2	0,2464	3
i=4	0,9396	0,4247	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=5	1,1464	0,9620	0,9644	3-4	0,5345	3	0,1046	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	0,2959	0,1070	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=2	1,0228	0,3912	0,3248	2-3	0,3065	3	0,2881	3
i=3	0,5809	0,3912	0,3248	2-3	0,2189	2	0,1130	2
i=4	2,0921	0,9819	1,0000	5	0,8560	4	0,7120	4
i=5	2,8187	0,9728	0,9896	4	0,9948	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
i=1	2,6139	0,9819	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
i=2	2,4612	0,9819	1,0000	4-5	0,9622	4	0,9244	4
i=3	0,5955	0,3102	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
i=4	1,3214	0,9285	0,9205	2-3	0,6401	2	0,3597	2
i=5	1,6275	0,9285	0,9205	2-3	0,7159	3	0,5113	3

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=22$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,4163	0,2026	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,1853	0,9285	0,9342	3	0,6238	3	0,3134	3
$i=3$	2,8702	0,9796	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	0,4594	0,2026	0,0000	1-2	0,0088	2	0,0176	2
$i=5$	2,3646	0,9620	0,9774	4	0,8857	4	0,7940	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,0721	0,4356	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,3185	0,7759	0,6095	2-3	0,4354	2-3	0,2614	3-4
$i=3$	1,3185	0,7759	0,6095	2-3	0,4354	2-3	0,2614	3-4
$i=4$	2,0147	0,9940	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=5$	1,2279	0,9774	0,9703	4	0,5678	4	0,1653	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,7584	0,4339	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	2,8983	0,9924	1,0000	7	1,0000	7	1,0000	7
$i=3$	1,6982	0,7759	0,6123	2-3	0,5258	3	0,4392	4
$i=4$	1,8508	0,9285	0,8856	4-5	0,6981	5	0,5105	5
$i=5$	1,8752	0,9774	0,9731	6	0,7475	6	0,5219	6
$i=6$	1,4843	0,9285	0,8856	4-5	0,6124	4	0,3392	3
$i=7$	0,9219	0,7759	0,6123	2-3	0,3444	2	0,0764	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1432	0,9284	0,9203	3	0,8143	4	0,7083	4
$i=2$	1,2422	0,9285	0,9204	4	0,6279	3	0,3354	3
$i=3$	2,8482	0,9913	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=4$	2,6956	0,9913	1,0000	5-6	0,9684	5	0,9368	5
$i=5$	0,8977	0,4389	0,2997	2	0,2462	2	0,1928	2
$i=6$	0,4317	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,4006	0,9285	0,4484	2-3	0,2446	3	0,0408	2
$i=2$	2,1471	0,9819	0,9038	4	0,9451	4	0,9863	4
$i=3$	1,3684	0,9285	0,4484	2-3	0,2242	2	0,0000	1
$i=4$	2,1579	0,9931	1,0000	5-6	1,0000	5-6	1,0000	5-6
$i=5$	2,1579	0,9931	1,0000	5-6	1,0000	5-6	1,0000	5-6
$i=6$	1,4679	0,8760	0,0000	1	0,0630	1	0,1260	3

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,2213	0,9020	0,9174	2	0,6090	2	0,3006	2
$i=2$	2,7724	0,9620	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=3$	0,5548	0,2355	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,2699	0,9083	0,9260	3	0,6243	3	0,3225	3
$i=5$	1,3908	0,9620	1,0000	4-5	0,6885	4	0,3770	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,9849	0,7035	0,5841	2	0,3813	2	0,1786	2
$i=2$	1,9670	0,8809	0,8476	3	0,7605	3	0,6733	3
$i=3$	0,6304	0,3102	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	2,1196	0,9285	0,9182	4	0,8342	4	0,7502	4
$i=5$	2,6155	0,9836	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,7870	0,9819	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=2$	1,6589	0,8727	0,8041	2	0,8055	3	0,8069	3
$i=3$	1,7167	0,9819	1,0000	4-5	0,9470	4	0,8940	4
$i=4$	1,3654	0,9725	0,9832	3	0,6738	2	0,3644	2
$i=5$	1,1237	0,4247	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=23$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,3477	0,2026	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,6889	0,7759	0,7269	3	0,6262	3	0,5256	3
$i=3$	2,8994	0,9913	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	0,3909	0,2026	0,0000	1-2	0,0085	2	0,0169	2
$i=5$	1,8415	0,9285	0,9204	4	0,7529	4	0,5854	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,3486	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	0,7833	0,4884	0,3619	2	0,2872	2	0,2125	2
$i=3$	2,3943	0,9774	0,9810	3-4	0,9905	5	1,0000	5
$i=4$	1,8606	0,9924	1,0000	5	0,8695	4	0,7391	4
$i=5$	1,3019	0,9774	0,9810	3-4	0,7235	3	0,4660	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,6532	0,7759	0,5704	2-3-4	0,5223	4	0,4743	5
$i=2$	2,3988	0,9819	0,9791	6	0,9896	7	1,0000	7
$i=3$	1,5838	0,9924	1,0000	7	0,7127	6	0,4254	4
$i=4$	1,0799	0,4884	0,0000	1	0,0350	1	0,0701	2
$i=5$	1,7056	0,8760	0,7689	5	0,6401	5	0,5112	6
$i=6$	1,2866	0,7759	0,5704	2-3-4	0,3931	3	0,2159	3
$i=7$	0,9805	0,7759	0,5704	2-3-4	0,2852	2	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,8943	0,9285	0,8863	4	0,7090	4	0,5316	4
$i=2$	1,0266	0,7759	0,6100	3	0,3531	3	0,0963	3
$i=3$	2,8281	0,9913	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=4$	2,6755	0,9913	1,0000	5-6	0,9617	5	0,9234	5
$i=5$	0,8347	0,4389	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=6$	0,8347	0,4389	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,1531	0,9819	1,0000	6	1,0000	6	1,0000	6
$i=2$	0,6985	0,3889	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2
$i=3$	1,2540	0,9285	0,9100	4	0,6459	4	0,3819	3
$i=4$	2,0513	0,9728	0,9847	5	0,9573	5	0,9300	5
$i=5$	1,3213	0,8760	0,8214	3	0,6248	3	0,4281	4
$i=6$	0,6985	0,3889	0,0000	1-2	0,0000	1-2	0,0000	1-2

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,2011	0,9913	1,0000	3-4-5	0,8675	4	0,7350	4
$i=2$	2,7445	0,9913	1,0000	3-4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=3$	1,4597	0,9285	0,8874	2	0,6304	2	0,3734	2
$i=4$	0,6940	0,4339	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=5$	2,0121	0,9913	1,0000	3-4-5	0,8214	3	0,6428	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,1622	0,7035	0,6361	2	0,4454	2	0,2547	2
$i=2$	2,5604	0,9285	1,0000	3-4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
$i=3$	0,6844	0,3102	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,4103	0,9285	1,0000	3-4-5	0,6935	3	0,3869	3
$i=5$	2,5604	0,9285	1,0000	3-4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,6139	0,9819	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=2$	1,8682	0,7759	0,6933	2-3	0,6620	3	0,6306	4
$i=3$	0,5955	0,3102	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	1,7820	0,8760	0,8423	4	0,7151	4	0,5879	3
$i=5$	1,4749	0,7759	0,6933	2-3	0,5645	2	0,4357	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=24$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,9666	0,8033	0,6038	2	0,6520	2	0,7003	2
$i=2$	0,7944	0,5307	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=3$	2,4682	0,9823	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	2,3074	0,9823	1,0000	4-5	0,9520	4	0,9039	4
$i=5$	2,2893	0,9552	0,9401	3	0,9166	3	0,8931	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	0,6336	0,3699	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=2$	1,5882	0,9552	0,9558	3	0,7381	2	0,5203	2
$i=3$	2,4682	0,9823	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=4$	2,1274	0,8033	0,7078	2	0,7610	3	0,8142	3
$i=5$	2,3074	0,9823	1,0000	4-5	0,9562	4	0,9124	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,9692	0,9285	0,0000	1-2-3	0,2279	3	0,4559	3
$i=2$	1,4793	0,9285	0,0000	1-2-3	0,0811	1	0,1621	2
$i=3$	2,1204	0,9552	0,4134	4-5-6	0,4800	5	0,5465	4
$i=4$	2,2731	0,9552	0,4134	4-5-6	0,5257	6	0,6380	5
$i=5$	2,6011	0,9285	0,0000	1-2-3	0,4174	4	0,8347	6
$i=6$	2,8769	0,9931	1,0000	7	1,0000	7	1,0000	7
$i=7$	1,2088	0,9552	0,4134	4-5-6	0,2067	2	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,9181	0,9285	0,8828	2-3	0,8627	3	0,8427	4
$i=2$	1,9600	0,9836	0,9814	4	0,9327	5	0,8840	5
$i=3$	2,0775	0,9940	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=4$	1,8874	0,9940	1,0000	5-6	0,9062	4	0,8124	3
$i=5$	1,0644	0,4356	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1
$i=6$	1,4429	0,9285	0,8828	2-3	0,6282	2	0,3736	2

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,9347	0,9552	0,8255	3-4	0,6244	3	0,4233	3
$i=2$	2,7150	0,9931	1,0000	5-6	0,9504	5	0,9009	5
$i=3$	1,3266	0,7759	0,0000	1	0,0255	1	0,0510	2
$i=4$	2,1204	0,9552	0,8255	3-4	0,6812	4	0,5370	4
$i=5$	2,8769	0,9931	1,0000	5-6	1,0000	6	1,0000	6
$i=6$	1,2433	0,8793	0,4760	2	0,2380	2	0,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,6228	0,9940	1,0000	4-5	0,6533	4	0,3067	4
$i=2$	2,9060	0,9940	1,0000	4-5	1,0000	5	1,0000	5
$i=3$	1,0552	0,9285	0,8828	2-3	0,4414	2	0,0000	1
$i=4$	1,1548	0,9285	0,8828	2-3	0,4683	3	0,0538	3
$i=5$	1,0644	0,4356	0,0000	1	0,0025	1	0,0050	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	1,4274	0,9552	0,8488	3	0,4653	3	0,0818	2
$i=2$	2,4682	0,9823	1,0000	4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
$i=3$	1,3347	0,8033	0,0000	1-2	0,0000	1	0,0000	1
$i=4$	2,4682	0,9823	1,0000	4-5	1,0000	4-5	1,0000	4-5
$i=5$	1,4955	0,8033	0,0000	1-2	0,0709	2	0,1418	3

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	S_i	R_i	Коефицијент блискости за $\alpha = 0$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 0.5$	Ранг	Коефицијент блискости за $\alpha = 1$	Ранг
$i=1$	2,0056	0,9552	0,9529	3-4	0,8222	3	0,6914	2
$i=2$	2,7142	0,9924	1,0000	5	1,0000	5	1,0000	5
$i=3$	2,2196	0,9552	0,9529	3-4	0,8688	4	0,7846	4
$i=4$	2,0577	0,7933	0,7480	2	0,7310	2	0,7141	3
$i=5$	0,4177	0,2026	0,0000	1	0,0000	1	0,0000	1

ПРИЛОГ 4

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка и на нивоу свих МСП-а по моделу *IF-TOPSIS*.

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=1$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0419	0,2312	0,8465	1
$i=2$	0,1374	0,1357	0,4968	4
$i=3$	0,0442	0,2289	0,8382	2
$i=4$	0,1550	0,1181	0,4325	5
$i=5$	0,0635	0,2096	0,7675	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0409	0,1385	0,7721	2
$i=2$	0,0635	0,1159	0,6460	4
$i=3$	0,0442	0,1352	0,7536	3
$i=4$	0,0193	0,1601	0,8923	1
$i=5$	0,1578	0,0216	0,1203	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0263	0,1121	0,8101	1
$i=2$	0,0703	0,1525	0,6845	2
$i=3$	0,2799	0,4494	0,6162	3
$i=4$	0,3675	0,5429	0,5963	5
$i=5$	0,1294	0,0000	0,0000	6-7
$i=6$	0,1294	0,0000	0,0000	6-7
$i=7$	0,0999	0,1488	0,5983	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1357	0,1079	0,4429	3
$i=2$	0,0000	0,1079	1,0000	1-2
$i=3$	0,0000	0,1079	1,0000	1-2
$i=4$	0,2209	0,0000	0,0000	5-6
$i=5$	0,1079	0,0000	0,0000	5-6
$i=6$	0,2464	0,1131	0,3146	4

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2289	0,1498	0,3955	4
i=2	0,2431	0,1357	0,3583	5
i=3	0,3787	0,0000	0,0000	6
i=4	0,0419	0,3368	0,8893	1
i=5	0,1352	0,2436	0,6431	3
i=6	0,0863	0,2924	0,7722	2

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1159	0,2651	0,6959	1
i=2	0,1498	0,2312	0,6068	2
i=3	0,2453	0,1357	0,3561	4
i=4	0,3617	0,0193	0,0507	5
i=5	0,1573	0,2237	0,5872	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,4003	0,0000	0,0000	5
i=2	0,0000	0,4003	1,0000	1
i=3	0,3810	0,0193	0,0482	4
i=4	0,1578	0,2425	0,6058	2
i=5	0,2872	0,1131	0,2825	3

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1374	0,2436	0,6393	2
i=2	0,2651	0,1159	0,3041	3
i=3	0,1159	0,2651	0,6959	1
i=4	0,3810	0,0000	0,0000	4-5
i=5	0,3810	0,0000	0,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=2$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0216	0,0419	0,6603	2
$i=2$	0,0635	0,0000	0,0000	3-4-5
$i=3$	0,0635	0,0000	0,0000	3-4-5
$i=4$	0,0000	0,0635	1,0000	1
$i=5$	0,0635	0,0000	0,0000	3-4-5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0419	0,3175	0,8834	3
$i=2$	0,0000	0,3594	1,0000	1
$i=3$	0,0193	0,3401	0,9463	2
$i=4$	0,3401	0,0193	0,0537	5
$i=5$	0,2464	0,1131	0,3146	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0047	0,1365	0,9667	2
$i=2$	0,0703	0,1769	0,7156	3
$i=3$	0,2799	0,2094	0,4280	4
$i=4$	0,3675	0,2673	0,4210	5
$i=5$	0,0000	0,1294	1,0000	1
$i=6$	0,1294	0,0000	0,0000	7
$i=7$	0,2651	0,1352	0,3377	6

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1347	0,1079	0,4448	3-4
$i=2$	0,1347	0,1079	0,4448	3-4
$i=3$	0,1573	0,1079	0,4068	5
$i=4$	0,1357	0,1294	0,4882	2
$i=5$	0,1294	0,0000	0,0000	6
$i=6$	0,1714	0,2096	0,5502	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3584	0,0226	0,0594	5
i=2	0,3617	0,0193	0,0507	6
i=3	0,0966	0,2844	0,7466	1
i=4	0,1079	0,2731	0,7169	2
i=5	0,1714	0,2096	0,5502	3
i=6	0,2486	0,1324	0,3475	4

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1159	0,2436	0,6776	2-3
i=2	0,1159	0,2436	0,6776	2-3
i=3	0,3175	0,0419	0,1166	5
i=4	0,1079	0,2516	0,6999	1
i=5	0,1550	0,2044	0,5687	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2436	0,1159	0,3224	4
i=2	0,0863	0,2731	0,7599	1
i=3	0,3368	0,0226	0,0629	5
i=4	0,1357	0,2237	0,6225	2
i=5	0,2237	0,1357	0,3775	3

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1374	0,2436	0,6393	2
i=2	0,2312	0,1498	0,3932	4
i=3	0,2044	0,1766	0,4635	3
i=4	0,3810	0,0000	0,0000	5
i=5	0,1357	0,2453	0,6439	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=3$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1357	0,2453	0,6439	2
$i=2$	0,2651	0,1159	0,3041	5
$i=3$	0,2453	0,1357	0,3561	4
$i=4$	0,1159	0,2651	0,6959	1
$i=5$	0,1521	0,2289	0,6009	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2436	0,1159	0,3224	3
$i=2$	0,0966	0,2629	0,7314	1
$i=3$	0,2516	0,1079	0,3001	5
$i=4$	0,2237	0,1357	0,3775	2
$i=5$	0,2464	0,1131	0,3146	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0071	0,1365	0,9508	2
$i=2$	0,0690	0,1985	0,7420	4
$i=3$	0,2094	0,0800	0,2764	7
$i=4$	0,2673	0,1378	0,3402	6
$i=5$	0,0000	0,1294	1,0000	1
$i=6$	0,0216	0,1079	0,8333	3
$i=7$	0,1357	0,1488	0,5230	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0000	0,1079	1,0000	1-2
$i=2$	0,0000	0,1079	1,0000	1-2
$i=3$	0,2436	0,0000	0,0000	5-6
$i=4$	0,2436	0,0000	0,0000	5-6
$i=5$	0,1357	0,1079	0,4429	4
$i=6$	0,1079	0,2516	0,6999	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1540	0,1305	0,4587	2
i=2	0,1294	0,1550	0,5449	1
i=3	0,2618	0,0226	0,0795	5
i=4	0,2844	0,0000	0,0000	6
i=5	0,1550	0,1294	0,4551	3
i=6	0,2436	0,0409	0,1437	4

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0216	0,0419	0,6603	1-2
i=2	0,0442	0,0193	0,3041	4
i=3	0,0419	0,0216	0,3397	3
i=4	0,0635	0,0000	0,0000	5
i=5	0,0216	0,0419	0,6603	1-2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2924	0,0863	0,2278	5
i=2	0,1374	0,2413	0,6371	2
i=3	0,2516	0,1272	0,3358	4
i=4	0,2431	0,1357	0,3583	3
i=5	0,0216	0,3572	0,9430	1

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0000	0,2731	1,0000	1
i=2	0,2516	0,0216	0,0790	3-4
i=3	0,1407	0,1324	0,4847	2
i=4	0,2516	0,0216	0,0790	3-4
i=5	0,2731	0,0000	0,0000	5

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=4$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0193	0,2731	0,9340	1-2
$i=2$	0,1573	0,1352	0,4622	4
$i=3$	0,0635	0,2289	0,7829	3
$i=4$	0,0193	0,2731	0,9340	1-2
$i=5$	0,1794	0,1131	0,3867	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2731	0,0863	0,2401	5
$i=2$	0,1374	0,2220	0,6176	3
$i=3$	0,0635	0,2959	0,8233	2
$i=4$	0,0000	0,3594	1,0000	1
$i=5$	0,1498	0,2096	0,5832	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0263	0,0042	0,1388	5
$i=2$	0,0703	0,0447	0,3885	4
$i=3$	0,2799	0,3415	0,5495	2
$i=4$	0,3891	0,4135	0,5152	3
$i=5$	0,0216	0,0000	0,0000	6-7
$i=6$	0,1347	0,0000	0,0000	6-7
$i=7$	0,0000	0,2924	1,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1573	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=2$	0,1347	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=3$	0,1573	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=4$	0,1357	0,0216	0,1372	3
$i=5$	0,0000	0,0216	1,0000	1
$i=6$	0,2505	0,0419	0,1434	2

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,\dots,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,\dots,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1601	0,2403	0,6002	4
$i=2$	0,1578	0,2425	0,6058	3
$i=3$	0,1488	0,2516	0,6284	2
$i=4$	0,2646	0,1357	0,3390	5
$i=5$	0,2872	0,1131	0,2825	6
$i=6$	0,1357	0,2646	0,6610	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,\dots,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,\dots,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0635	0,0966	0,6033	3-4
$i=2$	0,0635	0,0966	0,6033	3-4
$i=3$	0,0000	0,1601	1,0000	1
$i=4$	0,0226	0,1374	0,8587	2
$i=5$	0,1159	0,0442	0,2761	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,\dots,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,\dots,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1794	0,0000	0,0000	4-5
$i=2$	0,1159	0,0635	0,3540	2
$i=3$	0,0216	0,1578	0,8797	1
$i=4$	0,1578	0,0216	0,1203	3
$i=5$	0,1794	0,0000	0,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,\dots,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,\dots,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0635	0,2096	0,7675	3
$i=2$	0,1550	0,1181	0,4325	5
$i=3$	0,0000	0,2731	1,0000	1
$i=4$	0,1374	0,1357	0,4968	4
$i=5$	0,0216	0,2516	0,9210	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=5$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1583	0,2431	0,6056	2
$i=2$	0,3379	0,0635	0,1582	4
$i=3$	0,1498	0,2516	0,6268	1
$i=4$	0,2431	0,1583	0,3944	3
$i=5$	0,4014	0,0000	0,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2878	0,1352	0,3196	4
$i=2$	0,2709	0,1521	0,3595	3
$i=3$	0,4036	0,0193	0,0457	5
$i=4$	0,1568	0,2662	0,6294	2
$i=5$	0,0635	0,3594	0,8499	1

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0507	0,1126	0,6896	2
$i=2$	0,0946	0,1782	0,6531	3
$i=3$	0,1910	0,2799	0,5944	4
$i=4$	0,0919	0,5185	0,8495	1
$i=5$	0,1294	0,0216	0,1429	6
$i=6$	0,1510	0,0000	0,0000	7
$i=7$	0,2015	0,2431	0,5468	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0216	0,0863	0,8000	1-2
$i=2$	0,1347	0,0863	0,3906	5
$i=3$	0,1357	0,1079	0,4429	4
$i=4$	0,1079	0,0000	0,0000	6
$i=5$	0,0216	0,0863	0,8000	1-2
$i=6$	0,1347	0,2248	0,6254	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0442	0,3787	0,8955	1
i=2	0,2958	0,1272	0,3007	5
i=3	0,1352	0,2878	0,6804	2
i=4	0,2844	0,1385	0,3274	4
i=5	0,4229	0,0000	0,0000	6
i=6	0,1385	0,2844	0,6726	3

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3151	0,1079	0,2551	4
i=2	0,2516	0,1714	0,4052	2
i=3	0,0216	0,4014	0,9490	1
i=4	0,4229	0,0000	0,0000	5
i=5	0,2742	0,1488	0,3517	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0216	0,4014	0,9490	1
i=2	0,2731	0,1498	0,3542	3
i=3	0,4229	0,0000	0,0000	5
i=4	0,2935	0,1294	0,3061	4
i=5	0,1714	0,2516	0,5948	2

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2635	0,1079	0,290	4
i=2	0,2226	0,1488	0,4005	3
i=3	0,2737	0,0977	0,2630	5
i=4	0,1052	0,2662	0,7167	1
i=5	0,1311	0,2403	0,6469	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=6$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1294	0,2935	0,6939	4
$i=2$	0,2935	0,1294	0,3061	5
$i=3$	0,0828	0,3401	0,8042	3
$i=4$	0,0216	0,4014	0,9490	1-2
$i=5$	0,0216	0,4014	0,9490	1-2

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3561	0,0000	0,0000	5
$i=2$	0,0000	0,3561	1,0000	1
$i=3$	0,1352	0,2209	0,6204	4
$i=4$	0,1305	0,2256	0,6336	3
$i=5$	0,0226	0,3335	0,9365	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0042	0,1126	0,9637	3
$i=2$	0,0447	0,1566	0,7781	4
$i=3$	0,4278	0,2799	0,3955	6
$i=4$	0,5213	0,3675	0,4135	5
$i=5$	0,0000	0,1079	1,0000	1-2
$i=6$	0,0000	0,1079	1,0000	1-2
$i=7$	0,3401	0,0419	0,1097	7

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1294	0,0000	0,0000	6
$i=2$	0,1347	0,1079	0,4448	4
$i=3$	0,1573	0,1079	0,4068	5
$i=4$	0,0000	0,1294	1,0000	1
$i=5$	0,1357	0,1294	0,4882	3
$i=6$	0,1347	0,2464	0,6466	2

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3151	0,1079	0,2551	6
$i=2$	0,0442	0,3787	0,8955	2
$i=3$	0,0000	0,4229	1,0000	1
$i=4$	0,1776	0,2453	0,5800	4
$i=5$	0,1992	0,2237	0,5290	5
$i=6$	0,1294	0,2935	0,6939	3

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0193	0,3843	0,9522	1
$i=2$	0,2958	0,1079	0,2673	5
$i=3$	0,0668	0,3368	0,8345	2
$i=4$	0,1054	0,2982	0,7388	3
$i=5$	0,1907	0,2129	0,5276	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1357	0,1374	0,5032	2-3
$i=2$	0,0216	0,2516	0,9210	1
$i=3$	0,1357	0,1374	0,5032	2-3
$i=4$	0,1601	0,1131	0,4140	4-5
$i=5$	0,1601	0,1131	0,4140	4-5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1294	0,2289	0,6388	2
$i=2$	0,1324	0,2260	0,6306	3
$i=3$	0,2279	0,1305	0,3641	4
$i=4$	0,1098	0,2486	0,6937	1
$i=5$	0,3584	0,0000	0,0000	5

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=7$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0193	0,2538	0,9293	1
$i=2$	0,1374	0,1357	0,4968	5
$i=3$	0,0216	0,2516	0,9210	2
$i=4$	0,1357	0,1374	0,5032	4
$i=5$	0,0635	0,2096	0,7675	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2651	0,1159	0,3041	4
$i=2$	0,2731	0,1079	0,2831	5
$i=3$	0,0193	0,3617	0,9493	1
$i=4$	0,2453	0,1357	0,3561	3
$i=5$	0,1294	0,2516	0,6603	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0075	0,1342	0,9468	1
$i=2$	0,2025	0,0487	0,1939	5
$i=3$	0,0400	0,4094	0,9110	2
$i=4$	0,0919	0,4970	0,8440	4
$i=5$	0,1294	0,0000	0,0000	6-7
$i=6$	0,0226	0,1294	0,8513	3
$i=7$	0,4036	0,0000	0,0000	6-7

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1357	0,1294	0,4882	3
$i=2$	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=3$	0,2651	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=4$	0,0226	0,1294	0,8513	2
$i=5$	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=6$	0,0216	0,3820	0,9465	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,4003	0,0000	0,0000	6
$i=2$	0,2505	0,1498	0,3742	2
$i=3$	0,0216	0,3787	0,9461	1
$i=4$	0,3777	0,0226	0,0565	5
$i=5$	0,2709	0,1294	0,3234	3
$i=6$	0,3368	0,0635	0,1586	4

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1159	0,1573	0,5758	2
$i=2$	0,2731	0,0000	0,0000	5
$i=3$	0,0216	0,2516	0,9210	1
$i=4$	0,1374	0,1357	0,4968	3
$i=5$	0,2516	0,0216	0,0790	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3777	0,0226	0,0565	4
$i=2$	0,0000	0,4003	1,0000	1
$i=3$	0,2209	0,1794	0,4481	3
$i=4$	0,3810	0,0193	0,0482	5
$i=5$	0,1294	0,2709	0,6766	2

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1120	0,2464	0,6874	1
$i=2$	0,2618	0,0966	0,2694	4
$i=3$	0,1159	0,2425	0,6767	2
$i=4$	0,3584	0,0000	0,0000	5
$i=5$	0,2505	0,1079	0,3010	3

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=8** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1159	0,3071	0,7260	1
i=2	0,3810	0,0419	0,0991	4
i=3	0,1794	0,2436	0,5759	2
i=4	0,2651	0,1578	0,3731	3
i=5	0,4229	0,0000	0,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2872	0,0000	0,0000	5
i=2	0,1159	0,1714	0,5966	2
i=3	0,1794	0,1079	0,3755	4
i=4	0,1488	0,1385	0,4821	3
i=5	0,0442	0,2431	0,8462	1

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0042	0,1337	0,9693	1
i=2	0,0662	0,1525	0,6972	4-5
i=3	0,4494	0,3199	0,4159	7
i=4	0,4135	0,5429	0,5677	6
i=5	0,0216	0,1079	0,8333	2-3
i=6	0,0216	0,1079	0,8333	2-3
i=7	0,1357	0,2872	0,6792	4-5

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0216	0,1079	0,8333	2
i=2	0,0442	0,1079	0,7094	3
i=3	0,1294	0,0000	0,0000	6
i=4	0,0000	0,1294	1,0000	1
i=5	0,1583	0,1294	0,4498	4
i=6	0,3810	0,0226	0,0560	5

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1374	0,2436	0,6393	2
$i=2$	0,1521	0,2289	0,6009	3
$i=3$	0,2312	0,1498	0,3932	4
$i=4$	0,2516	0,1294	0,3397	6
$i=5$	0,1357	0,2453	0,6439	1
$i=6$	0,2453	0,1357	0,3561	5

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2709	0,1294	0,3234	4
$i=2$	0,2516	0,1488	0,3716	2
$i=3$	0,2872	0,1131	0,2825	5
$i=4$	0,1159	0,2844	0,7106	1
$i=5$	0,2651	0,1352	0,3377	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2646	0,1357	0,3390	4
$i=2$	0,1601	0,2403	0,6002	2
$i=3$	0,1347	0,2657	0,6636	1
$i=4$	0,2516	0,1488	0,3716	3
$i=5$	0,2679	0,1324	0,3307	5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1374	0,2403	0,6361	3
$i=2$	0,0905	0,2872	0,7605	1
$i=3$	0,3584	0,0193	0,0511	5
$i=4$	0,1120	0,2657	0,7034	2
$i=5$	0,2483	0,1294	0,3427	4

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=9$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0000	0,3800	1,0000	1
$i=2$	0,2312	0,1488	0,3915	4
$i=3$	0,0193	0,3607	0,9492	2
$i=4$	0,1488	0,2312	0,6085	3
$i=5$	0,3800	0,0000	0,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2834	0,0966	0,2541	5
$i=2$	0,1703	0,2096	0,5517	3
$i=3$	0,1336	0,2464	0,6484	2
$i=4$	0,2495	0,1305	0,3434	4
$i=5$	0,0193	0,3607	0,9492	1

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1145	0,0066	0,0545	6
$i=2$	0,1728	0,0650	0,2732	4
$i=3$	0,2063	0,1415	0,4070	3
$i=4$	0,1838	0,2916	0,6135	2
$i=5$	0,0000	0,1079	1,0000	1
$i=6$	0,2436	0,0000	0,0000	7
$i=7$	0,3048	0,0772	0,2022	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1562	0,1079	0,4084	4
$i=2$	0,0431	0,1079	0,4455	1
$i=3$	0,1131	0,1510	0,3487	2
$i=4$	0,2641	0,0000	0,0000	6
$i=5$	0,2015	0,1079	0,5718	5
$i=6$	0,1929	0,1550	0,7143	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1568	0,2436	0,6084	3-4
i=2	0,1357	0,2646	0,6610	1-2
i=3	0,1357	0,2646	0,6610	1-2
i=4	0,1794	0,2209	0,5519	5
i=5	0,1568	0,2436	0,6084	3-4
i=6	0,2651	0,1352	0,3377	6

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2754	0,1079	0,2814	5
i=2	0,1510	0,2323	0,6060	3-4
i=3	0,0419	0,3413	0,8906	1-2
i=4	0,0419	0,3413	0,8906	1-2
i=5	0,1510	0,2323	0,6060	3-4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1510	0,2935	0,6603	3
i=2	0,3366	0,1079	0,2427	4-5
i=3	0,0839	0,3607	0,8114	1
i=4	0,0851	0,3594	0,8086	2
i=5	0,3366	0,1079	0,2427	4-5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2291	0,1415	0,3819	5
i=2	0,0567	0,3139	0,8470	1-2
i=3	0,0567	0,3139	0,8470	1-2
i=4	0,1952	0,1755	0,4734	3
i=5	0,2038	0,1668	0,4501	4

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=10$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1488	0,1583	0,5156	3
$i=2$	0,1357	0,1714	0,5581	2
$i=3$	0,0635	0,2436	0,7932	1
$i=4$	0,2651	0,0419	0,1365	5
$i=5$	0,1992	0,1079	0,3513	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3810	0,0000	0,0000	5
$i=2$	0,2538	0,1272	0,3338	4
$i=3$	0,2453	0,1357	0,3561	3
$i=4$	0,1131	0,2679	0,7032	1
$i=5$	0,1385	0,2425	0,6365	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0042	0,1337	0,9693	2
$i=2$	0,0662	0,1525	0,6972	4
$i=3$	0,4494	0,3199	0,4159	7
$i=4$	0,5429	0,4135	0,4323	6
$i=5$	0,0000	0,1294	1,0000	1
$i=6$	0,0216	0,1079	0,8333	3
$i=7$	0,1550	0,2486	0,6160	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0000	0,1294	1,0000	1
$i=2$	0,1521	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=3$	0,0216	0,1079	0,8333	2
$i=4$	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=5$	0,1521	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=6$	0,1159	0,1521	0,5675	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0409	0,2436	0,8563	1
i=2	0,1521	0,1324	0,4654	3
i=3	0,1573	0,1272	0,4471	5
i=4	0,1550	0,1294	0,4551	4
i=5	0,2844	0,0000	0,0000	6
i=6	0,1294	0,1550	0,5449	2

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0226	0,2646	0,9213	1
i=2	0,1385	0,1488	0,5179	3
i=3	0,1294	0,1578	0,5494	2
i=4	0,2679	0,0193	0,0672	5
i=5	0,2646	0,0226	0,0787	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,4229	0,0000	0,0000	5
i=2	0,1583	0,2646	0,6257	3
i=3	0,1294	0,2935	0,6939	2
i=4	0,0000	0,4229	1,0000	1
i=5	0,2958	0,1272	0,3007	4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1601	0,1324	0,4527	4
i=2	0,2516	0,0409	0,1398	5
i=3	0,1347	0,1578	0,5396	1-2
i=4	0,1347	0,1578	0,5396	1-2
i=5	0,1352	0,1573	0,5378	3

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=11** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2425	0,0419	0,1474	3-4
i=2	0,1357	0,1488	0,5230	2
i=3	0,0193	0,2651	0,9321	1
i=4	0,2425	0,0419	0,1474	3-4
i=5	0,2844	0,0000	0,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3584	0,0419	0,1047	3
i=2	0,4003	0,0000	0,0000	4-5
i=3	0,0216	0,3787	0,9461	1
i=4	0,1550	0,2453	0,6128	2
i=5	0,4003	0,0000	0,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0258	0,1149	0,8166	2
i=2	0,0662	0,1769	0,7276	3
i=3	0,4494	0,0800	0,1511	7
i=4	0,5429	0,1378	0,2025	6
i=5	0,0216	0,1079	0,8333	1
i=6	0,1347	0,1079	0,4448	5
i=7	0,1357	0,2646	0,6610	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0000	0,1294	1,0000	1-2
i=2	0,1521	0,0000	0,0000	4-5-6
i=3	0,0000	0,1294	1,0000	1-2
i=4	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
i=5	0,1521	0,0000	0,0000	4-5-6
i=6	0,1374	0,1305	0,4870	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1578	0,2209	0,5834	2
$i=2$	0,1305	0,2483	0,6555	1
$i=3$	0,2709	0,1079	0,2848	5
$i=4$	0,2237	0,1550	0,4093	3
$i=5$	0,2431	0,1357	0,3583	4
$i=6$	0,3594	0,0193	0,0510	6

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2844	0,0000	0,0000	4-5
$i=2$	0,0193	0,2651	0,9321	1
$i=3$	0,1131	0,1714	0,6025	2
$i=4$	0,2651	0,0193	0,0679	3
$i=5$	0,2844	0,0000	0,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1079	0,2356	0,6859	1-2
$i=2$	0,2356	0,1079	0,3141	5
$i=3$	0,1079	0,2356	0,6859	1-2
$i=4$	0,1357	0,2077	0,6049	3
$i=5$	0,2303	0,1131	0,3293	4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1601	0,2209	0,5799	2
$i=2$	0,2516	0,1294	0,3397	5
$i=3$	0,2425	0,1385	0,3635	3
$i=4$	0,2453	0,1357	0,3561	4
$i=5$	0,1573	0,2237	0,5872	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=12** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1192	0,1294	0,5207	3
i=2	0,0226	0,2260	0,9090	1
i=3	0,2067	0,0419	0,1686	4
i=4	0,2486	0,0000	0,0000	5
i=5	0,0442	0,2044	0,8223	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1573	0,1159	0,4242	4
i=2	0,1159	0,1573	0,5758	3
i=3	0,0419	0,2312	0,8465	2
i=4	0,0409	0,2323	0,8503	1
i=5	0,1766	0,0966	0,3535	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0042	0,1337	0,9693	2
i=2	0,0662	0,1525	0,6972	4
i=3	0,4494	0,3199	0,4159	6
i=4	0,5429	0,4135	0,4323	5
i=5	0,0000	0,1294	1,0000	1
i=6	0,0216	0,1079	0,8333	3
i=7	0,2679	0,1357	0,3362	7

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0216	0,1079	0,8333	2
i=2	0,2425	0,0000	0,0000	6
i=3	0,1573	0,1079	0,4068	4
i=4	0,1357	0,1294	0,4882	3
i=5	0,0000	0,1294	1,0000	1
i=6	0,2505	0,1305	0,3425	5

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2549	0,1488	0,3685	3
i=2	0,2905	0,1131	0,2802	6
i=3	0,2260	0,1776	0,4401	2
i=4	0,2878	0,1159	0,2871	5
i=5	0,0419	0,3617	0,8961	1
i=6	0,2712	0,1324	0,3280	4

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1192	0,1294	0,5207	3
i=2	0,0226	0,2260	0,9090	1
i=3	0,2067	0,0419	0,1686	4
i=4	0,2486	0,0000	0,0000	5
i=5	0,0442	0,2044	0,8223	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3594	0,0419	0,1045	5
i=2	0,2935	0,1079	0,2688	3-4
i=3	0,1079	0,2935	0,7312	1
i=4	0,2657	0,1357	0,3381	2
i=5	0,2935	0,1079	0,2688	3-4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2516	0,1714	0,4052	3
i=2	0,3810	0,0419	0,0991	4
i=3	0,4014	0,0216	0,0510	5
i=4	0,2431	0,1799	0,4253	2
i=5	0,1799	0,2431	0,5747	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=13** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3584	0,0226	0,0594	4
i=2	0,2323	0,1488	0,3904	3
i=3	0,1181	0,2629	0,6899	1
i=4	0,3810	0,0000	0,0000	5
i=5	0,1573	0,2237	0,5872	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1550	0,1294	0,4551	2
i=2	0,0193	0,2651	0,9321	1
i=3	0,1573	0,1272	0,4471	
i=4	0,2651	0,0193	0,0679	5
i=5	0,1714	0,1131	0,3975	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0075	0,1337	0,9467	1
i=2	0,0946	0,1525	0,6171	6
i=3	0,1694	0,3199	0,6538	5
i=4	0,0919	0,5429	0,8553	2
i=5	0,0216	0,1079	0,8333	3-4
i=6	0,0216	0,1079	0,8333	3-4
i=7	0,4036	0,0193	0,0457	7

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0000	0,1294	1,0000	1
i=2	0,1347	0,1079	0,4448	4
i=3	0,2651	0,0000	0,0000	5-6
i=4	0,0216	0,1079	0,8333	2
i=5	0,1294	0,0000	0,0000	5-6
i=6	0,1131	0,1714	0,6025	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1578	0,2425	0,6058	3
i=2	0,0216	0,3787	0,9461	2
i=3	0,3810	0,0193	0,0482	5
i=4	0,4003	0,0000	0,0000	6
i=5	0,2709	0,1294	0,3234	4
i=6	0,0000	0,4003	1,0000	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2629	0,0000	0,0000	4-5
i=2	0,1272	0,1357	0,5162	3
i=3	0,0000	0,2629	1,0000	1
i=4	0,0226	0,2403	0,9140	2
i=5	0,2629	0,0000	0,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1357	0,2646	0,6610	5
i=2	0,1352	0,2651	0,6623	3-4
i=3	0,2425	0,1578	0,3942	1
i=4	0,2679	0,1324	0,3307	2
i=5	0,1568	0,2436	0,6084	3-4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1294	0,2516	0,6603	1-2
i=2	0,2464	0,1347	0,3534	4
i=3	0,1294	0,2516	0,6603	1-2
i=4	0,3810	0,0000	0,0000	5
i=5	0,2323	0,1488	0,3904	3

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=14** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1714	0,2096	0,5502	4
i=2	0,1159	0,2651	0,6959	2
i=3	0,0442	0,3368	0,8840	1
i=4	0,1294	0,2516	0,6603	3
i=5	0,2731	0,1079	0,2831	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2431	0,1357	0,3583	4-5
i=2	0,1357	0,2431	0,6417	3
i=3	0,1159	0,2629	0,6941	2
i=4	0,2431	0,1357	0,3583	4-5
i=5	0,0419	0,3368	0,8893	1

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0258	0,1149	0,8166	1
i=2	0,0662	0,1769	0,7276	2
i=3	0,4494	0,0800	0,1511	6
i=4	0,5429	0,1378	0,2025	5
i=5	0,1294	0,0000	0,0000	7
i=6	0,1357	0,1294	0,4882	4
i=7	0,1521	0,2289	0,6009	3

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0216	0,0000	0,0000	4-5-6
i=2	0,1357	0,0216	0,1372	2-3
i=3	0,1347	0,0000	0,0000	4-5-6
i=4	0,1573	0,0000	0,0000	4-5-6
i=5	0,1357	0,0216	0,1372	2-3
i=6	0,1766	0,0966	0,3535	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1794	0,2209	0,5519	4
i=2	0,0226	0,3777	0,9435	1
i=3	0,1357	0,2646	0,6610	2
i=4	0,1488	0,2516	0,6284	3
i=5	0,2844	0,1159	0,2894	6
i=6	0,2651	0,1352	0,3377	5

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1385	0,1347	0,4930	4
i=2	0,0226	0,2505	0,9172	1
i=3	0,1374	0,1357	0,4968	3
i=4	0,2731	0,0000	0,0000	5
i=5	0,0966	0,1766	0,6465	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1294	0,2516	0,6603	2
i=2	0,2731	0,1079	0,2831	5
i=3	0,2651	0,1159	0,3041	4
i=4	0,1385	0,2425	0,6365	3
i=5	0,0442	0,3368	0,8840	1

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2293	0,1324	0,3660	3
i=2	0,2323	0,1294	0,3579	4-5
i=3	0,1294	0,2323	0,6421	2
i=4	0,2323	0,1294	0,3579	4-5
i=5	0,0988	0,2629	0,7268	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=15$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3594	0,0193	0,0510	4
$i=2$	0,3787	0,0000	0,0000	5
$i=3$	0,1159	0,2629	0,6941	2
$i=4$	0,2657	0,1131	0,2986	3
$i=5$	0,0226	0,3561	0,9403	1

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2425	0,1385	0,3635	3
$i=2$	0,2731	0,1079	0,2831	5
$i=3$	0,1294	0,2516	0,6603	1
$i=4$	0,2323	0,1488	0,3904	2
$i=5$	0,2679	0,1131	0,2968	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0258	0,1149	0,8166	3
$i=2$	0,0447	0,1985	0,8163	4
$i=3$	0,4494	0,0800	0,1511	7
$i=4$	0,4350	0,2457	0,3609	6
$i=5$	0,0216	0,1079	0,8333	1-2
$i=6$	0,0216	0,1079	0,8333	1-2
$i=7$	0,2289	0,1714	0,4281	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0000	0,1294	1,0000	1
$i=2$	0,0216	0,1079	0,8333	2
$i=3$	0,2651	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=4$	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=5$	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
$i=6$	0,2618	0,0226	0,0795	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1714	0,2289	0,5719	3
$i=2$	0,1374	0,2629	0,6567	2
$i=3$	0,2516	0,1488	0,3716	4
$i=4$	0,2646	0,1357	0,3390	5
$i=5$	0,4003	0,0000	0,0000	6
$i=6$	0,1079	0,2924	0,7305	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3810	0,0000	0,0000	3-4-5
$i=2$	0,3810	0,0000	0,0000	3-4-5
$i=3$	0,0966	0,2844	0,7466	2
$i=4$	0,3810	0,0000	0,0000	3-4-5
$i=5$	0,0000	0,3810	1,0000	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2516	0,1294	0,3397	4
$i=2$	0,2453	0,1357	0,3561	2-3
$i=3$	0,2651	0,1159	0,3041	5
$i=4$	0,2453	0,1357	0,3561	2-3
$i=5$	0,1573	0,2237	0,5872	1

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1714	0,2096	0,5502	4
$i=2$	0,1601	0,2209	0,5799	3
$i=3$	0,0966	0,2844	0,7466	1
$i=4$	0,2731	0,1079	0,2831	5
$i=5$	0,1357	0,2453	0,6439	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=16** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3787	0,0000	0,0000	5
i=2	0,2516	0,1272	0,3358	4
i=3	0,2431	0,1357	0,3583	3
i=4	0,0193	0,3594	0,9490	1
i=5	0,1357	0,2431	0,6417	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,4003	0,0000	0,0000	5
i=2	0,1374	0,2629	0,6567	2
i=3	0,1794	0,2209	0,5519	3
i=4	0,2646	0,1357	0,3390	4
i=5	0,1357	0,2646	0,6610	1

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0042	0,1337	0,9693	1
i=2	0,0447	0,1741	0,7959	3
i=3	0,4494	0,3199	0,4159	5
i=4	0,5429	0,4135	0,4323	4
i=5	0,1294	0,0000	0,0000	7
i=6	0,0216	0,1079	0,8333	2
i=7	0,3584	0,0419	0,1047	6

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1357	0,1294	0,4882	2
i=2	0,1573	0,1079	0,4068	3
i=3	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
i=4	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
i=5	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
i=6	0,0216	0,3787	0,9461	1

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2924	0,1079	0,2695	6
i=2	0,0226	0,3777	0,9435	1
i=3	0,1294	0,2709	0,6766	2
i=4	0,2657	0,1347	0,3364	5
i=5	0,1578	0,2425	0,6058	3
i=6	0,2651	0,1352	0,3377	4

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,4003	0,0000	0,0000	5
i=2	0,2646	0,1357	0,3390	3
i=3	0,1573	0,2431	0,6071	2
i=4	0,2731	0,1272	0,3177	4
i=5	0,1352	0,2651	0,6623	1

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2731	0,1272	0,3177	5
i=2	0,1568	0,2436	0,6084	3
i=3	0,1357	0,2646	0,6610	1
i=4	0,1385	0,2618	0,6541	2
i=5	0,2646	0,1357	0,3390	4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0442	0,3368	0,8840	1
i=2	0,2651	0,1159	0,3041	4
i=3	0,1181	0,2629	0,6899	2
i=4	0,3810	0,0000	0,0000	5
i=5	0,2323	0,1488	0,3904	3

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=17$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2209	0,1192	0,3504	4
$i=2$	0,1357	0,2044	0,6010	2-3
$i=3$	0,0193	0,3208	0,9432	1
$i=4$	0,3175	0,0226	0,0665	5
$i=5$	0,1357	0,2044	0,6010	2-3

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1324	0,1521	0,5346	3
$i=2$	0,0226	0,2618	0,9205	1
$i=3$	0,2651	0,0193	0,0679	4
$i=4$	0,0409	0,2436	0,8563	2
$i=5$	0,2844	0,0000	0,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0286	0,1145	0,7999	3
$i=2$	0,0690	0,1944	0,7380	4
$i=3$	0,2094	0,1200	0,3642	6
$i=4$	0,1594	0,2916	0,6466	5
$i=5$	0,0216	0,1079	0,8333	2
$i=6$	0,0000	0,1294	1,0000	1
$i=7$	0,3584	0,0226	0,0594	7

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0216	0,1079	0,8333	2
$i=2$	0,0226	0,1294	0,8513	1
$i=3$	0,1573	0,1079	0,4068	4
$i=4$	0,1357	0,1294	0,4882	3
$i=5$	0,1521	0,0000	0,0000	6
$i=6$	0,2425	0,1578	0,3942	5

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,4003	0,0000	0,0000	6
i=2	0,1159	0,2844	0,7106	1
i=3	0,1573	0,2431	0,6071	4
i=4	0,1488	0,2516	0,6284	2-3
i=5	0,1488	0,2516	0,6284	2-3
i=6	0,2453	0,1550	0,3872	5

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2516	0,1294	0,3397	3
i=2	0,0000	0,3810	1,0000	1
i=3	0,3584	0,0226	0,0594	5
i=4	0,2629	0,1181	0,3101	4
i=5	0,1294	0,2516	0,6603	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0216	0,3820	0,9465	1
i=2	0,2742	0,1294	0,3207	5
i=3	0,2651	0,1385	0,3431	4
i=4	0,1747	0,2289	0,5672	3
i=5	0,1601	0,2436	0,6034	2

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1578	0,2425	0,6058	1
i=2	0,2516	0,1488	0,3716	5
i=3	0,2425	0,1578	0,3942	3
i=4	0,2453	0,1550	0,3872	4
i=5	0,1794	0,2209	0,5519	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=18** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2844	0,0000	0,0000	4-5
i=2	0,1357	0,1488	0,5230	2
i=3	0,0193	0,2651	0,9321	1
i=4	0,2425	0,0419	0,1474	3
i=5	0,2844	0,0000	0,0000	4-5

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1352	0,2651	0,6623	2
i=2	0,0216	0,3787	0,9461	1
i=3	0,2651	0,1352	0,3377	3
i=4	0,4003	0,0000	0,0000	5
i=5	0,2844	0,1159	0,2894	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0258	0,1149	0,8166	2
i=2	0,0447	0,1985	0,8163	3
i=3	0,4494	0,0800	0,1511	6
i=4	0,5429	0,1378	0,2025	5
i=5	0,0000	0,1294	1,0000	1
i=6	0,2651	0,0000	0,0000	7
i=7	0,2486	0,1324	0,3475	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
i=2	0,1357	0,1294	0,4882	1
i=3	0,2651	0,0000	0,0000	4-5-6
i=4	0,1573	0,1079	0,4068	2
i=5	0,1294	0,0000	0,0000	4-5-6
i=6	0,2731	0,1079	0,2831	3

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3584	0,0419	0,1047	6
i=2	0,1385	0,2618	0,6541	1
i=3	0,1573	0,2431	0,6071	2
i=4	0,2646	0,1357	0,3390	4-5
i=5	0,2646	0,1357	0,3390	4-5
i=6	0,2436	0,1568	0,3916	3

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1550	0,1294	0,4551	4
i=2	0,0193	0,2651	0,9321	1-2
i=3	0,2425	0,0419	0,1474	5
i=4	0,1521	0,1324	0,4654	3
i=5	0,0193	0,2651	0,9321	1-2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2651	0,1159	0,3041	5
i=2	0,1159	0,2651	0,6959	1
i=3	0,1294	0,2516	0,6603	2
i=4	0,1374	0,2436	0,6393	3
i=5	0,1601	0,2209	0,5799	4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1578	0,2425	0,6058	3
i=2	0,2516	0,1488	0,3716	4
i=3	0,1294	0,2709	0,6766	2
i=4	0,3810	0,0193	0,0482	5
i=5	0,1131	0,2872	0,7175	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=19** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3810	0,0193	0,0482	5
i=2	0,1131	0,2872	0,7175	1
i=3	0,2646	0,1357	0,3390	3
i=4	0,2289	0,1714	0,4281	2
i=5	0,2924	0,1079	0,2695	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,4003	0,0014	0,0034	5
i=2	0,1159	0,2831	0,7096	1
i=3	0,2731	0,1258	0,3154	3
i=4	0,2811	0,1178	0,2953	4
i=5	0,1294	0,2695	0,6755	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0258	0,1149	0,8166	4
i=2	0,0662	0,1769	0,7276	5
i=3	0,4494	0,0800	0,1511	7
i=4	0,5429	0,1378	0,2025	6
i=5	0,0000	0,1294	1,0000	1
i=6	0,0216	0,1079	0,8333	3
i=7	0,0452	0,3777	0,8931	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0216	0,1079	0,8333	2-3
i=2	0,0226	0,1294	0,8513	1
i=3	0,0216	0,1079	0,8333	2-3
i=4	0,1357	0,1294	0,4882	4
i=5	0,2425	0,0000	0,0000	6
i=6	0,3584	0,0226	0,0594	5

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3584	0,0419	0,1047	6
$i=2$	0,1385	0,2618	0,6541	1
$i=3$	0,1573	0,2431	0,6071	2
$i=4$	0,2646	0,1357	0,3390	4-5
$i=5$	0,2646	0,1357	0,3390	4-5
$i=6$	0,2436	0,1568	0,3916	3

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3617	0,0193	0,0507	5
$i=2$	0,0000	0,3810	1,0000	1
$i=3$	0,1407	0,2403	0,6306	2-3
$i=4$	0,1407	0,2403	0,6306	2-3
$i=5$	0,2516	0,1294	0,3397	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2453	0,1583	0,3922	5
$i=2$	0,0226	0,3810	0,9440	3-4
$i=3$	0,1294	0,2742	0,6793	1
$i=4$	0,1305	0,2731	0,6767	2
$i=5$	0,3820	0,0216	0,0535	3-4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1374	0,2176	0,6129	2
$i=2$	0,2063	0,1488	0,4189	3
$i=3$	0,3551	0,0000	0,0000	5
$i=4$	0,2472	0,1079	0,3038	4
$i=5$	0,1347	0,2657	0,6636	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $e=20$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3368	0,0419	0,1107	3
$i=2$	0,2436	0,1352	0,3569	2
$i=3$	0,1352	0,2436	0,6431	1
$i=4$	0,3787	0,0000	0,0000	5
$i=5$	0,3572	0,0216	0,0570	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3391	0,0419	0,1100	5
$i=2$	0,0966	0,2844	0,7466	1
$i=3$	0,1601	0,2209	0,5799	2
$i=4$	0,2651	0,1159	0,3041	3
$i=5$	0,2731	0,1079	0,2831	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0258	0,1121	0,8128	2
$i=2$	0,0662	0,1525	0,6972	3
$i=3$	0,4494	0,3199	0,4159	5
$i=4$	0,5429	0,4135	0,4323	4
$i=5$	0,0000	0,1294	1,0000	1
$i=6$	0,1573	0,1079	0,4068	6
$i=7$	0,3810	0,0419	0,0991	7

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0000	0,1294	1,0000	1
$i=2$	0,1347	0,1079	0,4448	4
$i=3$	0,2651	0,0000	0,0000	5-6
$i=4$	0,1294	0,0000	0,0000	5-6
$i=5$	0,0659	0,0636	0,4910	3
$i=6$	0,1294	0,2709	0,6766	2

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1521	0,1324	0,4654	2-3
$i=2$	0,1521	0,1324	0,4654	2-3
$i=3$	0,1550	0,1294	0,4551	4-5
$i=4$	0,1766	0,1079	0,3792	6
$i=5$	0,1550	0,1294	0,4551	4-5
$i=6$	0,1294	0,1550	0,5449	1

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0419	0,3584	0,8953	2
$i=2$	0,1681	0,2323	0,5802	3
$i=3$	0,0216	0,3787	0,9461	1
$i=4$	0,2731	0,1272	0,3177	4
$i=5$	0,4003	0,0000	0,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3584	0,0419	0,1047	5
$i=2$	0,1357	0,2646	0,6610	1
$i=3$	0,2425	0,1578	0,3942	4
$i=4$	0,1374	0,2629	0,6567	2
$i=5$	0,1794	0,2209	0,5519	3

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0442	0,3368	0,8840	1
$i=2$	0,2237	0,1573	0,4128	3
$i=3$	0,2260	0,1550	0,4068	4
$i=4$	0,3810	0,0000	0,0000	5
$i=5$	0,0966	0,1488	0,6064	2

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=21** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2260	0,1776	0,4401	2
i=2	0,2742	0,1294	0,3207	3
i=3	0,0442	0,3594	0,8905	1
i=4	0,3617	0,0419	0,1039	5
i=5	0,2958	0,1079	0,2673	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3391	0,0193	0,0539	5
i=2	0,2289	0,1294	0,3612	4
i=3	0,1294	0,2289	0,6388	1
i=4	0,1347	0,2237	0,6243	2
i=5	0,2260	0,1324	0,3694	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0258	0,1149	0,8166	2
i=2	0,0662	0,1769	0,7276	3
i=3	0,4494	0,0800	0,1511	6
i=4	0,5429	0,1378	0,2025	5
i=5	0,0216	0,1079	0,8333	1
i=6	0,1131	0,1294	0,5337	4
i=7	0,3810	0,0193	0,0482	7

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1294	0,0000	0,0000	6
i=2	0,0442	0,1079	0,7094	4
i=3	0,0000	0,1294	1,0000	1
i=4	0,0223	0,1079	0,8288	3
i=5	0,0226	0,1294	0,8513	2
i=6	0,1380	0,1305	0,4859	5

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1357	0,2646	0,6610	2
$i=2$	0,0226	0,3777	0,9435	1
$i=3$	0,1374	0,2629	0,6567	3
$i=4$	0,2646	0,1357	0,3390	6
$i=5$	0,2453	0,1550	0,3872	4-5
$i=6$	0,2453	0,1550	0,3872	4-5

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1272	0,1357	0,5162	3
$i=2$	0,0419	0,2209	0,8405	1
$i=3$	0,1079	0,1550	0,5897	2
$i=4$	0,2436	0,0193	0,0735	5
$i=5$	0,1324	0,1305	0,4964	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2209	0,1794	0,4481	3
$i=2$	0,3810	0,0193	0,0482	5
$i=3$	0,2425	0,1578	0,3942	4
$i=4$	0,1385	0,2618	0,6541	1
$i=5$	0,1568	0,2436	0,6084	2

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1374	0,2209	0,6165	4
$i=2$	0,1159	0,2425	0,6767	2
$i=3$	0,2199	0,1385	0,3864	5
$i=4$	0,1120	0,2464	0,6874	1
$i=5$	0,1347	0,2237	0,6243	3

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=22** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1079	0,1776	0,6222	2
i=2	0,1357	0,1498	0,5247	3
i=3	0,0419	0,2436	0,8531	1
i=4	0,2436	0,0419	0,1469	5
i=5	0,1776	0,1079	0,3778	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,4003	0,0014	0,0034	5
i=2	0,2516	0,1474	0,3694	3-4
i=3	0,2516	0,1474	0,3694	3-4
i=4	0,1733	0,2257	0,5657	2
i=5	0,1294	0,2695	0,6755	1

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1337	0,0071	0,0502	7
i=2	0,0662	0,1769	0,7276	3
i=3	0,3199	0,2094	0,3956	5
i=4	0,4350	0,2457	0,3609	6
i=5	0,0000	0,1294	1,0000	1
i=6	0,0216	0,1079	0,8333	2
i=7	0,1131	0,2872	0,7175	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0000	0,1294	1,0000	1-2
i=2	0,1573	0,1079	0,4068	5
i=3	0,0216	0,1079	0,8333	3
i=4	0,0000	0,1294	1,0000	1-2
i=5	0,1521	0,0000	0,0000	6
i=6	0,2260	0,1776	0,4401	4

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2312	0,1305	0,3608	5
$i=2$	0,1192	0,2425	0,6705	1
$i=3$	0,2345	0,1272	0,3516	6
$i=4$	0,1357	0,2260	0,6248	2-3
$i=5$	0,1357	0,2260	0,6248	2-3
$i=6$	0,2260	0,1357	0,3752	4

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0000	0,1714	1,0000	1
$i=2$	0,0419	0,1294	0,7553	2
$i=3$	0,1294	0,0419	0,2447	3
$i=4$	0,1521	0,0193	0,1127	5
$i=5$	0,1488	0,0226	0,1320	4

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2453	0,1357	0,3561	4
$i=2$	0,0226	0,3584	0,9406	1
$i=3$	0,2651	0,1159	0,3041	5
$i=4$	0,0442	0,3368	0,8840	2
$i=5$	0,1827	0,1983	0,5205	3

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1159	0,2641	0,6951	1
$i=2$	0,2279	0,1521	0,4002	4
$i=3$	0,1510	0,2289	0,6025	3
$i=4$	0,1336	0,2464	0,6484	2
$i=5$	0,2641	0,1159	0,3049	5

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као **e=23** је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

l=1	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2260	0,1776	0,4401	2
i=2	0,2742	0,1294	0,3207	3
i=3	0,0442	0,3594	0,8905	1
i=4	0,3617	0,0419	0,1039	5
i=5	0,2958	0,1079	0,2673	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

l=2	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,2425	0,1352	0,3579	3
i=2	0,3777	0,0000	0,0000	5
i=3	0,1568	0,2209	0,5850	2
i=4	0,1324	0,2453	0,6495	1
i=5	0,2453	0,1324	0,3505	4

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

l=3	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0042	0,1360	0,9698	3
i=2	0,0662	0,1728	0,7230	4
i=3	0,4494	0,1200	0,2107	7
i=4	0,5429	0,1838	0,2529	6
i=5	0,0000	0,1294	1,0000	1-2
i=6	0,0000	0,1294	1,0000	1-2
i=7	0,2289	0,1714	0,4281	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

l=4	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,0216	0,1079	0,8333	3-4
i=2	0,0226	0,1294	0,8513	2
i=3	0,0216	0,1079	0,8333	3-4
i=4	0,0000	0,1294	1,0000	1
i=5	0,1521	0,0000	0,0000	6
i=6	0,2453	0,0226	0,0844	5

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

l=5	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1385	0,2403	0,6344	1
i=2	0,2436	0,1352	0,3569	5-6
i=3	0,2289	0,1498	0,3955	3
i=4	0,2431	0,1357	0,3583	4
i=5	0,2237	0,1550	0,4093	2
i=6	0,2436	0,1352	0,3569	5-6

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

l=6	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1357	0,2453	0,6439	3
i=2	0,0000	0,3810	1,0000	1
i=3	0,2505	0,1305	0,3425	4
i=4	0,3617	0,0193	0,0507	5
i=5	0,1347	0,2464	0,6466	2

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

l=7	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,3594	0,0226	0,0592	5
i=2	0,2742	0,1079	0,2823	3-4
i=3	0,1079	0,2742	0,7177	2
i=4	0,0000	0,3820	1,0000	1
i=5	0,2742	0,1079	0,2823	3-4

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

l=8	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
i=1	0,1601	0,2209	0,5799	2
i=2	0,2516	0,1294	0,3397	5
i=3	0,2425	0,1385	0,3635	3
i=4	0,2453	0,1357	0,3561	4
i=5	0,1357	0,2453	0,6439	1

Ранг грешака на нивоу свих Lean губитка на нивоу МСП-а означеног као $\epsilon=24$ је израчунат и приказан у наставку.

Ранг грешака на нивоу Непотребног транспорта

$l=1$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0000	0,2731	1,0000	1
$i=2$	0,2731	0,0000	0,0000	5
$i=3$	0,0635	0,2096	0,7675	4
$i=4$	0,0419	0,2312	0,8465	2
$i=5$	0,0442	0,2289	0,8382	3

Ранг грешака на нивоу Непотребног нивоа залиха

$l=2$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,2516	0,0216	0,0790	5
$i=2$	0,1601	0,1131	0,4140	4
$i=3$	0,0635	0,2096	0,7675	3
$i=4$	0,0216	0,2516	0,9210	1
$i=5$	0,0419	0,2312	0,8465	2

Ранг грешака на нивоу Непотребног кретања

$l=3$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,0258	0,1121	0,8128	2
$i=2$	0,0662	0,1525	0,6972	3
$i=3$	0,3199	0,4494	0,5841	4
$i=4$	0,4350	0,5213	0,5451	5
$i=5$	0,0216	0,1079	0,8333	1
$i=6$	0,1347	0,1079	0,4448	6
$i=7$	0,2486	0,1324	0,3475	7

Ранг грешака на нивоу Непотребних застоја (чекања)

$l=4$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1573	0,1079	0,4068	4
$i=2$	0,1347	0,1079	0,4448	3
$i=3$	0,2651	0,0000	0,0000	5-6
$i=4$	0,0226	0,1294	0,8513	1
$i=5$	0,1294	0,0000	0,0000	5-6
$i=6$	0,1568	0,2662	0,6294	2

Ранг грешака на нивоу Неодговарајуће обраде

$l=5$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1407	0,2403	0,6306	4
$i=2$	0,0409	0,3401	0,8927	1
$i=3$	0,2516	0,1294	0,3397	5
$i=4$	0,1385	0,2425	0,6365	3
$i=5$	0,0635	0,3175	0,8333	2
$i=6$	0,2651	0,1159	0,3041	6

Ранг грешака на нивоу Прекомјерне производње

$l=6$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,3048	0,0966	0,2406	4
$i=2$	0,0839	0,3175	0,7911	2
$i=3$	0,0000	0,4014	1,0000	1
$i=4$	0,2516	0,1498	0,3732	3
$i=5$	0,4014	0,0000	0,0000	5

Ранг грешака на нивоу Непотребних грешака (дефеката/поправки)

$l=7$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1159	0,1347	0,5375	4
$i=2$	0,0409	0,2096	0,8368	1-2
$i=3$	0,1131	0,1374	0,5486	3
$i=4$	0,0409	0,2096	0,8368	1-2
$i=5$	0,1347	0,1159	0,4625	5

Ранг грешака на нивоу Неискоришћених људских потенцијала

$l=8$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^+, \tilde{z}_{ik}^l)$	$\sum_{k=1,..,K} d((\tilde{f}_k^l)^-, \tilde{z}_{ik}^l)$	c_i^l	Ранг
$i=1$	0,1601	0,2403	0,6002	4
$i=2$	0,0409	0,3594	0,8979	1
$i=3$	0,1578	0,2425	0,6058	3
$i=4$	0,1352	0,2651	0,6623	2
$i=5$	0,2651	0,1352	0,3377	5

ПРИЛОГ 5

АНКЕТНИ УПИТНИК

Анкета треба да се реализује за потребе доктората који је пријављен на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Упутства за попуњавање анкета су у наставку. Веома се захваљујем на времену који ћете уложити на попуњавању анкете и тиме допринијети да могу успјешно завршити своју докторску дисертацију.

Још једанпут пуно хвала.

С поштовањем,

Ранка Гојковић

ДИО I: Процјена важности критеријума

Разматрају се три критеријума:

1. Озбиљност последице
2. Учесталост појаве грешке
3. Могућност откривања грешке

Молимо вас да процијените важност (значајност) критеријума користећи скалу мјера од 1 до 3, тако да:

- 1 - важност критеријума је мала
- 2 - важност критеријума је средња
- 3 - важност критеријума је велика

Процјену извршите тако што сваком горе наведеном критеријуму придружите један број од 1 до 3.

ДИО II: Процјена вриједности грешака

Овај дио се састоји у процјени вриједности грешака. За сваки критеријум дате су одговарајуће табеле које можете користити при оцјењивању.

Молимо вас да у доње табеле унесете вриједности од 1 до 5 према вашим процјенама.

Лингвистички искази који могу да се користе за процјену озбиљности последица

S= Озбиљност последице (губитка)	
Оцјене	Лингвистички искази
1	Врло низак утицај
2	Низак утицај
3	Средњи утицај
4	Висок утицај
5	Врло висок утицај

Лингвистички искази који могу да се користе за процјену учесталости појаве грешке

O= Учесталост појављивања грешке	
Оцјене	Лингвистички искази
1	Врло ријетко појављивање грешке
2	Ријетко појављивање грешке
3	Периодично појављивање грешке
4	Често појављивање грешке
5	Врло често појављивање грешке

Лингвистички искази који могу да се користе за процјену могућности откривања грешке

D= Могућност откривања/детекције грешке	
Оцјене	Лингвистички искази
1	Врло мала могућност за откривање
2	Мала могућност за откривање
3	Средња могућност откривања
4	Велика могућност за откривање
5	Врло велика могућност откривања

Оцијените грешке које доводе до **Неодговарајуће обраде** у односу на параметре S, O и D.
Оцјене 1 до 5

Неодговарајућа обрада			
Грешке	Озбиљност последице губитка (S)	Учесталост појављивања грешке (O)	Могућност откривања/детекције грешке (D)
Неодговарајући ниво аутоматизације			
Неодговарајући режими обраде			
Грешка радника			
Дизајн производа захтијева превише корака обраде			
Превише процеса обраде, превише итерација			
Жеље купца нису јасно дефинисане			

Оцијените грешке које доводе до **Непотребног нивоа залиха** у односу на параметре S, O и D.
Оцјене 1 до 5

Непотребан ниво залиха			
Грешке	Озбиљност последице губитка (S)	Учесталост појављивања грешке (O)	Могућност откривања/детекције грешке (D)
Неуравнотеженост материјалног тока			
Непоузданост добављача			
Прекомјерна набавка сировина			
Неразумијевање у комуникацији			
Заштита компаније од ризика и неочекиваног догађаја			

Оцијените грешке које доводе до **Непотребног транспорта** у односу на параметре *S*, *O* и *D*.
Оцијене 1 до 5

Непотребан транспорт			
Грешке	Озбиљност последике губитка (S)	Учесталост појављивања грешке (O)	Могућност откривања/детекције грешке (D)
Неразумијевање тока процеса			
Неодговарајући распоред технолошке опреме			
Велики складишни простор			
Неуспјешна комуникација			
Коришћење старих <i>layout</i> -а			

Оцијените грешке које доводе до **Непотребних дефеката** у односу на параметре *S*, *O* и *D*.
Оцијене 1 до 5

Непотребне грешке (Дефекти/поправка)			
Грешке	Озбиљност последике губитка (S)	Учесталост појављивања грешке (O)	Могућност откривања/детекције грешке (D)
Недовољно знање и вјештине радника			
Непрецизности у документацији			
Недовољна контрола процеса			
Пројектантско - конструкциони пропусти			
Неодговарајуће стање техничко - технолошке опреме			

Оцијените грешке које доводе до **Прекомјерне производње** у односу на параметре S, O и D.
Оцијене 1 до 5

Прекомјерна производња			
Грешке	Озбиљност последике губитка (S)	Учесталост појављивања грешке (O)	Могућност откривања/детекције грешке (D)
Неуравнотеженост производних линија			
Неодговарајућа употреба аутоматизације			
Лоша процјена захтјева тржишта			
Примјена <i>just in case</i> логике			
Недовољно знање и вјештине радника			

Оцијените грешке које доводе до **Непотребних кретања** у односу на параметре S, O и D.
Оцијене 1 до 5.

Непотребна кретања			
Грешке	Озбиљност последике губитка (S)	Учесталост појављивања грешке (O)	Могућност откривања/детекције грешке (D)
Лоша ергономија радног мјеста			
Велика растојања између радних мјеста			
Често помјерање руку			
Вишеструко узимање истог комада			
Запослени се морају кретати да би дошли до информација			
Ручни рад како би се компензовали неки недостаци у процесу производње			
Неискуство оператера			

Оцијените грешке које доводе до **Непотребних застоја (чекања)** у односу на параметре *S*, *O* и *D*.
Оцијене 1 до 5

Непотребни застоји (чекања)			
Грешке	Озбиљност последике губитка (S)	Учесталост појављивања грешке (O)	Могућност откривања/детекције грешке (D)
Чекање на материјал између операција			
Прекид рада машине или система			
Недостатак посла			
Чекање информација потребних да би се процес наставио			
Неуравнотеженост са наредним процесима			
Дуго припремно-завршно вријеме			

Оцијените грешке које доводе до **Неискоришћени људских потенцијали** у односу на параметре *S*, *O* и *D*.
Оцијене 1 до 5

Неискоришћени људски потенцијали			
Грешке	Озбиљност последике губитка (S)	Учесталост појављивања грешке (O)	Могућност откривања/детекције грешке (D)
Уско дефинисани послови			
Не ангажовање радника на стварању нових идеја			
Запослени не раде на одговарајућој позицији			
Не укључивање свих запосленика те њихових знања и вјештина у пословним и производним процесима			
Апсентизам радника			

ДИО III: Методе/технике квалитет

Овај дио се састоји у процјени примјенљивости и трошкова имплементације метода/техника квалитета при анализи грешака које узрокују настанак Lean губитака и јављају се у процесу производње. Дате су одговарајуће табеле које можете користити при оцјењивању.

Молимо вас да у табелу²⁴ унесете вриједности од 1 до 5 према вашим процјенама.

Лингвистички искази који могу да се користе за процјену степена примјенљивости метода/техника квалитета

Оцјене	Лингвистички изрази
1	<i>Веома ниска вриједност</i>
2	<i>Ниска вриједност</i>
3	<i>Средња вриједност</i>
4	<i>Висока вриједност</i>
5	<i>Веома висока вриједност</i>

Лингвистички искази који могу да се користе за процјену трошкова имплементације метода/техника квалитета

Оцјене	ОПИС
<i>Екстремно мали трошкови (C1)</i>	<i>Имплементација метода/техника квалитета готово да не захтијева трошкове</i>
<i>Веома мали трошкови (C2)</i>	<i>Имплементација метода/техника квалитета не захтијева опрему</i>
<i>Средњи трошкови (C3)</i>	<i>Имплементација метода/техника квалитета захтијева стандардну опрему</i>
<i>Високи трошкови (C4)</i>	<i>Имплементација метода/техника квалитета захтијева примјену рачунарске опреме</i>
<i>Веома високи трошкови (C5)</i>	<i>Имплементација метода/техника квалитета захтијева скупу специјализовану опрему</i>

²⁴ Попуњена табела је дата у Прилогу 2

Биографија

Ранка Гојковић је рођена 03. 01. 1990. године у Требињу. Основну и средњу школу завршила је у Гацку. Машински факултет Универзитета у Источном Сарајеву уписала је 2008. године. Четворогодишње студије на Машинском факултету завршила је у октобру 2012. године са просјечном оцјеном 8.11. Исте године уписује Мастер студије на Машинском факултету у Источном Сарајеву које завршава у октобру 2014. године са просјечном оцјеном 9.86. У току мастер студија један семестар је боравила на Норвешком универзитету за науку и технику (Norwegian University of Science and Technology - NTNU) у циљу израде мастер рада.

На Машинском факултету у Источном Сарајеву ступила је у радни однос у марту 2014. године као Стручни сарадник за наставу, након чега је изабрана у звање асистент на Катедри за производно машинство. Од 2016. године је у звању вишег асистента. Докторске академске студије уписала је на Факултету инжењерских наука 2014. године. У току свог досадашњег рада био је учесник на више међународних и националних пројеката. Боравила је на више универзитета у Европи у склопу различитих међународних размјена наставног особља. Аутор је или коаутор више од тридесет научноистраживачких публикација, међу којима се истичу два рада објављена у часописима индексираним у SCI бази, од којих је кандидат први аутор на једном раду објављеном као резултат истраживања у оквиру докторске дисертације.

ИЗЈАВА АУТОРА О ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ја, Ранка Гојковић, изјављујем да докторска дисертација под насловом:

**УНАПРЈЕЂЕЊЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У ПРЕРАЂИВАЧКОЈ
ИНДУСТРИЈИ ЗАСНОВАНО НА МЕТОДАМА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ АНАЛИЗЕ
И МЕТАХЕУРИСТИКЕ**

која је одобрена на Факултету инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу представља *оригинално ауторско дјело* настало као резултат *сопственог истраживачког рада*.

Овом Изјавом такође потврђујем:

- да сам *једини аутор* наведене докторске дисертације,
- да у наведеној докторској дисертацији *нисам извршио/ла повреду* ауторског нити другог права интелектуалне својине других лица,
- да умножени примјерак докторске дисертације у штампаној и електронској форми у чијем се прилогу налази ова Изјава садржи докторску дисертацију истовјетну одбрањеној докторској дисертацији.

У Крагујевцу, _____, _____ године,

потпис аутора

ИЗЈАВА АУТОРА О ИСКОРИШЋАВАЊУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ја, Ранка Гојковић,

Дозвољавам

Не дозвољавам

Универзитетској библиотеци у Крагујевцу да начини два трајна умножена примјерка у електронској форми докторске дисертације под насловом:

**УНАПРЈЕЂЕЊЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У ПРЕРАЂИВАЧКОЈ
ИНДУСТРИЈИ ЗАСНОВАНО НА МЕТОДАМА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ АНАЛИЗЕ
И МЕТАХЕУРИСТИКЕ**

која је одобрена на Факултету инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу, и то у цјелини, као и да по један примјерак тако умножене докторске дисертације учини трајно доступним јавности путем дигиталног репозиторијума Универзитета у Крагујевцу и централног репозиторијума надлежног министарства, тако да припадници јавности могу начинити трајне умножене примјерке у електронској форми наведене докторске дисертације путем *преузимања*.

Овом Изјавом такође

Дозвољавам

Не дозвољавам²⁵

²⁵ Уколико аутор изабере да не дозволи припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од Creative Commons лиценци, то не искључује право припадника јавности да наведену докторску дисертацију користе у складу са одредбама Закона о ауторском и сродним правима.

припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од следећих *Creative Commons* лиценци:

- 1) Ауторство
- 2) Ауторство - дијелити под истим условима
- 3) Ауторство - без прерада
- 4) Ауторство - некомерцијално
- 5) Ауторство - некомерцијално - дијелити под истим условима
- 6) Ауторство - некомерцијално - без прерада²⁶

У Крагујевцу, _____, _____ године,

потпис аутора

²⁶ Молимо ауторе који су изабрали да дозволе припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од *Creative Commons* лиценци да заокруже једну од понуђених лиценци. Детаљан садржај наведених лиценци доступан је на: <http://creativecommons.org.rs>