

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА



**УНАПРЕЂЕЊЕ МОДЕЛА ЗА
ПРОЦЕНУ РИЗИКА НА РАДНОМ МЕСТУ
ПРИМЕНОМ ТЕОРИЈЕ ФАЗИ СКУПОВА И
ПРОГНОСТИКЕ**

- ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА -

Кандидат:

Марко Ђапан, дипл.инж.

Ментор:

Проф. др Данијела Тадић, дипл.инж.

Крагујевац, март 2014. год.

ИДЕНТИФИКАЦИОНА СТРАНИЦА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I. Аутор

Име и презиме: Марко Ђапан

Датум и место рођења: 16. 05. 1983., Ниш

Садашње запослење: Факултет Инжењерских Наука, Крагујевац

II. Докторска дисертација

Наслов: УНАПРЕЂЕЊЕ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА НА РАДНОМ МЕСТУ ПРИМЕНОМ ТЕОРИЈЕ ФАЗИ СКУПОВА И ПРОГНОСТИКЕ

Број страница: 165

Број слика: 58

Број библиографских података: 247

Установа и место где је рад израђен: Факултет Инжењерских Наука, Центар за теротехнологију

Научна област (УДК): 614.8.01.027.1

Ментор: Проф. др Данијела Тадић

III. Оцена и одбрана

Датум пријаве теме: 12.12.2012.

Број одлуке и датум прихватања докторске дисертације: 01-1/726-9 од 21.03.2013.

Комисија за оцену подобности теме и кандидата:

1. Др Иван Бекер, ванредни професор, Факултет техничких наука Нови Сад, научне области: Квалитет, ефективност и логистика
2. Др Бранислав Јеремић, редовни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Производно машинство, Индустријски инжењеринг
3. Др Данијела Тадић, редовни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Индустријски инжењеринг
4. Др Петар Тодоровић, ванредни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Производно машинство, Индустријски инжењеринг
5. Др Иван Мачужић, доцент, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Производно машинство, Индустријски инжењеринг

Комисија за оцену докторске дисертације:

1. Др Иван Бекер, ванредни професор, Факултет техничких наука Нови Сад, научне области: Квалитет, ефективност и логистика
2. Др Бранислав Јеремић, редовни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Производно машинство, Индустријски инжењеринг
3. Др Данијела Тадић, редовни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Индустријски инжењеринг
4. Др Петар Тодоровић, ванредни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Производно машинство, Индустријски инжењеринг
5. Др Иван Мачужић, доцент, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Производно машинство, Индустријски инжењеринг

Комисија за одбрану докторске дисертације:

1. Др Иван Бекер, ванредни професор, Факултет техничких наука Нови Сад, научне области: Квалитет, ефективност и логистика
2. Др Бранислав Јеремић, редовни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Производно машинство, Индустријски инжењеринг
3. Др Данијела Тадић, редовни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Индустријски инжењеринг
4. Др Петар Тодоровић, ванредни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Производно машинство, Индустријски инжењеринг
5. Др Иван Мачужић, доцент, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, научне области: Производно машинство, Индустријски инжењеринг

Датум одбране дисертације:

Својој „малој“ и „великој“ породици

ПРЕДГОВОР

Динамика и сложеност пословно-производних система представљају главне препреке за примењивање одређених алата и модела за процену ризика у области безбедности и здравља на раду. Унапређени модел за процену ризика на радном месту применом теорије фази скупова и прогностике има за циљ да успостави квалитетан систем процењивања нивоа ризика, нов и потпун приступ процесу процене ризика, узимајући у обзир све факторе који имају утицаја на одређивање нивоа ризика. Услед маргинализације процеса процене ризика, минимизирања вредности добијених резултата и ниподоштавања извора квалитетних информација у процесу доношења одлука, проистекла је мотивација за овакву врсту истраживања и за рад на овој докторској дисертацији.

Неизмерну захвалност дугујем управнику Центра за теротехнологију Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, проф. др Браниславу Јеремићу који ми је омогућио да радим у веома квалитетној средини, окружен стручним људима у овој области из које је проистекла ова докторска дисертација.

Захваљујем се ментору, проф. др Данијели Тадић, на проширењу видика, начину сагледавања проблема из другог, математичког угла, неизмерној подршци и саветима током израде ове докторске дисертације.

Посебну захвалност дугујем др Ивану Мачужићу, доценту Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, који је учествовао у готово свим сегментима ове докторске дисертације. Његова стручност, знање, искуство, сугестије и подршка значајно су допринели квалитету садржаја дисертације.

Током израде одређених сегмената докторске дисертације, велику помоћ пружили су ми проф. др Петар Тодоровић и моје драге колеге из Центра за теротехнологију, којима се овом приликом захваљујем.

Захваљујем се својој супрузи Ивани на безрезервној подршци, стрпљењу и разумевању током израде и финализирања докторске дисертације, као и својој кћерки Елени за разлоге због којих је ова дисертација припремана и урађена.

Огромну захвалност дугујем својим родитељима, Јовану и Оливери, и сестри Зорани за дугогодишњу веру у моје могућности и храбрење током читавог мог живота.

РЕЗИМЕ

УНАПРЕЂЕЊЕ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА НА РАДНОМ МЕСТУ ПРИМЕНОМ ТЕОРИЈЕ ФАЗИ СКУПОВА И ПРОГНОСТИКЕ

Промена приступа процесу процене ризика јесте природна, неопходна и логична услед сложености пословно-производних система, константног технолошког развоја и динамичности окружења. Предмет изучавања ове дисертације јесте развој математички заснованог и подржаног модела за процену ризика, укључивањем дефинисаних утицајних фактора неопходних за смањивање квантитативног нивоа ризика и предикцију нивоа ризика у неком будућем временском периоду.

Дефинисањем људских, организационих и техничко-технолошких фактора постављена је база и концепт за унапређење процеса процене ризика. На основу ових фактора и припадајућих подфактора, њиховим варирањем односно оправданом и могућом допуштеном корекцијом смањује се ниво процењеног ризика. Главни осврт ове дисертације се односи на дефинисање релативних важности фактора и подфактора и њиховог односа на 25 идентификованих ризика. Важност фактора и подфактора изражава се помоћу лингвистичких променљивих чиме је умногоме олакшава процена. Квантитативна вредност унапред дефинисаних лингвистичких променљивих моделирани су троугаоним фази бројевима, а њихове тежине применом фази аналитичког хијерархијског процеса – ФАХП. На основу добијених резултата квантитативног нивоа ризика, приступа се поступку прогностике који омогућава да се у неком тренутку у блиској будућности, на основу података и информација који се поседују, одреди оријентациони ниво ризика. Имплементација мера и списак специфичних активности за унапређење система безбедности у многоме зависи од предикције могућег нивоа, у смислу да ли се ради о тренду опадања или тренду раста.

Структура пословно-производних система укључених у истраживање, а затим и за тестирање и верификовање модела су предузећа у којима је достигнут одређени ниво имплементације савременог схватања производне филозофије. Током фазе тестирања потврђене су постављене хипотезе и уочен је одређени простор за побољшања и унапређења, која су представљена у закључним разматрањима докторске дисертације.

Кључне речи: процена ризика, утицајни фактори/подфактори, теорија фази скупова, прогностика

Признање: Ова дисертација је настала као резултат истраживања на пројекту ТР 35021 који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ABSTRACT

IMPROVEMENT OF WORKPLACE RISK ASSESSMENT MODEL BASED ON FUZZY SET THEORY AND PROGNOSTICS

Changing of risk assessment approach is a natural, necessary and logical due to the complexity of the business and production systems, constant technological development and dynamic environment. Subject of this thesis is to develop a mathematically based and supported model for risk assessment, including identified and defined impact factors necessary to reduce the level of risk and, also to predict risk level in defined future period.

Defining the human, organizational and technological factors the base and concepts to improve the risk assessment process is set. Based on these factors and corresponding sub-factors, varying values to their reasonable, justified and possible correction reduce estimated risk level. The main topic of this dissertation refers to the definition of the relative importance of the factors and sub-factors and their relationship to 25 identified risks. The importance of the factors and sub-factors are expressed by linguistic variables which make evaluation much easier. The quantitative values of the predefined linguistic variables are modeled by triangular fuzzy numbers, and their weight with fuzzy analytic hierarchy process - FAHP. Based on the results of quantitative risk level, prediction process can be started, which makes it possible to, at some point in the near future based on the data and information in previous period, determine the approximate risk level. Implementation of measures and list of specific actions to improve safety system depend largely on the prediction of possible risk levels, in terms of whether it is a trend decreasing or increasing.

The structure of the business and production systems involved in research, model testing and verification are the companies which are reached a certain level of implementation of modern concepts of production philosophy (lean philosophy). During testing phase defined hypothesis are confirmed and specific areas are identified for improvement and enhancement, which are presented in the concluding remarks of this dissertation.

Key words: *risk assessment, impact factors/sub-factors, fuzzy set theory, prognostics*

Acknowledgment: *This dissertation is the result of research on the project TR 35021 funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.*

САДРЖАЈ

| | |
|--|-----------|
| 1. УВОД..... | 1 |
| 1.1 Циљ истраживања..... | 2 |
| 1.2 Теоријске основе истраживања | 3 |
| 1.3 Основне хипотезе | 5 |
| 1.4 Методе истраживања | 6 |
| 1.5 Очекивани резултати..... | 6 |
| 1.6 Садржај дисертације..... | 8 |
| 2. ПРОЦЕС ПРОЦЕНЕ РИЗИКА И СПЕЦИФИЧНОСТИ ПРИМЕНЕ..... | 11 |
| 2.1 Важност процеса процене ризика..... | 12 |
| 2.2 Основни појмови и дефиниције | 14 |
| 2.3 Критичка анализа коришћене терминологије у управљању ризиком..... | 17 |
| 2.4 Познате методе и алати у процесу процене ризика | 18 |
| 2.4.1 Аллати и методе дефинисане стандардом IEC/ISO31010..... | 18 |
| 2.4.2 Општа подела алата и метода за процену ризика | 27 |
| 2.5 Процена ризика и безбедност и здравље на раду | 32 |
| 2.5.1 Процес процене ризика у реалном окружењу | 34 |
| 2.5.2 Фактори успешности успостављања система БЗР | 36 |
| 2.5.3 Култура о безбедности и здрављу на раду | 39 |
| 2.6 Традиционални приступ процесу процене ризика..... | 41 |
| 2.7 Теорија фази скупова и прогностика у процесу процене ризика | 43 |
| 2.7.1 Теорија фази скупова | 44 |
| 2.7.2 Прогностика..... | 46 |
| 2.8 Безбедност и здравље на раду и пословно-производни системи засновани на савременим производним филозофијама | 48 |
| 2.8.1 Производња светске класе..... | 50 |
| 2.8.2 <i>Lean</i> производња | 52 |
| 3. ДЕФИНИСАЊЕ ФАКТОРА И ПОДФАКТОРА ИДЕНТИФИКАЦИЈА МОГУЋИХ РИЗИКА | 56 |
| 3.1 Идентификација фактора и подфактора | 60 |
| 3.1.1 Људски фактори | 61 |
| 3.1.2 Организациони фактори..... | 63 |
| 3.1.3 Техничко-технолошки фактори | 65 |
| 3.2 Интеракције између фактора | 66 |
| 3.2.1 Интеракција људских фактора и техничко-технолошких фактора | 67 |
| 3.2.2 Интеракција људских фактора и организационих фактора..... | 67 |
| 3.2.3 Интеракција техничко-технолошких фактора и организационих фактора..... | 68 |
| 3.3 Идентификација ризика на радном месту | 69 |

| | |
|--|------------|
| 4. МОДЕЛ ЗА КВАНТИТАТИВНО ОДРЕЂИВАЊЕ НИВОА РИЗИКА | 71 |
| 4.1 Основна разматрања о могућности повређивања као једном од чинилаца у квантитативној процени ризика | 74 |
| 4.2 Нов метод процењивања утицаја фактора и подфактора на идентификоване ризике | 75 |
| 4.3 Могућност оптимизације корекција подфактора | 77 |
| 5. НОВ ФАЗИ МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ ЗА ОЦЕНУ ФАКТОРА И ПОДФАКТОРА У ПРОЦЕНИ РИЗИКА НА РАДНОМ МЕСТУ | 78 |
| 5.1 Аналитички Хијерархијски Процес - АХП | 80 |
| 5.2 Моделирање неизвесности | 84 |
| 5.2.1 Моделирање релативне важности | 85 |
| 5.2.2 Моделирање релативне важности фактора | 86 |
| 5.2.3 Моделирање релативне важности подфактора | 86 |
| 5.3 Моделирање вредности фактора | 87 |
| 5.4 Фази Аналитички Хијерархијски Процес (ФАХП) | 88 |
| 5.5 Предложени алгоритам | 90 |
| 6. ПРОГНОСТИЧКИ ПРИСТУП У ПРОЦЕСУ ПРОЦЕНЕ РИЗИКА | 93 |
| 6.1 Прогностика и безбедност и здравље на раду | 94 |
| 6.2 Специфични елементи прогностике | 95 |
| 6.3 Алати и приступи у прогностици | 97 |
| 6.4 Прогностика принципом екстраполације | 98 |
| 6.4.1 Принцип реализације екстраполације | 99 |
| 7. АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА ... | 102 |
| 7.1 Фазе реализације унапређеног модела за процену ризика | 103 |
| 7.1.1 Фаза 1 | 103 |
| 7.1.2 Фаза 2 | 105 |
| 7.1.3 Фаза 3 | 106 |
| 7.1.4 Фаза 4 | 106 |
| 7.1.5 Фаза 5 | 107 |
| 7.1.6 Фаза 6 | 114 |
| 7.1.7 Фаза 7 | 115 |
| 7.2 Процентуални утицај корекције појединачних фактора (од 0% до 100%) и укупан утицај корекције подфактора на ниво ризика | 115 |
| 7.3 Дискусија добијених резултата могућих утицаја на ниво ризика | 117 |
| 7.4 Тестирање и анализа могућности унапређеног модела на радном месту | 119 |
| 8. ПРИМЕНА РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА НА ПРОИЗВОДНИМ ПРЕДУЗЕЋИМА | 127 |
| 8.1 Карактеристике и специфичности посматраног предузећа | 128 |
| 8.2 Тренутно стање посматраног производног предузећа | 129 |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| 8.3 Дискусија резултата | 136 |
| 9. ЗАКЉУЧАК | 139 |
| 9.1 Будући правци истраживања | 141 |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 143 |
| ДОДАТАК 1..... | 158 |
| ДОДАТАК 2..... | 160 |
| ДОДАТАК 3..... | 162 |

СПИСАК СЛИКА

| Ред. бр. | Слика број | Назив слике |
|----------|------------|--|
| 1 | Слика 1.1 | Структура дисертације |
| 2 | Слика 2.1 | Упоредни приказ резултата истраживања у Р. Србији и Европској Унији |
| 3 | Слика 2.2 | Класификација метода и алата за процену и анализу ризика |
| 4 | Слика 2.3 | Истраживање часописа из области безбедности и здравља на раду у претходној деценији |
| 5 | Слика 2.4 | Приказ заступљености алата и метода у различитим областима |
| 6 | Слика 2.5 | „Безбедна зона“ |
| 7 | Слика 2.6 | Хајнрихова пирамида безбедности |
| 8 | Слика 2.7 | Традиционални приступ процесу процене ризика |
| 9 | Слика 2.8 | Кућа WCM-а |
| 10 | Слика 2.9 | Континуално унапређење у обезбеђивању успостављања и одржање система безбедности и здравља на раду |
| 11 | Слика 2.10 | Општи модел за успостављање релације између <i>Lean-a</i> и безбедности |
| 12 | Слика 3.1 | Неопходност класификације фактора |
| 13 | Слика 5.1 | Процес структурирања управљачког проблема |
| 14 | Слика 5.2 | Дефинисана хијерархија АХП методе |
| 17 | Слика 6.1 | Поступци екстраполације и пројекције |
| 18 | Слика 6.2 | Улазни подаци за формирање екстраполационе криве |
| 19 | Слика 6.3 | Екстраполационе криве полинома различитог реда |
| 20 | Слика 7.1 | Дијаграм тока информација и вредности унапређеног модела за процену ризика |
| 21 | Слика 7.2 | Приказ корисничког интерфејса за процес квантитативног одређивања нивоа ризика |
| 22 | Слика 7.3 | Дефинисање квантитативних вредности чинилаца |
| 23 | Слика 7.4 | Одређивање тренутних вредности и корекција људских подфактора |
| 24 | Слика 7.5 | Одређивање тренутних вредности и корекција организационих фактора |
| 25 | Слика 7.6 | Одређивање тренутних вредности и корекција техничко-технолошких фактора |

| Ред. бр. | Слика број | Назив слике |
|----------|------------|---|
| 26 | Слика 7.7 | Графици могућег утицаја подфактора ЉФ1.3 и утицај на ниво ризика |
| 27 | Слика 7.8 | Комбиновани утицај подфактора ЉФ1.3 и ТТФ3.1 |
| 28 | Слика 7.9 | Предикција промене нивоа ризика (Р7) |
| 29 | Слика 7.10 | Појединачни утицај људских подфактора на ниво ризика Р24 |
| 30 | Слика 7.11 | Комбиновани утицај људских подфактора (ЉФ4 и ЉФ5, ЉФ2 и ЉФ3, ЉФ1 и ЉФ5) на ниво ризика Р24 |
| 31 | Слика 7.12 | Појединачни утицај организационих подфактора на ниво ризика Р1 |
| 32 | Слика 7.13 | Комбиновани утицај организационих подфактора (ОФ2 и ОФ5, ОФ3 и ОФ4, ОФ1, ОФ2 и ОФ5) на ниво ризика Р1 |
| 33 | Слика 7.14 | Појединачни утицај техничко-технолошких подфактора на ниво ризика Р18 |
| 34 | Слика 7.15 | Комбиновани утицај техничко-технолошких подфактора (ТТФ3 и ТТФ5, ТТФ1 и ТТФ2, ТТФ2, ТТФ4 и ТТФ5) на ниво ризика Р18 |
| 35 | Слика 7.16 | Степен аутономне деградације |
| 36 | Слика 7.17 | Приказ појединачног утицаја подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4, ОФ2.1, ОФ2.3, ОФ2.4, ТТФ3.1 и ТТФ3.5 на ниво ризика Р7 |
| 37 | Слика 7.18 | Ниво ризика Р7 у току једне године за посматрани пример |
| 38 | Слика 7.19 | Приказ појединачног утицаја подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4, ОФ2.1, ОФ2.3, ОФ2.4, ТТФ3.1 и ТТФ3.5 на ниво ризика Р14 |
| 39 | Слика 7.20 | Ниво ризика Р14 у току једне године за посматрани пример |
| 40 | Слика 7.21 | Приказ појединачног утицаја подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4, ОФ2.1, ОФ2.3, ОФ2.4, ТТФ3.1 и ТТФ3.5 на ниво ризика Р22 |
| 41 | Слика 7.22 | Ниво ризика Р22 у току једне године за посматрани пример |
| 42 | Слика 7.23 | Предикција нивоа ризика Р7 за следећи месец |
| 43 | Слика 7.24 | Предикција нивоа ризика Р14 за следећи месец |
| 44 | Слика 7.25 | Предикција нивоа ризика Р22 за следећи месец |
| 45 | Слика 8.1 | Графички приказ нивоа процењених ризика |

| Ред. бр. | Слика број | Назив слике |
|----------|------------|--|
| 46 | Слика 8.2 | Могући утицај подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4 и њихов утицај на ниво ризика |
| 47 | Слика 8.3 | Могући утицај подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4, ОФ2.3, ОФ2.4, ОФ2.5 и њихов утицај на ниво ризика |
| 48 | Слика 8.4 | Могући утицај подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4, ОФ2.3, ОФ2.4, ОФ2.5, ТТФ3.1, ТТФ 3.2 и њихов утицај на ниво ризика |
| 49 | Слика 8.5 | Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик Р22.1 |
| 50 | Слика 8.6 | Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик Р14 |
| 51 | Слика 8.7 | Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик Р16 |
| 52 | Слика 8.8 | Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик Р19 |
| 53 | Слика 8.9 | Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик Р22.2 |
| 54 | Слика 8.10 | Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик Р24.1 |
| 55 | Слика 8.11 | Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик Р24.2 |
| 56 | Слика 8.12 | Смањење нивоа ризика планираним унапређењем изабраних подфактора |
| 57 | Слика 8.13 | Смањење нивоа ризика додатним унапређењима |
| 58 | Слика 8.14 | Вредности идентификованих ризика (Р14, Р16, Р19, Р22.1, Р22.2, Р24.1, Р24.2) у дефинисаном будућем тренутку примене екстраполације |

СПИСАК ТАБЕЛА

| Ред. бр. | Табела број | Назив табеле |
|----------|-------------|---|
| 1 | Табела 2.1 | Упитник истраживања |
| 2 | Табела 2.2 | Резултати истраживања |
| 3 | Табела 2.3 | Предлог унапређења дефиниција прихваћених стандардом |
| 4 | Табела 2.4 | Критични фактори успеха при имплементацији система безбедности и здравља на раду |
| 5 | Табела 2.5 | Објашњење <i>lean</i> губитака са становишта безбедности и здравља на раду |
| 6 | Табела 3.1 | Идентификација фактора на основу перцепције проблема |
| 7 | Табела 3.2 | Људски фактори |
| 8 | Табела 3.3 | Организациони фактори |
| 9 | Табела 3.4 | Техничко-технолошки фактори |
| 10 | Табела 3.5 | Идентификовани ризици |
| 11 | Табела 4.1 | Тежина потенцијалне повреде |
| 12 | Табела 4.2 | Могућност повређивања |
| 13 | Табела 4.3 | Учесталост излагања опасностима |
| 14 | Табела 4.4 | Број изложених особа |
| 15 | Табела 4.5 | Категоризација ризика |
| 16 | Табела 4.6 | Матрица процењивања утицаја дефинисаних фактора и подфактора на идентификоване ризике |
| 17 | Табела 5.1 | Основна Сатијева скала |
| 18 | Табела 5.2 | Случајни индекс неконзистентности |
| 19 | Табела 7.1 | Процена релативног односа фактора |
| 20 | Табела 7.2 | Средња вредност релативног односа важности фактора |
| 21 | Табела 7.3 | Важност подфактора |
| 22 | Табела 7.4 | Агрегирана вредност тежине релативне важности подфактора |
| 23 | Табела 7.5 | Отежана агрегирана вредност подфактора, ранг и мера веровања |
| 24 | Табела 7.6 | Тренутне вредности, нормализоване вредности и вредност ризика |
| 25 | Табела 7.7 | Три типа подфактора са аспекта природе утицаја на ниво ризика |
| 26 | Табела 7.8 | Тренутне вредности подфактора разматраног примера |
| 27 | Табела 7.9 | Унапређење подфактора |
| 2 | Табела 8.1 | Тренутне вредности подфактора |

ПРЕГЛЕД КОРИШЋЕНИХ СКРАЋЕНИЦА И СТРАНИХ РЕЧИ И ИЗРАЗА

| | | |
|--------------|----------|--|
| C.I. | енглески | <i>Consistency Index – Индекс конзистентности</i> |
| C.R. | енглески | <i>Consistency Ratio – Степен конзистентности</i> |
| CREA | енглески | <i>Clinical Risk and Error Analysis method - Метод за анализу грешке и ризика у медицини</i> |
| DMRA | енглески | <i>Decision matrix risk-assessment - Метода одлучивања процене ризика помоћу матрице</i> |
| FMEA | енглески | <i>Failure modes and effects analysis - Анализа начина отказа и последица</i> |
| HACCP | енглески | <i>Hazard analysis and critical control points - Анализа опасности и критичне контролне тачке</i> |
| HAZOP | енглески | <i>Hazard and Operability Study - Студија опасности и оперативности (ХАЗОП)</i> |
| HEAT | енглески | <i>Human Error Analysis Techniques - Метода за анализу грешке човека</i> |
| HFEA | енглески | <i>Human Factor Event Analysis - анализа догађаја проузрокована људским фактором</i> |
| LOPA | енглески | <i>Layers of protection analysis - Анализа заштитних нивоа</i> |
| MADM | енглески | <i>Multi Attribute Decision Making - Вишеатрибутивно одлучивање</i> |
| MCDA | енглески | <i>Multi-criteria decision analysis - Анализа вишекритеријумског одлучивања</i> |
| MCDM | енглески | <i>Multi Criteria Decision Making – Вишекритеријумско одлучивање</i> |
| MODM | енглески | <i>Multi Objective Decision Making - Вишециљно одлучивање</i> |
| PEA | енглески | <i>Predictive, Epistemic Approach - Предиктивни, епистемолошки прилаз</i> |
| PRAT | енглески | <i>Proportional risk-assessment - Метода пропорционалне процене ризика</i> |
| QADS | енглески | <i>Quantitative assessment of domino scenarios - Квантитативна процена сценарија са домино ефектом</i> |
| QRA | енглески | <i>Quantitative Risk-Assessment tool - Квантитативна процена ризика</i> |
| R.I. | енглески | <i>Random Inconsistency Index – Случајни индекс неконзистентности</i> |
| STEP | енглески | <i>Sequentially Timed Event Plotting - Метода парцијалног бележења времена догађаја</i> |
| WCM | енглески | <i>World Class Manufacturing – Производња светске класе</i> |
| WRA | енглески | <i>Weighted risk analysis - Анализа ризика са факторима отежавања</i> |
| АХП | српски | <i>Аналитички Хијерархијски Процес – Analytic Hierarchy Process АНП</i> |
| БЗР | српски | <i>Безбедност и Здравље на Раду</i> |

| | | |
|--------------|--------|--|
| БО | српски | <i>Број изложених особа</i> |
| ГА | српски | <i>Генетски алгоритми - Genetic Algorithm - GA</i> |
| ЕАБЗР | српски | <i>Европска Агенција за Безбедност и Здравље на Раду – European Agency for Safety and Health at work</i> |
| ЉФ | српски | <i>Људски фактори</i> |
| МП | српски | <i>Могућност повређивања</i> |
| ОФ | српски | <i>Организациони фактори</i> |
| ПВМД | српски | <i>Процењено Време до Манифестовања Догађаја</i> |
| ТП | српски | <i>Тежина потенцијалне повреде</i> |
| ТТФ | српски | <i>Техничко-технолошки фактори</i> |
| ТФС | српски | <i>Теорија Фази Скупова</i> |
| УИ | српски | <i>Учесталост излагања опасностима</i> |
| ФАХП | српски | <i>Фази Аналитички Хијерархијски Процес – Fuzzy Analytic Hierarchy Process</i> |

1

УВОД

У време финансијског колапса и повећања броја повреда на раду, кључни акценат се ставља на концепт управљања ризицима. Управо због те чињенице концепт управљања ризицима ставља се у први план да би се избегао велики број проблема изазваних различитим догађајима. Иако је овај концепт константно присутан и инкорпориран у различите хијерархијске нивое, увек постоји потреба за знатно виши ниво, посебно уколико дође до одређених нежељених појава или ситуација. Због учесталог напретка технологија на свим пољима, новонасталим индустријским постројењима, великих промена на друштвеном, економском и демографском пољу, као и радне снаге различитог профила, годишта и пола, која непрестано циркулише, промена приступа приликом спровођења процена ризика у односу на традиционалан прилаз јесте природна и неопходна.

Елиминисање настајања нежељених и непланираних догађаја мора бити узроковано потпуним схватањем тих догађаја и какве последице могу настати. Деловање последица не може се ограничити и могу бити тако распрострањене да обухвате области и целине које се нису узимале у разматрање. Несумњиво је да догађаји са последицама наносе велики финансијски губитак, али да укупна висина таквих трошкова није позната просечном запосленом. Познавање природе последица представља суштину њиховог смањења, као и континуалну жељу за њихову потпуну елиминацију. Разноврсност последица огледа се у њиховом свеобухватном негативном деловању на жртву непланираног и нежељеног догађаја, његову породицу, колеге, надређене, као и на морал свих запослених и пословање предузећа [205].

Сваких неколико минута у Европи неко изгуби живот обављајући своје радне обавезе. Сваки десети запослени се повреди на послу, док остали одлазе на боловање због стреса, преоптерећења на послу, проблема са мишићно-коштаним системом или због неког другог вида повреда у вези са радом. Приликом повреде на радном месту многи занемарују неколико других важних елемената које је потребно узети у обзир. Уколико се изузме морални фактор, повреде и изостанци са посла утичу на систем здравствене заштите и на производни процес генерално.

Процена ризика представља основу за успешно спровођење концепта управљања безбедности и здравља на раду. Такође, процена ризика представља кључни процес за смањивање повреда на раду и професионалних болести. Уколико се имплементира и успостави на одговарајући, прописани начин, безбедност на радном месту биће значајно унапређена као и генерално читав процес пословно-производног система [23]. Осим тога, економски фактор није занемарљив, јер земље које немају развијен систем безбедности и здравља на раду или га у потпуности занемарују, троше знатно већи проценат бруто домаћег производа. За поређење према изворима Европске агенције за безбедност и здравље на раду (ЕАБЗР) у Латинској Америци тај проценат је око 10 док је у Европској Унији 3 до 4 пута мањи [26].

Званично, сваки послодавац има обавезу да обезбеди сваком свом раднику такве услове за рад да не угрози њихове животе и здравље. Европска директива 89/391/ЕЕС додељује процесу процене ризика кључну улогу и прописује основне обавезујуће смернице које послодавци морају да поштују, примењују и спроводе. То значи да је процена ризика постала законски регулисана, а самим тим постала је и обавезујућа. Сличан систем функционисања је и у Републици Србији. Област безбедности и здравља на раду јесте утемељена у закону о раду [24] и закону о безбедности и здрављу на раду [25].

Ступањем на снагу 2005. године Закона о безбедности и здрављу на раду, од сваког правног система односно правног лица захтевано је да спроведе процес процене ризика и имплементира, уколико је потребно, неопходне мере за побољшање. Од послодавца се захтева да у што краћем року спроведе ову врсту активности, како би се редуковао значајно повећан број нежељених и непланираних догађаја на радном месту. Процес процене ризика је морао да обухвати, не само уређаје, опрему и остала средства за рад која су у данашње време достигла значајан ниво безбедности, већ радно место гледано у најширем могућем оквиру. Обезбеђивање и финансирање нове опреме са савременим системима заштите су далеко од реалности тј. од могућности да их многа предузећа приуште, осим оних светски и глобално познатих и успешних. С тога, неопходно је да се идентификују све врсте и типови активности које се спроводе приликом извршавања радних задатака. Сви небезбедни поступци и небезбедни услови унутар предузећа имају утицај на настанак нежељених и непланираних догађаја.

На безбедност и здравље на раду утичу многобројни фактори, појединачно или истовремено, што би могло да се посматра као функционална зависност од већег броја фактора. Реални проблеми, као што је напоменуто у прегледу литературе и досадашњих достигнућа, могу се на значајно бољи и подеснији начин представити помоћу фази бројева уместо целобројних вредности како би се ризик оценио.

1.1 Циљ истраживања

Значај ове докторске дисертације се огледа у актуелности проблематике и области којој припада. С тога, спровођење процеса процене ризика у сложеним и савременим пословно-производним системима је специјално орјентисана ка побољшању и унапређењу безбедности како запослених тако и самих техничких

система. Сваки пословно-производни систем који свој имплементирани концепт управљања ризиком заснива на примени предложених напредних модела процене ризика, подиже ниво своје организације на сасвим један виши, научно утемељен ниво.

Основни циљ ове докторске дисертације јесте да се помоћу савремених научних метода унапреди објективност процеса процене ризика. Унапређење се огледа и у делу прогностике, који на основу података из прошлости и тренда њихове промене може утврдити, са великом тачношћу, могућу вредност нивоа ризика у одређеном тренутку у будућности. На основу тих података може да се одреди промена нивоа могућности појаве нежељених и непланираних догађаја, односно да ли ниво ризика опада или расте.

Остваривање дефинисаног циља ове докторске дисертације реализује се кроз следеће парцијалне циљеве:

- Дефинисање карактеристичних фактора и подфактора у пословно-производном систему, као и њихове структуре. У ту сврху, такође, је неопходно идентификовати и групу ризика за које ће се спровести процес процене ризика.
- Релативна важност фактора и подфактора задата је помоћу матрица парова поређења. Одређивање елемената матрица парова поређења релативног односа важности фактора и подфактора постављен је као проблем групног одлучивања. Сваки члан менаџмент тима помоћу унапред дефинисаних лингвистичких исказа процењује релативан однос важности сваког пара фактора и подфактора. Ови лингвистички искази су моделирани троугаоним фази бројевима. Домени ових троугаоних фази бројева дефинисани су у скупу реалних бројева на Сатијевој скали мера. Троугаона функција расподеле могућности на довољно добар начин описује расподелу могућности, а са друге стране обезбеђује једноставност рачунања.
- Рангирање идентификованих фактора и подфактора у дефинисаном двонивојском хијерархијском систему извршено је помоћу фази Аналитичког Хијерархијског Процеса (ФАХП).
- Анализа могућности процене будућег нивоа процеса процене ризика на основу промене тренда фактора и подфактора помоћу доступних прогностичких алата.
- Развијени модел је верификован на подацима који су прикупљени из пословно-производних система који функционишу у реалном неизвесном окружењу и у којима су имплементирани један или више елемената савремених производних филозофија.

1.2 Теоријске основе истраживања

Последњих деценија у научној литератури и у пракси користе се термини ризик, процена ризика и управљање ризиком. Без обзира на снагу (финансијску, статусну, друштвену, итд.) пословно-производни системи морају да буду флексибилни, односно морају да се прилагођавају променама које се брзо и често дешавају на светском тржишту. У том смислу, од менаџмента пословно-производног система захтева се да

предузима превентивне, а у модерном схватању концепта савремених производних филозофија и проактивне мере које доводе до елиминисања опасности и штетности и смањења ризика. Решење постављеног проблема се добија применом метода за идентификацију, анализу и оцену ризика, који представљају три најважнија корака у управљању ризицима.

Различити типови ризика разматрају се у великом броју научних области и проблема из праксе. Без обзира на свеprisутност у потпуно различитим областима, постоји читав низ супротних схватања и разумевања појма ризик и целокупног концепта управљања ризицима. Проблематика концепта управљања ризиком утолико добија на тежини и значају у времену брзог и непрекидног унапређења и развоја технологија. Узимајући у обзир све позитивне и негативне стране овакве динамике унапређења, потребно је пронаћи начине за што боља решења унутар концепта управљања ризицима.

Даљи развој и истраживања у области безбедности и здравља на раду потребно је тражити изван традиционалних принципа применом новог савременијег приступа. Промена приступа је природна и неопходна, која представља императив сваког савременог пословно-производног система, без обзира на његову величину и значај. На тај начин производно-пословни системи прилагођавају своју пословну стратегију новим условима и трендовима које диктира тржиште и окружење. Често би те промене биле стратешке и суштинске, и обухватале су спровођење корених промена, како у техничком и организационом смислу, тако и у погледу измене пословне филозофије. Многобројни фактори који утичу на радно место и радну околину се константно мењају и због тога их је неопходно пратити. Њиховим идентификовањем и праћењем уочавају се и разматрају сви могући потенцијални проблеми који би могли да настану и какав би утицај имали на радно место. На тај начин процес процене ризика потпомаже и додаје значајан допринос процесу одлучивања, као и резултатима и спроведеним мерама проистеклим из тих одлука [217].

Главна карактеристика савремених пословно-производних система јесте њихова сложеност. Сложеност се заснива на новим начелима, принципима организовања и процесима рада уз повећање употребе аутоматизованих средстава за рад, а све у циљу повећања профита, повећања ефикасности производње и безбедности запослених. Отуда је знатно теже досегнути ниво одрживости одређеног концепта или стандардизације, што доводи до потребе за развојем нових приступа и решења за несметано функционисање пословно-производних система.

Како се окружење брзо и непрекидно мења, може да се каже да пословно-производни системи егзистирају у неизвесном окружењу. То значи да многе променљиве које егзистирају у разматраном проблему није могуће описати прецизним бројевима. Ове променљиве се називају лингвистичке променљиве. Термин лингвистичка променљива означава променљиву чије вредности су приказане лингвистичким исказима. Развој теорија математике, пре свега теорије фази скупова (ТФС) омогућио је да се ове променљиве довољно добро квантитативно опишу помоћу фази скупова. Избор овог математичког алата заснован је на доказима да ТФС боље од осталих математичких теорија описује лингвистичке исказе и да може да симулира људски начин размишљања у процесу одлучивања у присуству непрецизних, апроксимативних и нејасних података.

Поред најзаступљенијих типова (квантитативне и квалитативне) процене ризика [124] који се најчешће користе у концепту управљања ризиком, потребно је да се дефинишу и оквири на којима ће се базирати процес процене ризика у зависности од врсте и сложености проблема. Неопходно је дефинисати:

- 1) избор одговарајућих променљивих (параметара, фактора) и
- 2) избор одговарајуће технике (методе, алата) за моделовање.

Према ауторима у [51] постоји јако велики број типова променљивих и метода који могу послужити као стабилна основа за адекватну процену ризика. У истом литературном извору дат је преглед литературе у којима се описују и објашњавају најкарактеристичнији и најкоришћенији параметри и методе неопходних за процес процене ризика.

1.3 Основне хипотезе

Основне хипотезе од којих се полази при раду на докторској дисертацији:

Хипотеза 1.

- Процена ризика као најзначајнија активност процеса смањења нежељених и непланираних догађаја, које за последицу имају различите типове повреда на раду, неопходно је унапредити и прилагодити захтевима сложених пословно-производних система у којима се примењују савремени концепти управљања и који послују у променљивом неизвесном окружењу.

Хипотеза 2.

- Могуће је идентификовати основне групе утицајних фактора и подфактора унутар сваке групе фактора, односно могуће је одредити хијерархијску структуру утицајних фактора. Важност идентификације и дефинисања фактора и подфактора омогућује смањење ризика до одређеног нивоа који ће се сматрати довољним за одређени односно дефинисани временски период.

Хипотеза 3.

- Реалативан однос важности идентификованих фактора и подфактора могуће је описати помоћу унапред дефинисаних лингвистичких исказа који су моделирани троугаоним фази бројевима. Вектори тежине фактора и подфактора могуће је одредити применом фази аналитичког хијерархијског процеса. Оваквим приступом могуће је обезбедити одређени ниво објективности у процесу процене ризика, који умногоме зависи од субјективног сагледавања проблема и оцењивања идентификованих ризика за конкретно радно место.

Хипотеза 4.

- Ниво утицаја идентификованих фактора и подфактора на исход процеса процене ризика могуће је одредити на егзактан начин. Свако решење добијено егзактним путем мање је оптерећено субјективним проценама менаџмент тима, па самим тим може сматрати да је тачније. Утицај на процес процене ризика

манифестоваће се променом односно варирањем нивоа могућности повређивања, јединог променљивог члана функције који је одређен основном дефиницијом ризика. Овај модел процене ризика има велики значај, не само због важности области коју покрива, већ и због чињенице да се може применити на готово све савремене пословно-производне системе.

Хипотеза 5.

- Имплементацијом прогностичких алата у процес процене ризика могуће је одредити утицај фактора и подфактора на систем у будућем периоду. Оваквим приступом обезбедиће се максимална проактивност процесу процене ризика и читавом концепту безбедности и здравља на раду.

1.4 Методе истраживања

Методе које ће се користити у истраживању током израде докторске дисертације кандидата су:

- Методе научног прикупљања података из пословно-производних система (метода анкете, метода интервјуа, прикупљање и анализа података из евиденције, *brainstorming*).
- Метода моделирања неизвесних и непрецизних величина заснована на теорији фази скупова.
- Метод фази средње вредности.
- Фази АХП, за израчунавање тежине фактора.
- Метод за поређење фази бројева.
- Метода рачунарских симулација, базира се на програмском пакету за нумеричке прорачуне у циљу верификације унапређеног модела за процену ризика.

1.5 Очекивани резултати

Потреба за новим моделима процене ризика и модела за очување безбедности и здравља на раду генерално је очигледна и неопходна. Начини и принципи како рада тако и конструисања и дизајна савремених пословно-производних система значајно се разликују него у прошлом миленијуму. Сложеност и динамика истих је на далеко вишем и значајнијем нивоу. Границе испуњавања захтева постојећих модела у области безбедности и здравља на раду значајно су пренапрегнуте. Промене које се јављају и које представљају основ и неопходност за увођење нових модела су [64]:

- веома брз темпо развоја технологија,
- промена природе нежељених и непланираних догађаја,
- нови типови опасности,
- сложеност утицаја нежељених и непланираних догађаја,
- сложеност система,
- сложеност веза између човека и система/организације/машина,
- промена погледа на безбедност и здравље на раду,

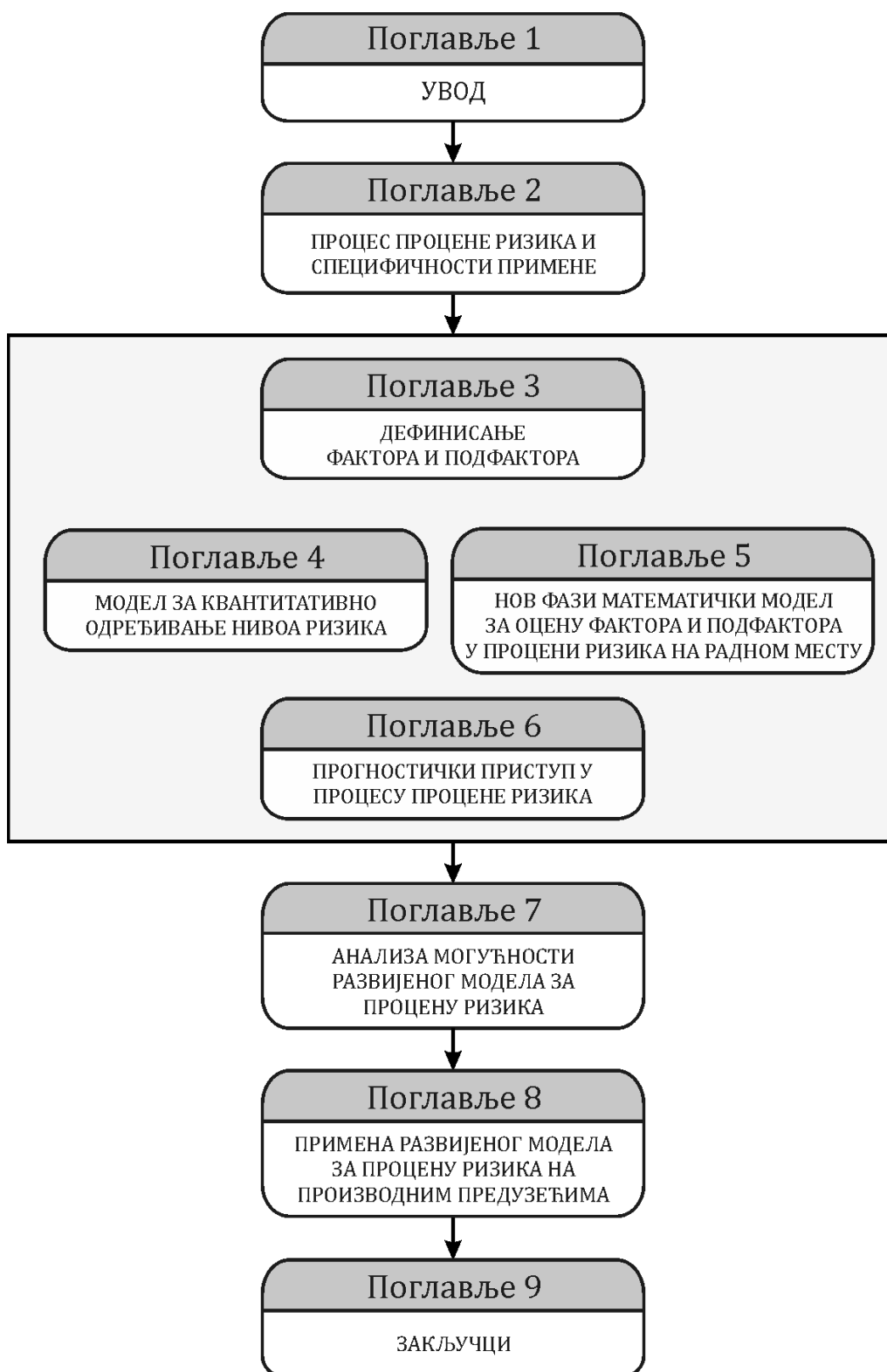
- законске измене у области безбедности и здравља на раду.

Реализацијом предвиђених истраживања у оквиру ове докторске дисертације очекује се одређени тип резултата, који представљају допринос ове дисертације:

- 1) Идентификација фактора и подфактора који имају највише утицаја на унапређење процеса процене ризика. Поред идентификације, јако важан аспект јесте дефинисање њиховог утицаја на дефинисане ризике.
- 2) Формирање матрице за приказ нове методе процењивања утицаја фактора и подфактора на идентификоване ризике и представља кључни аспект унапређеног модела за процену ризика.
- 3) Показано је да одређивање релативног односа важности идентификованих фактора и подфактора могу да се поставе као задаци групног одлучивања.
- 4) Оцене релативног односа важности фактора и подфактора и процене њихових вредности извршена је од стране сваког доносиоца одлуке. Ближе људском начину размишљања је да доносиоци одлука своје ставове исказују помоћу лингвистичких израза, што теорија фази скупова пружа могућност да се све неизвесности адекватно квантитативно опишу.
- 5) Вредности релативног односа важности фактора и подфактора представљају улазне податке за проблеме рангирања и проблем унапређења процеса процене ризика. Вредности фактора и подфактора које су добијене на егзактан начин имају велики утицај на решење проблема рангирања и проблема процене ризика.
- 6) Дефинисани модел за процену ризика може се применити на пословно-производне системе без обзира на величину, организационе, технолошке и социјалне специфичности. Суштина унапређеног модела јесте могућност смањивања нивоа процењеног ризика манипулацијом идентификованих фактора и подфактора.
- 7) Применом метода прогностике може да се одреди промена нивоа ризика у будућим временским периодима. Имајући у виду да ризик има динамички карактер, развијени модел пружа могућност да се на основу тренда прати промена нивоа (повећавање/смањивање) ризика у неком будућем временском периоду.

1.6 Садржај дисертације

Графички приказ садржаја докторске дисертације приказан је на слици 1.1.



Слика 1.1 – Структура дисертације

У уводном поглављу укратко је објашњена важност спровођења процена ризика и улога у савременом пословно-производном систему. У овом поглављу детаљно је појашњен предмет и главни циљ дисертације на основу којих су постављене теоријске основе истраживања и значај решавања дефинисаног проблема. Постављене су полазне хипотезе. Такође дат је приказ метода истраживања које ће се примењивати у истраживању. На крају овог поглавља дата је структура дисертације по поглављима.

У другом поглављу разматрана је теоријска основа за научно истраживање. Јасно су дефинисани основни појмови и термини за схватање читавог процеса процене ризика, као и критички осврт на постојеће дефиниције и посебне делове у спровођењу процена ризика. У овом поглављу дат је детаљан преглед литературе у области безбедности и здравља на раду, који се специфично односи на основне методе и алате у процесу процене ризика, факторе који значајно доприносе успешности спровођењу процена и њихово место у реалном окружењу. Такође, детаљно је описан традиционалан приступ процесу процене ризика и постављене теоријске основе за унапређење процена применом теорије фази скупова и прогностике.

У трећем поглављу, дефинисани су фактори и подфактори који могу да доведу до настајање једне или више врста ризика. Идентификована су три фактора. Унутар сваког фактора идентификовано је по пет подфактора. Детаљно је описана њихова важност у истраживању. У овом поглављу дат је преглед идентификованих ризика који могу да се јаве у производно-пословним системима.

У четвртном поглављу детаљно је описан модел за квантитативну процену ризика на радном месту. Такође, представљен је нов метод процењивања утицаја дефинисаних фактора и подфактора на идентификоване ризике.

У петом поглављу, релативне важности фактора и релативне важности подфактора моделиране су применом теорије фази скупова. Одређивање релативне важности ових променљивих постављено је као проблем фази групног одлучивања. Метода средње фази вредности коришћене је као метода агрегације. Може се претпоставити да сви доносиоци одлука имају исту важност и да своје ставове исказују помоћу унапред дефинисаних лингвистичких исказа тако да је оправдано да агрегацију мишљења доносиоца одлука може да се одреди применом коришћене методе. Конструисана је фази матрица релативног односа важности фактора ризика. Применом АХП методе добијене су тежине фактора ризика које су описане прецизним бројевима. Релативна важност подфактора унутар сваког фактора добијена је применом методе директне процене. Треба напоменути да важности подфактора и фактора одређени су са респектовањем свих предузећа. Добијене вредности се не мењају током унапред дефинисаног временског периода. Агрерирана вредност тежине сваког подфактора зависи од процењене вредности подфактора и израчунате вредности фактора коме тај подфактор припада. Ове вредности добијају се применом фази алгебре. У овом поглављу приказан је поступак моделирања тренутних вредности подфактора које је засновано на процени експерата. Приказан је алгоритам за одређивање агрерина вредности тежина подфактора. На основу израчунатих вредности могуће је одредити који подфактор има највећи утицај на настајање ризика. Такође, могуће је одредити меру веровања да подфактор који се налази на првом месту може да има највећи утицај на настајање ризика.

У шестом поглављу описан је прогностички приступ у област безбедности и здравља на раду који представља приступ за унапређење процеса процене ризика. Представљен је стандард на коме се заснива прогностика и могућности примене на област безбедности и здравља на раду. У потпуности су дефинисани елементи и приступи прогностици. Дефинисан је принцип екстраполације који је коришћен као метод прогностике у овој докторској дисертацији.

У седмом поглављу детаљно су представљене могућности развијеног модела за процену ризика, уз детаљан опис примене и фаза реализације унапређеног модела за процену ризика на радном месту.

У осмом поглављу, на основу улазних података, добијених резултата и детаљне анализе истих, извршена је верификација модела у производном предузећу које егзистира у реалном окружењу. Детаљно су дискутовани добијени резултати испитивања за изабрано радно место пословно-производног система, уз предлог даљих могућих унапређења односно смањења нивоа ризика.

У деветом поглављу сублимирана су закључна разматрања и могући даљи правци истраживања у будућем периоду у овој области.

На крају докторске дисертације дат је преглед коришћених литературних извора.

У Додатку 1 дате су основне дефиниције теорије фази скупова које треба да омогуће лаше разумевање предложеног модела. У Додатку 2 дат је приказ методе за поређење фази бројева. У додатку 3 дат је приказ релативних важности подфактора за све идентификоване ризике од стране тима експерата.

2

ПРОЦЕС ПРОЦЕНЕ РИЗИКА И СПЕЦИФИЧНОСТИ ПРИМЕНЕ

Читав концепт Безбедности и здравља на раду (БЗР) у Европској Унији обухвата прописивање мера превенције заснован на процесу процене ризика за сваки идентификован ризик [44]. С тим у вези, процес процене ризика представља основу целокупном приступу области безбедности и здравља на раду. Уколико се процена ризика не спроведе на задовољавајући начин или се уопште не спроведе, мало је вероватно да ће се превентивне мере прописати и имплементирати на неопходним местима. Повреде и болести запослених на раду представљају велики како финансијски (трошкови проузроковани смањењем производње, трошкови администрације, трошкови осигурања, болнички трошкови) тако и морално-друштвени губитак (смрт, тешке повреде, губитак члана породице, прерани одлазак у пензију, итд).

Процес процене ризика базира се на статистичким подацима, али оно што је важно напоменути јесте да се иза те статистике налазе људски животи. Сваког дана 14 радника у Европској Унији страда од последица задобијених на свом радном месту, што би износило више од 5000 смртних случајева на годишњем нивоу [37]. Слична ситуација је и у Сједињеним Америчким Државама [38]. Узимајући лакше повреде, број се вртоглаво повећава на више милиона радно способних људи који остану код куће више од 3 радна дана због неке врсте повреде или обољења задобијених на радном месту [39]. Европска Унија је направила смернице и груписала своје напоре на три главна циља побољшавања стања у области безбедности и здравља на раду. Према подацима у чланицама Европске Уније јако велики број предузећа, а нарочито малих и средњих предузећа није спровео нити започео процес процене ризика. Међутим, процес процене ризика најчешће је урађен и спроведен да би задовољио форму и прошао контролу надлежних инспектора у области БЗР. Према томе, потребно је подићи ниво квалитета процене ризика на виши ниво, укључујући редовну ревизију истих. Последњи и најважнији циљ јесте размена искустава и конципирања модела

добрих пракси како би се олакшало спровођење и смањила сложеност процеса процене ризика на најнижи могући ниво. На основу добијених резултата процеса процене ризика потребно је одлучити о стратегији управљања идентификованих ризика и при томе треба водити рачуна о основним принципима превенције (смањивање нивоа ризика, решавање проблема на извору, заменити опасно са неопасним или мање опасним, прилагодити радни процес запосленом итд).

2.1 Важност процеса процене ризика

Процес процене ризика представља важну карику у ланцу концепта управљања безбедности и здравља на раду. Овакав став добија своју потврду на нивоу Европске Уније, спровођењем активне и интензивне кампање током 2008. и 2009. године. Кампања је имала за циљ промоцију и подизање свести о процени ризика као саставни део управљања пословањем, са потпуно дефинисаном методологијом за адекватно и систематско спровођење. Промоција и подизање свести односили су се на законске одредбе и обавезе послодаваца, али и на максимално упрошћавање разумевања процене ризика у смислу значајно лакшег спровођења, односно процес процене ризика није неопходно да буде компликован и бирократски захтеван.

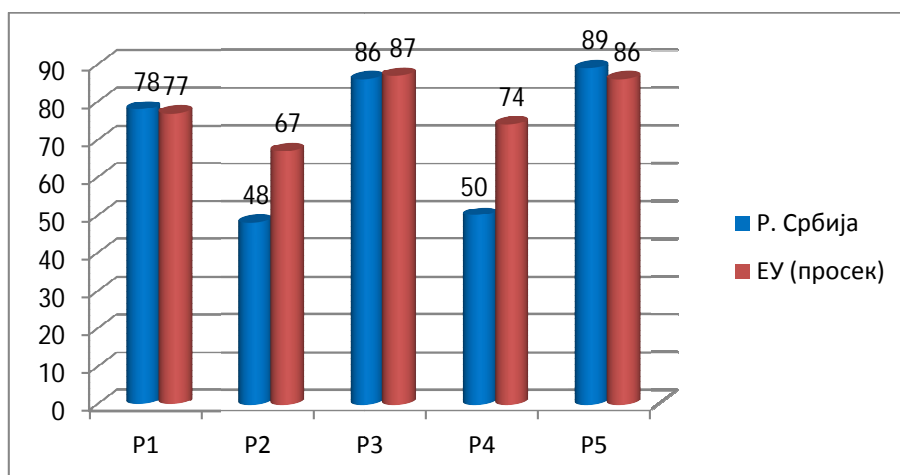
Такође, важност процеса процене ризика заснована је и на извештају Европске агенције за безбедност и здравље на раду (ЕАБЗР). Крајем 2011. и почетком 2012. године, ЕАБЗР је покренула свеобухватни преглед стања безбедности и здравља на раду који је обухватио 36 европских земаља са укупно 35.540 испитаника [27]. Преглед стања је конципиран као интервју који се водио са испитаницима на различите начине, телефоном, непосредним контактом или употребом савремених технологија комуникација. У истраживању су учествовале и земље које нису у саставу Европске Уније (Норвешка, Луксембург и Исланд), као и земље које се сматрају кандидатима или потенцијалним кандидатима за улазак у Европску Унију. Истраживањем је обухваћена и Република Србија. Питања у оквиру упитника, резултати, као и поређење резултата у Р. Србији са просеком у Европској Унији дати су у табелама 2.1 и 2.2 и на слици 2.1:

Табела 2.1 – Упитник истраживања

| <i>Ред. бр.</i> | <i>Питање</i> |
|-----------------|--|
| <i>П1</i> | Сматрате ли да ће се број људи у Вашој земљи, који пате од стреса повезаног с послом повећати, смањити или остати исти у следећих пет година? |
| <i>П2</i> | Да ли сматрате да сте веома добро или добро обавештени о ризицима који имају утицај на безбедност и здравље на радном месту. |
| <i>П3</i> | Каква су Ваша размишљања, да ли и колико су важне добре здравствене и мере безбедности, како би људи радили дуже пре одласка у пензију? |
| <i>П4</i> | Када бисте се свом надређеном жалили о здравственом и проблему безбедности на вашем радном месту, колико сте уверени да би се тај проблем узео у разматрање? |
| <i>П5</i> | Да ли је потребно да се поштују мере о безбедности и здрављу на радним местима како би Ваша земља била економски конкурентна? |

Табела 2.2 – Резултати истраживања

| Ред. бр. | Резултати |
|-----------|---|
| P1 | Скоро четири од пет испитаника (78%) сматра да ће се број људи који пате од стреса повезаног са послом увећати, а више од половине (54%) да ће се знатно повећати. Резултат у Р. Србији представља ниво просека у Европској Унији (77%). |
| P2 | Око половине (48%) испитаника сматра да је добро или веома добро информисано. Такође, око половине испитаника сматра да је лоше обавештено, од којих једна трећина не поседује готово никакве информације. Овај резултат је за трећину мањи у Р. Србији него у Европској Унији (67%). |
| P3 | Скоро девет од десет испитаника (86%) сматра да је важно да се спроводе добре здравствене и мере безбедности како би били дуже радно способни. Чак 70% сматра да је веома важно спровођење ових мера. Што се тиче овог питања, Р. Србија се налази на нивоу просека Европској Унији (87%). |
| P4 | Половина испитаника сматра да би се њихов здравствени и/или проблем безбедности узео у разматрање уколико би се пожалили својим надређенима. У поређењу са Европском Унијом већи проценат испитаника (74%) је сигурно у решавање њиховог проблема. |
| P5 | Девет од десет испитаника (89%) сматра да се поштовањем мера о безбедности и здрављу на радним местима да би била економски конкурентна земља, чак две трећине (65%) се у потпуности слаже. По овом питању укупно гледано испитаници у Р. Србији су у нивоу (чак и нешто изнад) просека Европске Уније (86%). |



Слика 2.1 – Упоредни приказ резултата истраживања у Р. Србији и Европској Унији

Према резултатима спроведене анкете и на основу извештаја који је проистекао као последица веома детаљне анализе, може се закључити да је област БЗР и све што се односи на подизање свести и очување културе БЗР неутуђиви део читавог процеса пословања. Једино, као променљиви фактор, варира време које се одређује за активности које проистичу као последица планирања читавог процеса БЗР. Количина

времена која би се предодредила за ову врсту активности зависи од величине предузећа. Предузећа од 100 до 500 запослених одвајају од 20-25% радног времена, док предузећа од 500 до 1000 запослених одвајају од 25% па до чак 35% радног времена за активности везане за решавање проблема и унапређења система БЗР у сваком смислу [204]. Овом констатацијом се само потврђује да уколико се уложе јако велика средства, ресурси, време и жеља да се успе у одређеној грани индустрије ништа се не препушта случају.

Други важан закључак већ поменутог извештаја [204] јесте постојање веома малог броја оних који поседују посебна материјална средства за активности која се тичу БЗР. Чак и да постоје такве категорије у буџетима предузећа, они су јако мали у поређењу са осталим категоријама. Овај недостатак односно непостојање засебног буџета јесте узрок за забринутост. Мада, оваква ситуација јесте и делимично разумљива имајући у виду опстанак предузећа на светском тржишту. У спреси са неопходним мерама за максимално смањивање трошкова и губитака, читава ситуација добија на значају, јер чак и најбољи и најдетаљнији планови и активности за спровођење унапређења нису довољни. Овакав сплет околности за последицу има појаву нежељених ризика, непотребних повреда на раду, смањење продуктивности, законске казне, привлачење медијске пажње и лошу рекламу предузећа.

2.2 Основни појмови и дефиниције

Термин ризик први пут појављује се у средњовековној Грчкој у XII веку. Важност овог термина се огледа у његовом константном коришћењу кроз векове на различитим поднебљима различитих култура и језика [17].

Термин ризик се појављује у широком дијапазону области и незаобилазан је фактор чије идентификовање, анализа и оцена неопходна за правилно функционисање сваког пословно-производног система. Ризик се појављује у више различитих форми у различитим деловима индустрије. Финансијски ризик је повезан са варијабилношћу повраћаја уложеног капитала. Ризик који се јавља приликом инвестирања је повезан са разликама у процењивању и учинку појединачних предузећа, сектора или индустрије уопште. Пројектни ризици представљају вероватноћу и последицу неиспуњавања постављених циљева, као што су распоред, трошкови и перформансе. Безбедоносни ризици засновани су на губицима проузроковани непријатељским актом. Професионални ризици представљају ризике на радном месту, изазвани опасностима и штетностима [161]. Такође, ови ризици нису аутономни већ утичу и на остале делове организационих целина. Из претходног уочава се јако велики број различитих типова ризика. Ова докторска дисертација се базира на ризицима који су, као последица настали идентификацијом опасности и штетности на радном месту, тј. односе се на безбедност и здравље радника на радном месту.

У [17] дата је детаљнија подела која обухвата поделу према дисциплинама: статистичка анализа, токсикологија/епидемиологија, анализа ризика заснована на вероватноћи, економски ризик, психолошки ризик, друштвене и културолошке теорије о ризику. Док у [18] прави се разлика између логике и математике, науке и медицине, друштвених наука, историје и хуманистичких наука, религије и психологије. Оваква класификација дефинише различите погледе и како је термин ризик дефинисан у

различитим областима. Врло често се среће да се приликом управљања ризиком користи само једна категорија из поменутих класификација при чему би требало узети у обзир и разматрање више различитих ризика уз употребу концепта лингвистичких описа. Приликом посматрања ризика неопходно је имати на уму да ризици нису независни, већ постоји међусобна зависност, јер један ризик може утицати на више параметара и то најчешће на финансијске ресурсе, распоред, поузданост и безбедност.

Кључна чињеница када се говори о ризицима јесте да утврђена и/или свеобухватна дефиниција ризика није позната [11]. Постоји читав низ различитих тумачења термина ризик у литератури и то као последица различите перцепције и примене истог. Неке дефиниције су везане за вероватноћу, могућност, шансу или очекивани исход, затим неке се односе на нежељене и непланиране догађаје и опасности, а неке су засноване на неизвесности. У [12] и [13] дата су детаљна објашњења о предностима и манама наведених концепата дефинисања термина ризик. Оно што је значајно у овим публикацијама, али и за рад на овој дисертацији јесте да у оквиру ових дефиниција није укључен и није узет у обзир веома важан фактор – временска димензија. Ризици су функција од времена тј. мењају се у току времена. Овакав прилаз је неопходан због праћења тренда промене (опадања или раста) што чини процену ризика динамичком и као таква могуће је применити у савременим пословно-производним системима изложеним сталним променама. Истраживање и познавање ризика, њихових последица, а нарочито могућности њиховог појављивања, неопходно је за потпуно разумевање, подизање и јачање нивоа знања и правилну имплементацију концепта управљања ризицима, а нарочито за процес процене ризика који је њен саставни део [16].

У даљем тексту дате су дефиниције кључних термина у разумевању концепта управљања ризицима, а нарочито процеса процене ризика као главни и неизоставни део управљања ризицима [9] [14]. Терминологија која се користи приликом процене ризика може бити различита у зависности о којој области је реч. Због тога цео концепт управљања ризицима јесте веома специфичан, али дефинисање главних чинилаца у самом концепту има за циљ што лакше разумевање и премењивање [10]:

- **ризик (енг. *risk*)** је утицај неизвесности на циљеве (пошто се докторска дисертација односи на безбедност и здравље на раду ризик се дефинише као комбинација потенцијалних нежељених и непланираних догађаја и последица тих истих догађаја [17]),
- **утицај (енг. *effect*)** је позитивно и/или негативно одступање од очекиваног,
- **неизвесност (енг. *uncertainty*)** је стање недостатка информација које се односе на разумевање или знање о догађају, његовим последицама или вероватноћи,
- **управљање ризиком (енг. *risk management*)** представља координиране активности за управљање и контролу организације у односу на идентификоване ризике,
- **систем управљања ризиком (енг. *risk management framework*)** јесте низ елемената који представљају основу за конципирање, имплементацију, праћење, преглед и континуално побољшавање система управљања ризиком,
- **план управљања ризиком (енг. *risk management plan*)** представља распоред и саставни је део система управљања ризиком одређујући прилаз, елементе управљања и ресурсе за управљање ризицима,

- **процес управљања ризицима (енг. *risk management process*)** јесте систематска примена политике управљања, процедура и праксе за активности које се односе на комуникацију, консалтинг, успостављања оквира, као и идентификацију, анализу, оцену, поступак, мониторинг и ревизију ризика,
- **критеријум ризика (енг. *risk criteria*)** референтни услови у односу на које се оцењује вредност односно значај ризика,
- **процена ризика (енг. *risk assessment*)** свеобухватни процес идентификације, анализе и оцене ризика,
- **идентификација ризика (енг. *risk identification*)** обухвата процес проналажења, препознавања и описивања ризика,
- **догађај (енг. *event*)** настанак или промена одређених низа околности,
- **опасност (енг. *hazard*)** извор потенцијалне штете односно повреде,
- **анализа ризика (енг. *risk analysis*)** јесте процес разумевања природе ризика и одређивања нивоа ризика,
- **могућност (енг. *likelihood*)** шанса да се неки догађај оствари,
- **вероватноћа (енг. *probability*)** је дефинисана као бројна вредност могућности да се неки догађај оствари,
- **последица (енг. *consequence*)** представља резултат догађаја који утиче на постављене циљеве (утиче на безбедност људи),
- **ниво ризика (енг. *level of risk*)** вредност ризика или комбинација ризика изражена као комбинација вероватноће и последица,
- **оцена ризика (енг. *risk evaluation*)** јесте процес поређења резултата добијених анализом ризика са критеријумом ризика како би се одредило да ли је ризик прихватљив,
- **процесуирање ризика (енг. *risk treatment*)** процес модификовања ризика (укључујући уклањање извора ризика, смањење вероватноће и последица, итд), како би се класификовао у категорију прихватљивих,
- **прихватљив ризик (енг. *risk acceptance*)** одлука да се одређени ризик прихвати.

Ризици су сами по себи веома сложени. Сложеност се огледа приликом процене ризика пословно-производног система код којих се ризици идентификују, анализирају и оцењују у читавом систему, а не појединачно. Уколико би се ризици посматрали засебно то би могло имати последице на друге активности, процесе или појединце. То би значило да се одређени ризици сматрају прихватљивим, не узимајући у обзир међусобну зависност што може имати за последицу настанак опасне ситуације или појаве у неком другом делу система. То подразумева веома добро познавање опасности и штетности, односно природу ризика који настају. Исти начин оваквог вида посматрања, јавља се и у концепту одржавања, јер да би се спровело адекватно одржавање неопходно је у потпуности познавати основне елементе, везу елемената и принцип рада техничког система генерално.

Ризици се налазе у границама нормале односно сматрају се прихватљивим уколико испуњавају одређене услове и то [206]:

- мала несигурност која се односи на вероватноћу настанка последица,
- прилично ниска укупна вероватноћа повређивања,
- ниска или средња вероватноћа,

- ниска постојаност,
- немогућност настанка истих, односно поновљених нежељених и непланираних догађаја,
- мала одступања између претпостављеног потенцијалног повређивања и вероватноће настанка и
- низак ниво ризика који се односи на социјалну узнемиреност и потенцијално незадовољство.

2.3 Критичка анализа коришћене терминологије у управљању ризиком

У [40] и [41] дат је преглед и анализа сличности и могућности интеграције различитих стандарда и концепта за управљање ризицима. Овим прегледом сумирани су стандарди и концепти из различитих области који обухвата привреду/индустрију, управљачке структуре (влада) и финансијске ресурсе. Аутори сматрају да постоји велика сличност између поменутих докумената нарочито када се ради о фундаменталним идејама концепта управљања ризицима [42]. Поред анализе, у [41] дат је предлог будућег концепта и изглед стандарда у области управљању ризицима. Оно представља комбинацију делова поменутих стандарда и концепта у управљању ризицима, тако што је из свакога узето оно што је најбоље дефинисано и конципирано је у један јединствени стандард. Тај стандард би требало да представља јединствени стандардни концепт управљања ризиком.

Табела 2.3 – Предлог унапређења дефиниција прихваћених стандардом

| Темин | Дефиниција по ISO стандарду | Предлог унапређене дефиниције |
|-------------|---|--|
| Ризик | Утицај неизвесности на циљеве. | Неизвесност и озбиљност последица неке активности. Комбинација последица и вероватноће да ће до њих доћи. |
| Неизвесност | Стање недостатка информација које се односе на разумевање или знање о догађају, његовим последицама или веоватноћи. | Последице нису познате и колики је њихов утицај. |
| Вероватноћа | Бројна вредност вероватноће да се неки догађај оствари. | Бројна вредност неизвесности, проистекла из израчунавања вероватноће. |
| Могућност | Шанса да се неки догађај оствари. | Исто што и вероватноћа. |
| Опасност | Извор потенцијалне штете односно повреде. | Извор ризика или догађај који је узрок повреде. |
| Ниво ризика | Вредност ризика (комбинација ризика) изражена као комбинација вероватноће и последица. | Процењена вредност ризика. |

Оно што се не може заобићи јесу термилошка одступања у сваком од поменутих стандарда и концепта дефинисаних у [40]. Отуда и неопходност даљег рада на подизању научних основа у истим. Оно што аутори у [42] и [43] сматрају јесте да постоји велика термилошка неусаглашеност и да је веома непрецизно и нејасно објашњено значење и разумевање фундаменталних термина, међу којима се налазе појмови на којима се базира читав концепт управљања ризиком, као и процес процене ризика - ризик и вероватноћа. Најчешћа неслагања су у схватању и интерпретацији поменутих термина у свакодневном говору. У табели 2.3 дат је преглед термилошких неслагања као и предлог могућег унапређења и побољшања истих.

2.4 Познате методе и алати у процесу процене ризика

Најчешће тумачење и схватање циља концепта управљања ризиком јесте смањивање ризика применом адекватних прописаних мера као предуслов заштите људи, околине или имовине од последица нежељених и непланираних догађаја. Суштина управљањем ризицима јесте спремност прихватања одређеног нивоа ризика. То је задатак који решавамо концептом управљања ризицима како би се створио баланс између безбедног функционисања са једне и избегавања губитака, нежељених и непланираних догађаја и катастрофа са друге стране [15]. Тако да се управљање ризицима практично заснива на контролисању ризика.

Имајући у виду да се ризици не могу елиминисати, несумњиво је да једини циљ који желимо да постигнемо управљањем ризицима јесте да њихов ниво буде испод најниже дозвољене вредности како би се спроводиле активности за несметано функционисање и постизање зацртаних циљева пословно-производног система. На тај начин може се успоставити и одредити вредност рада у оквиру система.

Између прикупљених података и процене ризика постоји нераскидива веза и има велику важност у пружању информација о могућим будућим потенцијалним проблемима. Прикупљени подаци могу да дају веома добру слику шта се може очекивати у будућности и да се на неки начин предвиди или прогнозира будуће стање. Нпр. број смртних исхода у прошлих пет година био 1000, 800, 700, 800, 750 респективно и на основу ових података имамо довољно сазнања о самом ризику без великих калкулација, прорачуна и предвиђања. Према подацима намеће се закључак да се у следећој години може очекивати између 700-800 смртних исхода [16].

2.4.1 Алати и методе дефинисане стандардом IEC/ISO31010

У даљем тексту дат је приказ и објашњење укупно 24 од 30 алата и метода за процену ризика. Алати су класификовани у логичке целине и представљене су њихове предности и ограничења приликом коришћења, као и у ком делу процеса процене ризика је могуће користити поменути алат или методу [10].

Визуелне методе

Чек листе (енг. *Check-lists*) - једноставна дефинисана писана форма за идентификацију претходно утврђених ризика. Претходно дефинисана форма има за циљ проверу безбедности на дневном нивоу.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП ¹ | НП ² | НП | НП | НП |

- **Предности:** није потребан одређени ниво квалификација како би се користиле; уколико су добро осмишљене могу да представљају веома једноставан алат за употребу; од велике је помоћи да се најчешћи проблеми не изоставе из процене.
- **Ограничења:** пошто је то дефинисан и припремљен документ приликом идентификације ризика не размишља се о неким новим ризицима карактеристичним за посматрано радно место, представља чисто попуњавање образаца и може доћи до ситуација да се неке опасности не идентификују услед њихове природе настанка или међусобне повезаности са другим опасностима.

Прелиминарна анализа опасности (енг. *Preliminary hazard analysis*) – јесте једноставна метода за идентификацију опасности и опасних ситуација и догађаја које за последицу имају настанак повреда. Најчешће се користи у најранијој фази која на неки начин предвиђа могуће проблеме или као метод за анализу код већ постојећих и познатих система ради даље анализе помоћу много сложенијих метода и алата за процену ризика.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | НП | НП | НП | НП |

- **Предности:** могућност примене у ситуацијама малог броја информација и могуће је веома рано процесуирати ризике у посматраном систему.
- **Ограничења:** овај алат нам обезбеђује само прелиминарне информације, без детаљне анализе и мера превенције.

Помоћне методе

Интервјуи и брејнсторминг (енг. *Structured Interview and brainstorming*) – представља принцип прикупљања најшире могућег спектра идеја и претходи сваком почетку процеса процене ризика.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | НП | НП | НП | НП |

- **Предности:** потпомаже идентификацији нових ризика и нових ситуација проистеклих из њихове идентификације; посматрајући у временском домену, ове методе су брзе за организовање и спровођење, а и не захтевају значајнију претходну припрему; добра комуникација између свих укључених, формирани у једну целину.

¹ Веома применљиво

² Није применљиво

- **Ограничења:** недостатак искуства; недостатак потребног знања; укључивање различитих типова личности у спровођење ових активности; постоји велика вероватноћа да се не узму у обзир сви потенцијални ризици.

Техника Делфи (енг. *Delphi technique*) – представља независну анализу засновану на мишљењима експерата. Ова техника се може применити у било којој фази управљања ризиком кад год је потребно мишљење експерата.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | НП | НП | НП | НП |

- **Предности:** мишљења су независна и анонимна; сва мишљења су истог ранга и исте важности, није потребно организовати вишечасовне састанке.
- **Ограничења:** контантно учешће запослених, учесници морају да своја мишљења правилно и у потпуности јасно изразе у писаној форми.

Структурирана „шта-ако“ техника (енг. *SWIFT Structured “what-if”*) – јесте техника која се примењује у случајевима хитне идентификације ризика. Постоји веома јака веза са анализом и оценом ризика.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | ВП | ВП | ВП | ВП |

- **Предности:** може се применити на различите врсте пословно-производног система; потребно је веома мало времена за припрему; релативно брза техника и главни ризици се брзо идентификују; систем се посматра како реагује на одступања, док се последице не испитују; може да се користи за идентификацију унапређења процеса и система; резултати ове методе се користе као улазне информације за квантитативну анализу.
- **Ограничења:** идентификација неких ризика и опасности зависи од искуства које се сматра неопходним у овој техници, припреме су захтевне и одузимају много времена; без обзира на ниво прецизности спровођења ове технике постоји вероватноћа да се превиде неки од сложенијих узрока.

Анализа поузданости човека (енг. *Human reliability analysis*) – процењује утицај човека на систем и користи се за оцену човекове грешке на систем. Резултати се могу приказати квантитативно или квалитативно.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|----------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | ВП | ВП | ВП | П ³ |

- **Предности:** при спровођењу процеса процене ризика уводи се човеково деловање у свим нивоима система где човек представља веома важну улогу;

³ Применљиво

разматрањем човекове грешке као утицајног фактора може да се смањи вероватноћа настанка грешака.

- **Ограничења:** сложеност и разноликост људи онемогућава да се идентификују просте грешке.

„Анализа сценарија“

Анализа корена узрока (енг. *Root cause analysis*) – представља анализу садашњих грешака и њихове основне узроке (не бави се очигледним узроцима настанка грешака) како би унапредили систем и избегли сличне будуће губитке. Ову анализу могуће је користити у великом броју области.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| НП | ВП | ВП | ВП | ВП |

- **Предности:** учешће адекватних и искусних експерата у тиму; структурирана анализа; разматрање свих могућих претпоставки; документовање резултата; излаз представљају финалне препоруке за унапређење.
- **Ограничења:** учешће експерата у датом тренутку није могуће; током настанка грешке могуће је да главни докази постану неприступачни или уништени; тиму није могуће обезбедити довољно ресурса за оцену ситуације; немогућност имплементације препорука.

Метод анализе сценарија (енг. *Scenario analysis*) – представља метод претпоставке будућих могућих последица на основу података из садашњости и алата заснованих на екстраполацији. Углавном се заснива на описним моделима и користи се за идентификацију настанка могућих ризика и њихов утицај.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | ВП | П | П | П |

- **Предности:** на основу прогнозе претпоставља се будуће стање које може али не мора да има тренд сличан као и у прошлости. Ово је веома важно код система где постоји веома мало сазнања на којима се може базирати прогноза или за системе где је неопходна процена ризика у дужем временском периоду.
- **Ограничења:** нека од понуђених сценарија могу бити нереална и да немају адекватну основу за прогнозу; недостатак података.

Анализа утицаја на пословање (енг. *Business impact analysis*) – позната још као и процена утицаја на пословање. Обезбеђује анализу како кључни ризици утичу на функционисање система, као и могућности идентификације и квантификације у управљању истих.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| П | ВП | П | П | П |

- **Предности:** разумевање критичних процеса функционисања система; могућност редефинисања процеса система.
- **Ограничења:** недовољан ниво стручности у спровођењу анализе; динамика спровођења може да утиче на анализу критичних процеса; поједностављена или превише оптимистична очекивања; потешкоће у потпуном и адекватном разумевању процеса и активности система.

Анализа стабла отказа (енг. *Fault tree analysis*) – је техника за идентификацију и анализу фактора који доводе до нежељеног и непланираног догађаја. Ова анализа има за циљ да се помоћу графичког приказа логичког дијаграма односно стабла одреде, смање и елиминишу потенцијални узроци/извори.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| П | НП | ВП | П | П |

- **Предности:** веома систематичан приступ проблему; флексибилна анализа; прилаз „одозго-на-доле“; веома корисна анализа сложенијих система; графички приказ у многостручности олакшава разумевање и понашање система, као и фактора који утичу на систем.
- **Ограничења:** могући висок ниво несигурности током анализе уколико се систем у довољној мери не познаје; у неким случајевима међусобна интеракција фактора није увек могућа; стабло отказа је статички временски независан модел; стабло отказа манипулише само са два излаза – „са или без последица“; фактор човека не може се тако лако имплементирати у анализу, као ни последичне отказе и домино ефекат.

Анализа стабла догађаја (енг. *Event tree analysis*) – представља процес закључивања могућих излаза/последица на основу вероватноће различитих почетних догађаја. Такође се представља графичким приказом логичког дијаграма односно стабла.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| П | ВП | П | П | НП |

- **Предности:** стабло догађаја приказује потенцијалне сценарије на основу почетног догађаја; укључује фактор времена, зависност између фактора и домино ефекат, као и неке делове догађаја које није могуће представити стаблом отказа.
- **Ограничења:** ова анализа представља један део шире анализе и да би се користила потребно је да се идентификују почетни догађаји (постоји вероватноћа да се неки од важних почетних догађаја изоставе); постоје само два стања – успех/неуспех; неки елементи система могу се изоставити и на тај начин може доћи до оптимистичне оцене ризика.

Анализа узрок-последица (енг. *Cause-consequence analysis*) – представља комбинацију стабла отказа и стабла догађаја. Узроци и последице почетног догађаја узимају се у обзир приликом разматрања у оквиру ове анализе.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| П | ВП | ВП | П | П |

- **Предности:** комбинација стабла отказа и стабла догађаја; могуће превазилажење одређених ограничења анализом догађаја који се развијају после одређеног временског периода; оваква анализа даје ширу слику целог система.
- **Ограничења:** значајно већи ниво сложености анализе него код стабла отказа и стабла догађаја.

Анализа узрок-утицај (енг. *Cause-and-effect analysis*) – је структурирана метода за идентификацију могућих узрока нежељеног и непланираног догађаја. Утицајни фактори су подељени у категорије чиме се све могуће претпоставке узимају у разматрање, али као такви не одређују стварне узроке. Овакав тип анализе је организован у облику Ишикава дијаграма/дијаграм „рибља кост“ (енг. *Ishikawa diagram*).

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | ВП | НП | НП | НП |

- **Предности:** учешће адекватних и искусних експерата у тиму за спровођење ове анализе; структурирана анализа; разматрање свих могућих претпоставки; графички приказ анализе који омогућава једноставнију анализу резултата; могућа идентификација фактора који имају позитиван или негативан утицај.
- **Ограничења:** могући недостатак неопходног знања и искуства укључених у анализу; не представља коначан концепт анализе; потребно је да буде део неке веће анализе нпр. анализе корена узрока.

Анализа сврхе или анализа функције

Анализа начина отказа и последица (енг. *Failure modes and effects analysis - FMEA*) – јесте техника којом се идентификују на који начин компоненте, елементи, системи и процеси неће успети да испуне своју пројектовану функцију. При томе идентификују се сви потенцијални откази сваког појединачног дела читавог система.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | ВП | ВП | ВП | ВП |

- **Предности:** идентификује отказ компонената, њихов узрок и утицај на систем; приказ резултата је у једноставном формату; избегава се већа финансијска улагања у модификацију на систему, већ се проблеми идентификују у самом процесу конструкције система; идентификовање основног узрока отказа и захтеви за редундантношћу и системима заштите; представља улазне параметре за неке друге програме за мониторинг; означава кључне параметре важне за даљу анализу.

- **Ограничења:** могуће је идентификовати само један, а не комбинацију више отказа; ова техника може да буде веома захтевна са финансијског становишта и становишта временског домена уколико се не спроведе у контролисаним условима; може представљати проблем за веома сложене системе.

Одржавање базирано на поузданости (енг. *Reliability centred maintenance*) – представља методологију за идентификацију смерница које је неопходно имплементирати ради бољег управљања отказима да би се ефикасно постигла захтевана безбедност, расположивост и економичност система. Доказана и прихваћена методологија дефинисана стандардом IEC 60300-3-11.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | ВП | ВП | ВП | ВП |

„Скривена“ анализа (енг. *Sneak analysis*) и **„скривена“ кружна анализа (енг. *sneak circuit analysis*)** – јесте методологија идентификације грешака у фази конструисања. „Скривено“ стање представља било које стање које може да доведе до нежељеног и непланираног догађаја, не дозвољава да се жељени догађај несметано одвија и није изазвано отказом неке од компонената. Оваква стања сматрају се случајним појавама.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| П | НП | НП | НП | НП |

- **Предности:** откривање грешака у почетној фази, најбоља и најефикаснија употреба је заједно са методом ХАЗОП; добра примена на системима које карактеришу више различитих стања.
- **Ограничења:** начин приступа методологији је различит када се ради о компонентама, елементима и системима различитих карактеристика.

ХАЗОП (енг. *HAZOP*) – јесте акроним за студију опасности и оперативности. Представља основни процес идентификације ризика како би се дефинисала одступања од очекиваних карактеристика. Као резултат се очекују решења за процесуирање ризика.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | ВП | П | П | П |

- **Предности:** систематски приступ испитивања система, процеса или процедура; тим је састављен од људи различитог профила; обезбеђује резултате и активности за процесуирање ризика; може се применити на велики број система, процеса и процедура; омогућава експлицитан приступ разматрању узрока и последица настале човековом грешком; постоји писани извештај о спровођењу ове методологије.

- **Ограничења:** детаљна анализа може бити веома захтевна како по питању финансијских ресурса тако и временског домена; детаљна анализа такође захтева висок ниво критеријума за документовање методологије; често је циљ проналажење решења за сложене проблеме него за неке фундаменталне претпоставке; фокус понекад не захвата шире и спољашње проблеме који често имају утицај на систем; проблем објективности оних који су учествовали у конструисању и развоју система.

Анализа опасности и критичне контролне тачке (енг. *Hazard analysis and critical control points – HACCP*) – је систематичан и проактиван приступ обезбеђивања квалитета производа, поузданости и безбедности процеса праћењем и мерењем изабраних параметара. Циљ ове анализе јесте смањивање ризика током самог процеса а не контролом финалног производа.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| ВП | ВП | НП | НП | ВП |

- **Предност:** структуриран процес који омогућава документован доказ о контроли квалитета као и о идентификовању и смањивању ризика; фокус анализе је на читавом процесу и на који начин се опасности могу елиминисати, а ризици смањили; контрола ризика је током целог процеса тј. није заснована само на финалном производу.
- **Ограничења:** овај тип анализе захтева (као улазне вредности) идентификацију опасности, идентификовање ризика и у потпуности одређен њихов значај; одређивање критичних контролних тачака; предузимање неопходних мера када контролни параметри надмаше граничне вредности.

Контрола процеса

Анализа заштитних нивоа (енг. *Layers of protection analysis - LOPA*) – често се назива анализом баријера и омогућава оцену ефикасности контролног процеса.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| П | ВП | П | П | НП |

- **Предности:** захтева значајно мање времена и ресурса за спровођење ове анализе од нпр. анализе стабла отказа или квантитативне процене ризика; потпомаже идентификацији и усмеравању ресурса ка најкритичнијим заштитним нивоима; идентификује операције, системе и процесе којима је заштита најпотребнија; фокус анализе је на најозбиљнијим последицама.
- **Ограничења:** анализа се базира на једну узрочно-последичну везу и један сценарио истовремено; не користи за сложене системе.

Анализа „bow tie“ (енг. *Bow tie analysis*) – представља једноставно графичко решење за описивање и анализу простирања ризика, од идентификације опасности па све до контроле. Може да се посматра као комбинација размишљања анализе узрока помоћу стабла отказа и анализе последица помоћу стабла догађаја.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| НП | П | ВП | ВП | П |

- **Предности:** јасноћа анализе и јасан графички приказ проблема; фокус анализе је на контроли, није потребан висок ниво знања и искуства.
- **Ограничења:** немогућност приказивања настанка последица услед деловања више узрока истовремено; може доћи до поједностављивања сложенијих ситуација нарочито у процесу квантификације.

Статистичке методе

Марковљева анализа (енг. *Markov analysis*) - се користи уколико садашње стање система зависи само од тренутног стања. Најчешће се користи за системе који могу да изађу из стања отказа и који могу да опстану у више стања.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| П | ВП | НП | НП | НП |

- **Предности:** могућност израчунавања вероватноће.
- **Ограничења:** претпоставка да је могућност промене стања константна; сви догађаји су независни, с тим да је будуће стање независно од свих претходних стања не узимајући у обзир стање непосредно пре реализације догађаја; познавање свих могућих промена стања; за разумевање и анализу резултата неопходан је тим састављен од квалификованог особља.

Монте Карло анализа (енг. *Monte-Carlo analysis*) – се примењује код веома сложених система када је веома тешко разумети одређене ситуације и решити те исте проблеме аналитичким методама.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| НП | НП | НП | НП | ВП |

- **Предности:** модели се релативно лако развијају и могу се проширити у зависности од потреба; сваки утицај или веза у реалности се може приказати; идентификација јаких и слабих утицаја; модели су разумљиви јер су везе између улаза и излаза транспарентне; Петријеве мреже (енг. *Petri Nets*) се сматрају веома ефикасним за потребе Монте Карло симулација; анализа обезбеђује меру тачности резултата; софтвер за овај тип анализе је финансијски приступачан.
- **Ограничења:** прецизност зависи од броја изведених симулација; велики и сложени модели могу бити тешки за моделирање; може се догодити да се не процене догађаји са великим последицама, а малом вероватноћом настанка.

Бајесова анализа (енг. *Bayesian analysis*) – јесте статистичка процедура која комбинује раније познате информације са каснијим како би се одредила укупна вероватноћа.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| НП | ВП | НП | НП | ВП |

- **Предности:** све што је потребно јесте поседовање довољно добрих ранијих података из евиденције; извештаји су веома разумљиви; једино што се користи и што је довољно су Бајесова правила; постоји модел по којем се субјективност инкорпорира у проблем.
- **Ограничења:** дефинисање свих веза и интеракција унутар Бајесових мрежа код сложених система може бити проблематично и захтевно; услови се углавном постављају на основу процене и мишљења експерата.

Анализа вишекритеријумског одлучивања (енг. *Multi-criteria decision analysis - MCDA*) – представља анализу која користи низ критеријума да објективно процени вредност низа алтернатива. Генерално, овакав вид анализе омогућава рангирање понуђених или постојећих алтернатива.

| Процес процене ризика | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Идентификација ризика | Последица | Вероватноћа | Ниво ризика | Оцена ризика |
| П | ВП | П | ВП | П |

- **Предности:** омогућава веома једноставну структуру ефикасног доношења одлука и представљања претпоставки и закључака; омогућава доношење одлука за веома сложене проблеме; потпомаже одлучивање засновано на рационалном сагледавању проблема; омогућава синтезу у доношењу одлука приликом постојања различитих критеријума и циљева.
- **Ограничења:** могући утицај субјективности и веома лоша селекција критеријума одлука; већина анализа вишекритеријумског одлучивања не доноси коначан и јединствен закључак.

Поред горе поменутих алата и метода за процену ризика, у стандарду ISO/IEC 31010 помињу се још и:

- дрво одлуке (енг. *Decision tree*),
- ФН криве (енг. *FN curves*),
- индекси ризика (енг. *Risk indices*),
- матрица последица/вероватноћа (енг. *Consequence/probability matrix*) и
- анализа трошкова и бенефита (енг. *Cost/benefit analysis*).

Ови алати и методе нису детаљно описане и разрађене јер немају значајнији утицај у различитим фазама спровођења процеса процене ризика [10].

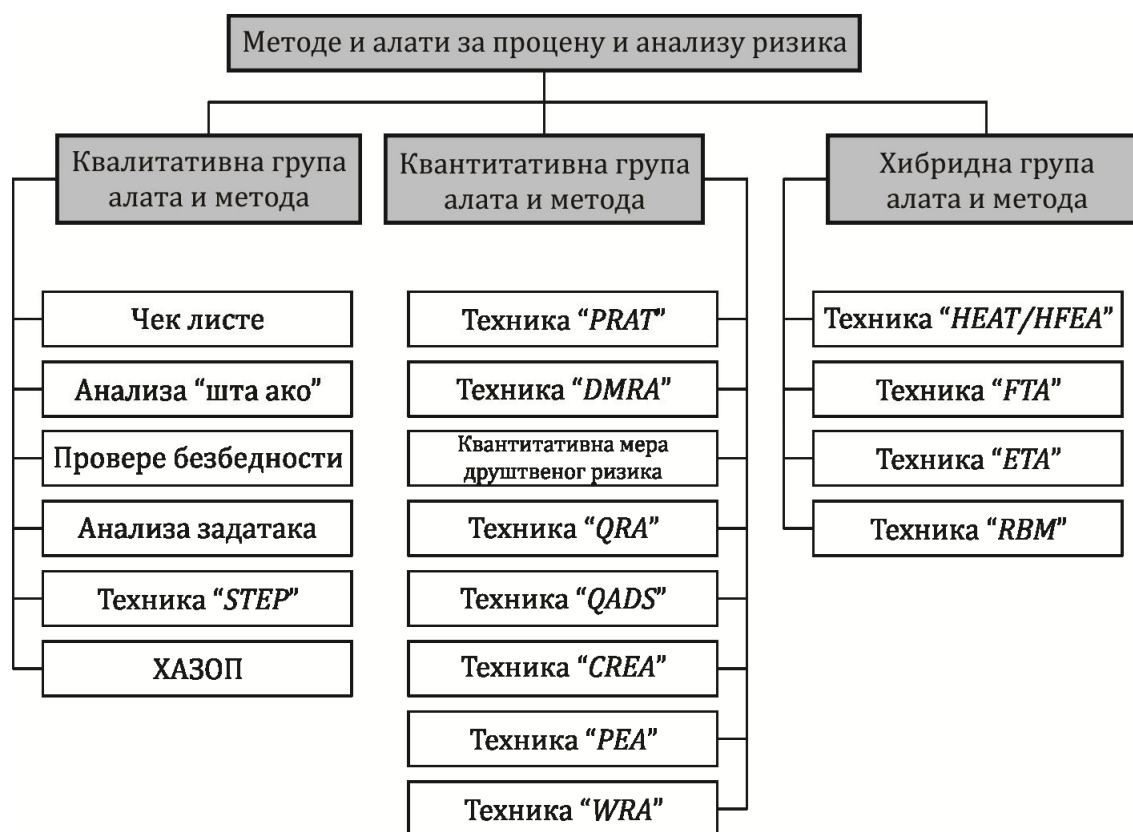
2.4.2 Општа подела алата и метода за процену ризика

Аналогно датом прегледу алата и метода за процену ризика у стандарду ISO/IEC 31010 [10], у савременој научној литератури постоје различита мишљења о општој подели алата и метода за процену ризика.

Према ауторима [49] и [50] постоје две основне групе алата и метода, класификованих према природи коришћења, док према [124] постоје три групе:

- 1) квантитативне,
- 2) квалитативне и
- 3) хибридне.

Квантитативном проценом се сматра таква процена ризика чији су резултати изражени тачном бројном вредношћу, што захтева употребу оцене учесталости и озбиљности последице. Овакав приступ се користи код система где су ризици високи, релевантни подаци доступни и трошкови анализе оправдани. Најчешћа примена јесте код оних ризика које је могуће изразити као бројну вредност, нпр. бука, ниво хемијских штетности, вибрације, итд. Квалитативна процена описно дефинише ризик и на тај начин је могуће обухватити различите нивое вероватноће и величине последица. Резултати се приказују у форми матрице која је конципирана са две осе, на једној се приказују вредности висине вероватноће настанка, а на другој оси вредности величина последица [51]. Хибридни алати и методе користе се за јако сложене проблеме због јединствености и специфичности резултата које није могуће примењивати на друге идентификоване проблеме. На слици 2.2 представљена је класификација алата и метода према већ поменутој подели.



Слика 2.2 Класификација метода и алата за процену и анализу ризика

Као што се види са слике 2.2 неки од поменутих и објашњених алата и метода за процену ризика у потпоглављу 2.4.1 припадају приказаној подели. У даљем тексту биће дат кратак опис алата и метода који се налазе на слици 2.2 а нису претходно објашњени.

Провере безбедности (енг. *Safety Audits*) – представљају процедуре којима је могуће испитати безбедност свих процеса унутар једног затвореног система. Помоћу ових провера безбедности могуће је идентификовати стање опреме или радних процедура које могу довести до нежељених и непланираних догађаја [125]. Резултати спроведене провере безбедности презентирају се у облику извештаја са прегледом нивоа безбедности и изведеним закључцима и предлозима о могућим унапређењима за побољшање како процеса и процедура тако и понашања запослених [126].

Анализа задатака (енг. *Task Analysis*) – омогућава сагледавање радних задатака запослених на значајно лакши начин. Тачније, на који начин запослени извршавају своје радне задатке, како и на који начин комуницирају унутар читавог система и на колико високом/ниском нивоу се налазе међусобни односи између запослених. Ово је неопходно како би се добила свеобухватнија слика о учествовању и утицају запослених на читав систем [127], [128]. Анализа задатака се спроводи кроз три фазе: а) прикупљање података о способностима запослених и захтева система, б) представљање прикупљених података у разумљивом облику (табеле или графици) и в) упоређивање способности запослених и захтева система. Главни циљ анализе задатака јесте обезбеђивање компатибилности између захтева система и способности запослених. Уколико је потребно, изменити захтеве система како би се радни задаци у потпуности прилагодили запосленима.

Метода парцијалног бележења времена догађаја (енг. *Sequentially Timed Event Plotting – STEP*) – обезбеђује преглед времена и исходе појединих догађаја који као за последицу имају нежељене и непланиране догађаје. То значи да ова метода представља реконструкцију нежељених и непланираних догађаја на принципу идентификације и евидентирања свих догађаја који су претходили или су узрок истом. Евидентирање појединих нежељених и непланираних догађаја подразумева прикупљање података везаних за: а) време настанка догађаја, б) дужину трајања догађаја, в) узрок настанка догађаја и г) опис догађаја [129].

Метода пропорционалне процене ризика (енг. *Proportional risk-assessment - PRAT*) – подразумева употребу обрасца за квантификовање ризика услед настанка опасности. Најпримењивији образац за израчунавање нивоа ризика јесте:

$$P = B \cdot O \cdot I \quad (2.1)$$

где словне ознаке означавају следеће [130]:

P – ризик,

B – вероватноћа настанка,

O – озбиљност повреде и

I – изложеност опасности.

Помоћу оваквог типа процене ризика могуће је извршити једну врсту класификације и приоритетизације ризика како би се донеле одлуке о нивоу хитности увођења мера.

Метода одлучивања процене ризика помоћу матрице (енг. *Decision matrix risk-assessment - DMRA*) – систематски прилаз за израчунавање нивоа ризика, који се састоји од мерења и категоризације ризика базираном на процени вероватноће и

последица и њихове релативне важности. Комбинацијом озбиљности последица и вероватноће добија се мера нивоа ризика што је исказано следећим обрасцем:

$$P = ОП \cdot В \quad (2.2)$$

где су

Р – ризик,

ОП – озбиљност последица и

В – вероватноћа.

Ова метода има две кључне предности и то: могућност разликовања ризика што олакшава доношење одлука и обезбеђује конзистентност одлука [126] [131] [132].

Квантитативна мера друштвеног ризика (енг. *Quantitative risk measures of societal risk*) – Друштвени ризик у комбинацији са функционисањем посматраног сложеног техничког система може се представити као функција три чиниоца:

$$P = \{C_k \cdot \Phi_k \cdot H_k\} \quad (2.3)$$

где су

C_k – к-ти сценарио нежељеног и непланираног догађаја (углавном представља категорију нежељеног и непланираног догађаја),

Φ_k – је учесталост нежељеног и непланираног догађаја (представља вероватноћу у временском периоду, углавном једном годишње) и

H_k – представља последице к-тог сценарија, нпр. број повреда и губитака или финансијски губици [133].

Квантитативна процена ризика (енг. *Quantitative Risk-Assessment tool – QRA*) – представља јединствену врсту алата за процену ризика за посебну грану индустрије у којој се појављују опасности од експлозије услед високе концентрације прашине. Алат се састоји у предефинисању модела. Као прво дефинишу се могући сценарији нежељених и непланираних догађаја и учесталост њиховог настајања, при чему се у разматрање узимају индивидуални и друштвени ризици. И на крају се одређују могући сценарији експлозија и последице тих сценарија [134].

Квантитативна процена сценарија са домино ефектом (енг. *Quantitative assessment of domino scenarios - QADS*) – захтева идентификацију, оцену учесталости и процену последица свих вероватних домино сценарија, укључујући све могуће комбинације секундарних догађаја који су настали као последица примарног догађаја [135].

Метод за анализу грешке и ризика у медицини (енг. *Clinical Risk and Error Analysis method- CREA*) – представља метод за квантитативну процену ризика помоћу алата који су прихваћени у индустрији и прилагођени за употребу у медицинској области. Састоји се од 5 корака, при чему је неопходно да се за сваку активност, вероватноћа настанка грешке и индекса озбиљности израчуна на основу расположивих података и процене експерата [136].

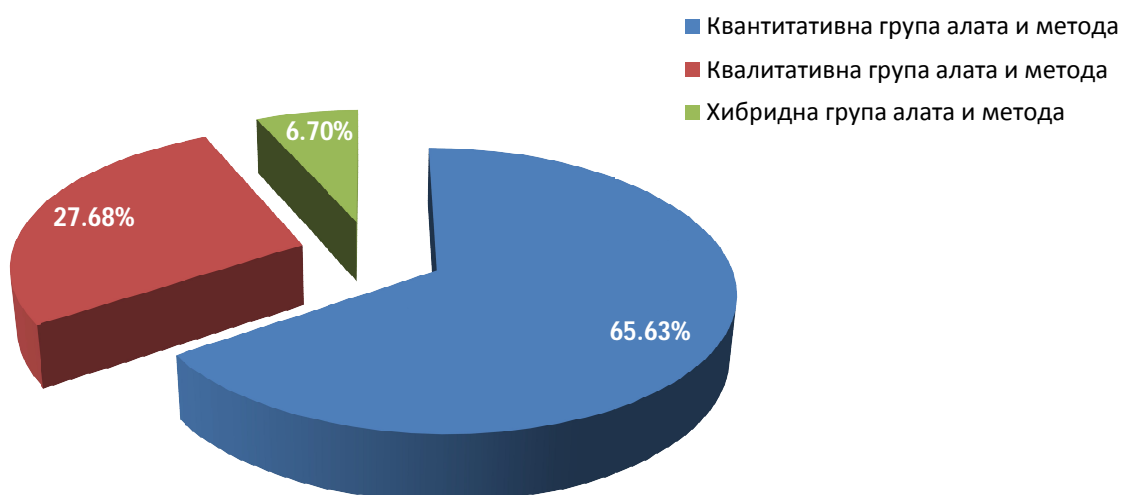
Предиктивни, епистемолошки прилаз (енг. *Predictive, Epistemic Approach - PEA*) – јесте процедура заснована на предиктивном, епистемолошком прилазу процесу

процене ризика. То подразумева комбиновање прикупљених података и субјективних информација на основу којих је могуће предвиђање нежељених и непланираних догађаја у форми математичких модела квантификујући епистемолошке неизвесности. Епистемолошки модели омогућавају да се, на основу знања, одреде нивои вероватноће настанка штете из нежељених и непланираних догађаја [137].

Анализа ризика са факторима отежавања (енг. *Weighted risk analysis - WRA*) – представља алат помоћу којег се врши поређење различитих типова ризика у једној димензији, као што су инвестиције, економски ризици и губитак људског живота, јер инвестиције и ризици могу да се изразе једино кроз новац. Када се спроводи анализа ризика поред техничких аспеката, важну улогу имају економски, политички, психолошки, друштвени и аспекти заштите животне околине. У неким случајевима са великим последицама, фактори за отежавање се користе како би било могуће извршити међусобно поређење између идентификованих ризика, као и прописивање неопходних мера [138].

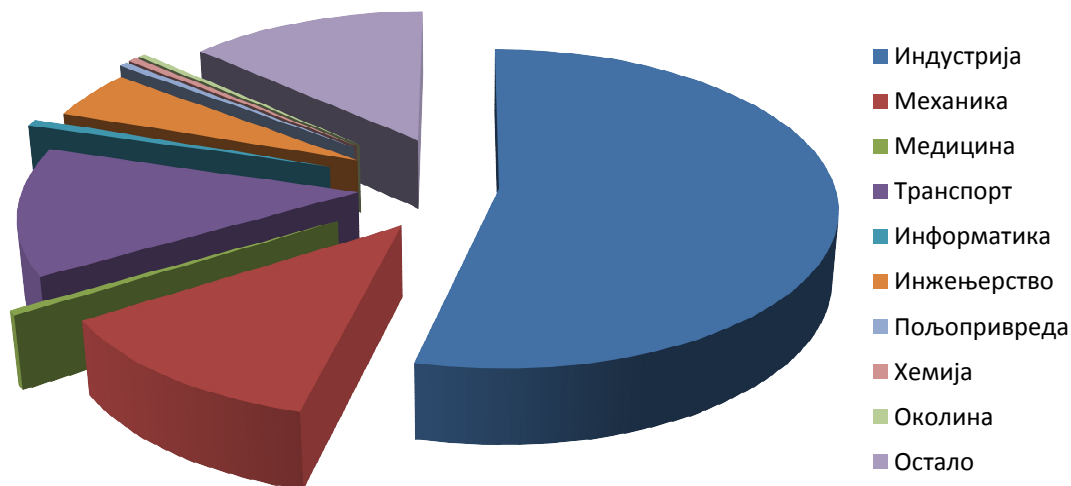
Метода за анализу грешке човека и анализа догађаја проузрокована људским фактором (енг. *Human Error Analysis Techniques – HEAT, Human Factor Event Analysis - HFEA*) – потврђује да је људски фактор узрок значајног броја насталих нежељених и непланираних догађаја у различитим областима индустрије. Прва метода (*HEAT*) узима у разматрање све факторе који проистичу као последица конструкције и организовања радних места, узимајући у обзир и групу фактора који утичу на понашање запослених. Друга метода (*HFEA*) се састоји од две аналитичке методе, метода за предвиђање нивоа људске грешке и метода која одређује људске грешке током фаза испитивања нежељених и непланираних догађаја [124].

Истраживањем часописа у прошлој деценији (слика 2.3) који су заступљени у области која покрива безбедност и здравље на раду, а којој припада и процес процене ризика, дошло се до закључка да процентуално најчешће заступљена група алата и метода за процену ризика јесте квантитативна метода (65,63%) [124].



Слика 2.3 – Истраживање часописа из области безбедности и здравља на раду у претходној деценији

Узимајући у обзир начин, принцип и методологију алата и метода за процену ризика, нимало не изненађује податак, да у научној литератури ови алати и методе се највише користе у индустрији [124].



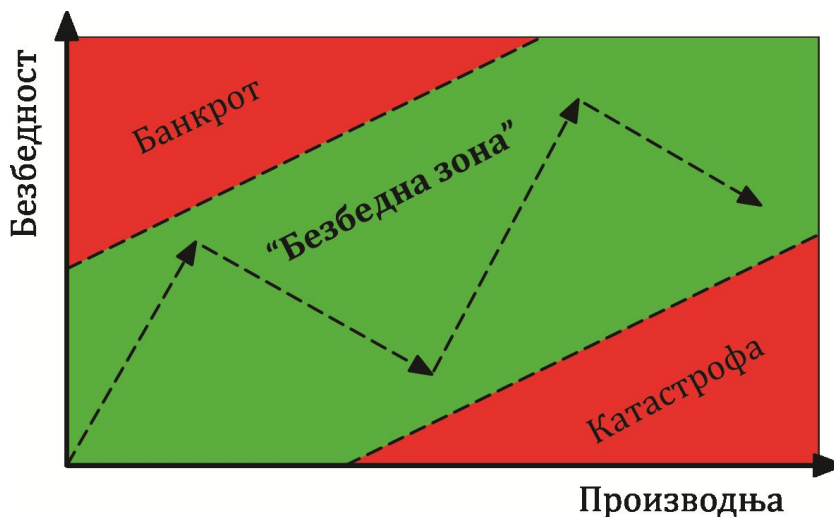
Слика 2.4 – Приказ заступљености алата и метода у различитим областима

2.5 Процена ризика и безбедност и здравље на раду

Безбедност и ризик су несумњиво два термина који се врло често користе заједно или у истим и сличним концептима, али важно је напоменути да термин безбедност представља антоним термина ризика. То значи да уколико је ризик велики или неприхватљив безбедност је мања и обрнуто, при чему треба имати у виду да је ризик дефинисан као функција вероватноће и последице нежељеног и непланираног догађаја. Такође, у свакодневном говору термини ризик и несигурност често се поистовећују, док са научницима и експертима у овој области није такав случај без обзира што не постоји тачна и дефинисана разлика [36].

Управљање ризиком и процена ризика постали су, у данашње време јако популарни и модерни термини. Отуда и могућност неправилног и погрешног фокусирања на проблеме носећи се мишљу да ће сама употреба тих термина решити све проблеме везане за ризике у пословно-производним системима. Додатак томе, главна заблуда у области БЗР-а јесте да спровођење процеса процене ризика представља само једну велику обавезу, ограничавајући фактор у функционисању система и само још један разлог за трошење финансијских ресурса пословно-производног система. Али, узимајући све појединачне циљеве предузећа у обзир, сматра се да је један од најважнијих циљева смањење броја нежељених и непланираних догађаја на радном месту [163]. Било да се ради о предузећима које пружају услуге или које се заснивају на производњи одређене врсте производа, потребно је да дефинишу своје циљеве (које се односе на производњу и безбедност) у оквиру прихватљивих ризика. То би представљало значајну уравнотеженост између производње и концепта безбедности.

Уколико би се значајна средства уложила у подизање безбедности на радном месту, а да се при томе не обезбеди довољан ниво профита, то би могло да доведе до врло реалног и могућег банкрота предузећа. На исти начин посматрано, велика количина финансијских средстава усмерено је за подршку производњи (без обзира на квалитет купљених средстава за рад) може имати за последицу јако велики број нежељених и непланираних догађаја [207].



Слика 2.5 - „Безбедна зона“ [208]

Са тим у вези, свако предузеће је, на неки начин, приморано и ограничено да одржава ниво уравнотежености улагања и рада у „безбедној зони“ (слика 2.5) како би се избегла оба већ описана могућа сценарија. Величина зоне зависи од претходно поменутих циљева, тако да се оставља простор за одређени ниво манипулисања унутар датог простора.

У [109] се наводе два најчешћа типа трошкова који су проузроковани појавом нежељених и непланираних догађаја, и то директни и индиректни. Директни обухватају спектар трошкова којих је послодавац свестан, лако су уочљиви и веома лако се идентификују. У ову групу трошкова спадају: трошкови хоспитализације, лечења, рехабилитације и осигурања. Насупрот њима, индиректни трошкови се још називају „скривени трошкови“ и имају јако велики утицај на финансијско стање пословно-производног система. Индиректни трошкови се могу груписати у четири велике групе, и то: законски и административни трошкови, трошкови застоја производње, трошкови ангажовања и обуке новог радника, трошкови анализе и спровођење истраге. Висок ниво безбедности на радном месту и управљање системом безбедности и здравља на раду [119] обезбеђује да су запослени мотивисанији, продуктивнији, ефикаснији и ефективнији што за укупну слику пословно-производног система представља одличну инвестицију. Резимирајући све наведено, процес процене ризика потребно је спроводити из три разлога:

- морална начела (нико не жели да буде окривљен за различите типове повреда на радном месту),
- законска обавеза (закон прописује обавезно спровођење процене ризика) и
- добар пословни осећај (уколико је број нежељених и непланираних догађаја одржава на минимуму, пословно-производни системи имају минималне застоје, побољшану продуктивност, веће задовољство запослених и сл).

Приликом спровођења сваког процеса процене ризика неопходно је водити рачуна о елементима структуре и читавој концепцији пословно-производног система. Неопходно је прилагодити процес процене ризика сваком радном месту; процес процене ризика треба да обухвати све опасности и штетности на конкретном радном месту; у процес процене ризика обавезно укључити и особе које нису директно укључене у процес пословања пословно-производног система; процес процене ризика јесте динамички процес чију ревизију је неопходно спроводити у прописаном временском периоду; спроводити евиденцију и формирање извештаја о спроведеној процени ризика.

Према међународном стандарду *IEC/ISO 31010* [10] приликом спровођења поступка процене ризика потребно је обратити пажњу на следеће незаобилазне и неопходне чињенице:

- визију и циљеве организације,
- тип и ниво ризика који су прихватљиви, као и на који начин поступати са ризицима који нису прихватљиви,
- како је процес процене ризика интегрисан у процесе организације,
- методе и технике које се употребљавају у процесу процене ризика као саставни део концепта управљања ризицима,
- одговорност спровођења процеса процене ризика,
- ресурсе и потребе за спровођење процеса процене ризика и
- начин приказа извештаја и прегледа процеса процене ризика.

2.5.1 Процес процене ризика у реалном окружењу

Процена ризика, уколико се спроводи, у најбољем случају је неформална користећи се приступачним информацијама, искуством или интуицијом што функционише у већини случајева. Међутим, такав приступ извођењу процеса процене ризика има за последицу јако лоше урађене процене што доводи до још лошијих одлука које су нерационалне, неразумљиве, понекад и несхватљиве. Овакав приступ је неприхватљив имајући у виду дефиницију ризика, а нарочито када се говори о људским животима, имовини или животној средини. Све ово морало би и требало да се заобиђе што само наводи на следећи закључак да се процес процене ризика треба, не само спровести већ и контролисати у одређеним временским интервалима [21].

Уколико се говори о ризицима који нас окружују из свакодневног живота могло би се рећи да се процена њиховог нивоа може спровести базирано на здравом разуму и природном расуђивању. Оно што процену ризика значајно отежава јесте избор правог алата и метода за спровођење процеса процене ризика. То нарочито отежава процес узимајући у виду да погрешан избор доводи до лоших одлука, а касније и до смањеног поверења у читав процес процене ризика [22].

Постоји велики број истраживања која се критички осврћу на спровођење процеса процене ризика [3] [4] [5] [6] [7]. Критике се базирају на низу аргумената који могу да утичу на исход спровођења процеса процене ризика. Прво се поставља питање објективности приликом процене ризика при чему постају веома поједностављене и несумњиво нереалне. Оцена ризика је оптерећена субјективношћу и постоји

тенденција да се одређени ризици не узму у разматрање, а још лошија ситуација уколико се неки ризици потцене. То доводи до следећег закључка да је субјективна процена ризика потенцијално опасна и може да доведе до значајних последица [3]. Уколико сазнања о вероватноћи настанка и последицама нежељеног и непланираног догађаја нису на завидном и прихватљивом нивоу, процена ризика се може класификовати као нерационална, ненаучног карактера и са великом вероватноћом да се неће спровести на одговарајући начин [4]. Идентификација ризика, оцена и управљање ризицима не сме да буде засновано само на анализи техничких ризика што доводи до једнодимензионалности процене ризика и запостављању осталих аспеката пословно-производног система [5].

Поред овога, постоје и други чиниоци који утичу на успешност спровођења процеса процене ризика и свеобухватно на управљање ризицима. То се пре свега односи на оне који партиципирају у одлучивању да се о ризицима и могућим несигурностима уопште ненапомињу и неприказују. То би довело до слабљења ауторитета онога који доноси одлуке, а подаци се користе само како би се прикриле политички мотивисане одредбе, а све у циљу очувања реномеа [6] и потпомагања индустрије опасних производа и великих загађивача [7].

Без обзира на низ различитих мишљења и критика које се односе на процену ризика несумњиво је да се ризик мора проценити, али и покушати унапредити ниво квалитета спровођења процеса процене ризика. Према [2] постоје три фактора за успешно унапређење процене ризика и то:

1. ојачати научну основу и приступ процени ризика,
2. процена ризика би требало да прикаже значајно ширу слику о постојећим ризицима у смислу класификације и
3. принципи упозорења и предострожности требало би да се посматрају као рационални прилаз управљању ризицима.

Свеобухватно гледано управљање ризиком не треба посматрати само као концепт заснован на добијању и манипулацији резултата, већ приликом доношења неопходних одлука и спровођења мера треба узети у обзир неизбежна социјална, политичка, правна, економска и културолошка питања.

Процена ризика је процес који мање-више стандардизован обухватајући три најзначајнија корака у управљању ризицима [9], [10], [19] и то:

- идентификација ризика,
- анализа ризика и
- оцена ризика.

Идентификација ризика представља први и најважнији корак у целом процесу процене ризика. Уколико се не спроведе на одговарајући начин, читав процес се може довести у питање. Прикупљање постојећих информација о опасностима и штетностима на одређеном радном месту може бити пресудно за даље спровођење процеса и може се спровести на неколико начина. Неки се заснивају на сагледавању ситуације путем необавезног прикупљања информација приликом посете одређеном радном месту или путем планираних анализа и провера. Други су засновани на потпуно конципираним и структурираним чеклистама или на професионалним проценама засновани на искуству. Затим, јако велики утицај на идентификацију ризика имају и претходно

документовани подаци о небезбедним условима, небезбедним поступцима и случајевима „за мало“, јер на основу претходних догађаја може се проактивно деловати како се такви догађају не би више појављивали или изазивали много веће последице. Концепт прикупљања, документовања и структурирања ових података у целину, приказан је на слици 2.6 и познат је као Хајнрихова пирамида (енг. *Heinrich pyramid*) [211].



Слика 2.6 – Хајнрихова пирамида безбедности [211]

2.5.2 Фактори успешности успостављања система БЗР

Концепт безбедности је прихваћен и примењен као најважнији у великом броју области и дисциплина, као што су инжењерство, економија, социологија, психологија, политичке науке и филозофија [20]. Због могућности примене на различите области, концепт безбедности остаје најважнији, али мора да се поведе рачуна о знању, начину, поступку имплементације како би се поменути неограниченост примене одржала.

Идентификација критичних фактора је неопходна како би се минимизирала разлика између теорије и праксе. Постоје различити приступи идентификацији ових фактора и постоји читав низ различитих фактора. Свака класификација је заснована углавном на знању и искуству аутора. Поред самог процеса идентификације потребно је извршити и рангирање, пошто је неопходно водити рачуна да фактори имају различити утицај у различитим етапама имплементације концепта управљања ризиком [35].

Сматра се да успешност успостављања система безбедности и здравља на раду зависи од услова у којима се имплементира, али и од целокупне ситуације у предузећу. Отуда и потреба да се идентификују Критични фактори успеха (енг. *Critical Success Factors*) који утичу на успешну имплементацију система безбедности и здравља на раду. У табели 2.4 је дефинисано укупно 16 критичних фактора успеха [165].

Табела 2.4 – Критични фактори успеха при имплементацији система безбедности и здравља на раду [165]

| Р. бр. | Фактор | Опис |
|--------|--------------------------------------|---|
| 1. | Тачни и реалистични циљеви | БЗР програми могу да постигну жељене резултате тек када су циљеви јасно конципирани и установљени. Циљеви би требало да имају јасан опис, правац и фокус спровођења активности у смислу постизања жељених резултата. Када су постављени реални и достижни циљеви, напредак у испуњавању циљева је видљив. |
| 2. | Добра комуникација | Када постоји успостављена комуникација између менаџмента и запослених, запослени могу поднети извештаје о небезбедним условима и небезбедним поступцима и на тај начин скренути пажњу менаџменту на одређене проблеме. Са друге стране, уколико је неопходно, менаџмент може утицати на запослене у циљу постизања већег степена сарадње и подизања свести о важности система безбедности и здравља на раду. |
| 3. | Расподела надлежности и одговорности | Успешан БЗР програм не може створити појединац. Због тога, одговорност за испуњавање активности мора бити пребачена на појединца који се налази на нижем нивоу у предузећу. Ефикасна подела задужења укључује додељивање адекватних и јасно дефинисаних одговорности за извршавање одређених задатака уз обезбеђивање довољно ресурса, као што су време, новац и контакт између свих укључених. |
| 4. | Расподела средстава | Циљеви БЗР програма не могу се испунити без одговарајућих ресурса. Ефикасан БЗР програм произилази из посвећености менаџмента да омогући одговарајућу и потребну количину средстава. Управа мора да размотри и издвоји довољно средстава за спровођење дневних активности како би испунили краткорочне и дугорочне постављене циљеве. Неопходни ресурси укључују довољан број људи, време, новац, информације, итд. |
| 5. | Подршка менаџмента | Евидентно је да менаџмент има веома важну улогу у ефикасном и ефективном БЗР програму. Менаџмент мора у потпуности да спроведе идеје у активности, укључујући израду писаних прописа, обезбеђивању потребних средстава, адекватно реаговање на предлоге и примедбе везане за унапређење безбедности, присуствовање радним састанцима, редовно посећивање радног места, праћење устаљених правила и процедура итд. |
| 6. | Оцена програма | БЗР програме је потребно периодично оцењивати у циљу испуњења постављених циљева. Када имплементација програма не одговара дефинисаним циљевима, процес евалуације може да идентификује недостатке, а услед тога и одређене области која могу да се побољшају. |

Табела 2.4 – наставак

| Р. бр. | Фактор | Опис |
|--------|-------------------------------------|---|
| 7. | Континуирано учествовање запослених | Успешни БЗР програми зависе од укључивања запослених, јер на тај начин запослени лично подржавају активности које су сами прописали. Запосленима је потребно омогућити учествовање у унапређењу програма приликом осмишљавања, извештавања, прикупљања података, итд. |
| 8. | Мотивација | Иако радници имају адекватна знања и вештине да изврше радне задатке безбедно, неће то учинити уколико нису адекватно мотивисани. Да би сви запослени били мотивисанији да своје радне задатке извршавају на безбедан начин, неопходно им је представити предности које могу да увиде, као нпр. разна признања, награде, виши ниво одговорности, лични развој и слично. |
| 9. | Компетентност | Успешан БЗР програм такође зависи и од постављања праве особе на прави посао. Права особа је дефинисана као особа која је психички и ментално способна да извршава додељене задатке са правим знањем, искуством и вештинама. |
| 10. | Рад у тиму | БЗР програм се спроводи успешно када сви запослени, од највиших до најнижих структура у предузећу, схвате да је спречавање нежељених и непланираних догађаја одговорност свих. |
| 11. | Групни критеријуми | Групни критеријуми су прихваћени ставови људи о различитим стварима унутар групе. У пракси, чланови групе се придржавају одређених ставова једноставно како не би били санкционисани. Успешно управљање системом безбедности и здравља на раду могуће је уколико се унутар групе формирају и имплементирају позитивни ставови о БЗР. Ово је основа за успостављање добре културе БЗР. |
| 12. | Став | Став је склоност да се позитивно и/или негативно одговори одређеним особама или ситуацијама и заснива се на искуству. Појединци се, међутим, разликују у својим перцепцијама и спремности за преузимање ризика. Резултат ојачавања и подржавања позитивних ставова запослених јесте успостављање успешног програма БЗР. |
| 13. | Ефикасна примена стандарда рада | Непоштовање правила из безбедности и здравља на раду сматра се као прекршај. Менаџмент мора да пронађе начина како и на који начин да подстакне запослене који не поштују правила, да их безусловно примењују. На тај начин, прекршаји и намерне грешке постаће ретки и изоловани догађаји. |
| 14. | Одговарајућа обука из области БЗР | Успешан БЗР програм може се постићи уколико се запосленима обезбеди одговарајућа едукација и обука у циљу побољшања њиховог знања и вештина везаних за БЗР. |

Табела 2.4 – наставак

| Р. бр. | Фактор | Опис |
|--------|-------------------------|---|
| 15. | Опрема и уређаји за БЗР | У циљу правилног избора опреме и уређаја за БЗР, радно место је неопходно проценити како би се утврдиле потенцијалне опасности и штетности. Ефикасан БЗР програм резултује мањим бројем повреда услед правилне набавке и одржавања опреме за заштиту. Управљање овом опремом одузима велики проценат времена за куповину и одржавање опреме у исправном стању, контролу инвентара. Али такође, захтева и добру комуникацију и сарадњу особа задужене за безбедност и логистику, производњу, супервизора, особа задужених за одржавање, итд. |
| 16. | Одговарајући надзор | Успешан БЗР програм захтева од послодавца да обезбеди адекватан тип надзора у циљу заштите запослених од опасности и штетности на радном месту. Успешан надзор захтева расподелу послова у складу са способностима запосленог, затим процену да ли запослени обавља све активности на безбедан начин, да ли комуницира са запосленима, даје пример другима придржавајући се прописаних правила. |

2.5.3 Култура о безбедности и здрављу на раду

Област безбедности и здравља на раду у Европској Унији представља једну од области са највишим степеном важности окренутој ка социјалној политици [140]. То потврђују чињенице и напор ЕАБЗР да кроз велики број кампања, акција и пројеката подигну ниво свести и образовања о безбедности и здрављу на раду. Без обзира јако велики труд како професионално стручних организација тако и образовних, и даље је јако велики број нежељених и непланираних догађаја који доводе до изостанака са посла више од три дана сваке године.

Успостављање културе о безбедности и здрављу на раду унутар предузећа значајно доприноси унапређењу и подизању нивоа свести о важности ове области. То подразумева потпуну и тоталну одговорност на свим нивоима, приврженост, убеђење, постављање високих али достижних циљева и лидерство у врху управљачких структура. Успостављање културе безбедности и здравља на раду мора и треба да буде један од главних циљева, а висок достигнути ниво потребно и неопходно је наградити [141].

Култура БЗР често се представља као засебан део једне организационе целине. Такав вид засебног концептуалног представљања сужава овај концепт само на факторе који су потпуно и нераскидиво повезани са безбедношћу и здрављем на раду, као што су безбедно понашање и параметри који карактеришу безбедно и здраво радно место [190]. Иако се овај концепт културе гаји скоро 30 година (почетак увођења примене овог термина сматра се период одмах након нуклеарне катастрофе у Чернобилу [191]), не постоји јасан и прецизан приступ имплементације.

У [29] је дат преглед литературе у којима се разматра концепт културе БЗР зарад бољег разумевања и прихватања овог концепта. Прегледом је обухваћено 27 научних и стручних литературних извора, који су покушали да дају одређени допринос развоју овог концепта. Тај допринос се осликава у увођењу нових модела који су повезани са осталим структурираним организационим целинама у предузећу; на покушају квантификовања небезбедних поступака и спровођење превентивних мера; на основу резултата састављених упитника спроведених међу запосленима, спровести неопходна унапређења; покушај идентификовања и дефинисања основних фаза и елемената концепта културе БЗР, итд. То само подржава тезу да је термин култура БЗР могуће схватити и интерпретирати у различитом контексту, без одређене врсте упутства на који начин је неопходно спровести овакав концепт. Као логичан след догађаја јесте и проблем дефинисања односно проблем постојања дефиниције која ће обухватити широк спектар активности и процеса унутар предузећа. У овој области спроведено је велики број истраживања у различитим областима и дисциплинама, као што су организациона и друштвена психологија, пословање и менаџмент, итд. То је довело до посматрања концепта културе БЗР са више различитих тачки гледишта [192]. Као последица тога постоји јако велики број дефиниција и нити једна није широко прихваћена [193]. Свака од познатих дефиниција се заснива на истом приступу по којем главне и кључне карактеристике јесу како и на који начин размишљање и понашање запослених утиче на безбедност и здравље на радном месту [29]. Намеће се закључак да се концепт културе БЗР разликује у зависности у којој области се имплементира и да на концепт може утицати јако велики број фактора, као нпр. систем управљања предузећа, политика и процедура предузећа, процес доношења одлука, итд. То може да представља значајну препреку у континуалном развоју и унапређењу у овој области [192].

Успостављање концепта безусловно зависи од његовог потпуног разумевања. Без обзира на читу неодређеност термина, идентификовано и дефинисано је 32 кључна елемента за успешно успостављање концепта [194]. Елементи, добијени путем прегледа литературе показали су задовољавајуће резултате у пракси и на тај начин резултати у области безбедности и здравља на раду су се значајно побољшали. Отуда и веза да успостављањем и одржањем културе БЗР, као и увођењем већ поменутих фактора, може доћи до побољшања резултата. Сматра се да постоји груба линеарна зависност између културе БЗР и резултата [192].

Оно што је неопходно јесте безусловна сарадња између највиших организационих структура предузећа и запослених како би се на задовољавајући и пре свега успешан начин, развио и одржао концепт културе безбедности и здравља на раду [164]. Можда најприхватљивији модел културе БЗР за имплементацију јесте успостављање организационе културе чији су главни приоритети везани за ставове, веровања и вредности у области безбедности и здравља на раду [192].

Читав концепт безбедности и здравља на раду заснива се на 10 принципа, које није неопходно, али је у пракси препоручљиво применити [141]:

1. Све опасности и штетности могу се отклонити.
2. Менаџмент је директно одговоран за превенцију повреда и обољења, с тим што је сваки ниво у предузећу одговоран вишем нивоу, односно одговоран је за нижи ниво у организационој структури.

3. Сваки запослени мора да спозна важност безбедности и здравља на радном месту и да је у истој равни важности као и производња, квалитет или контрола трошкова.
4. Спровођење тренинга и обука за запослене је кључни чинилац у повећавању и одрживости високог нивоа безбедности и здравља на радном месту.
5. Спровођење континуалних провера безбедности и здравља на радном месту.
6. Сви уочени и идентификовани недостаци решавају се у што краћем временском року.
7. Од велике је важности праћење и извештавање о нежељеним и непланираним догађајима са или без последица.
8. Безбедност ван посла јесте једнако важна као и безбедност на радном месту.
9. Превенција опасности и штетности је веома важна за пословање, уколико се посматра шира финансијска слика.
10. Без обзира што менџмент представља стуб ослонац за увођење и одржање културе безбедности, јако велики утицај имају и запослени својим предлозима и сугестијама.

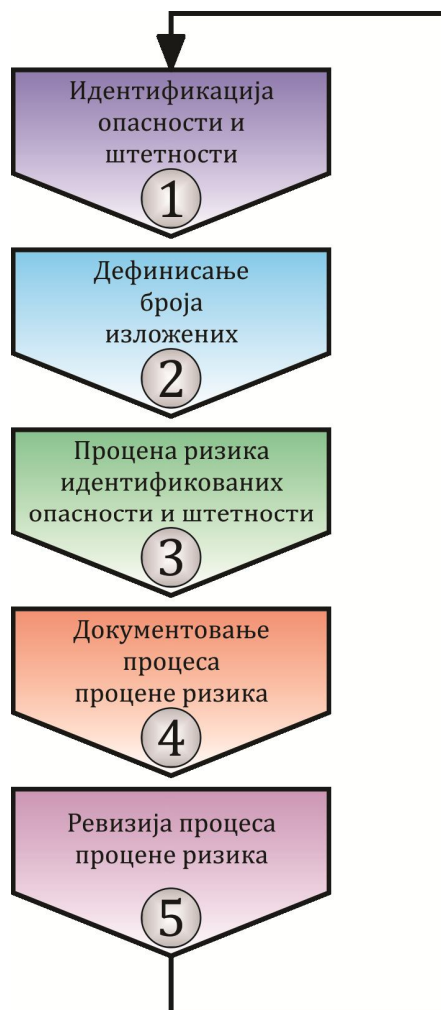
2.6 Традиционални приступ процесу процене ризика

Схватање и перцепција процеса процене ризика може бити јако једноставна. Најједноставнији приступ јесте пажљива и детаљна анализа које све ситуације односно узроци могу да доведу до нежељених и непланираних догађаја. На основу прикупљених информација о свим активностима које се спроводе на посматраном радном месту и идентификовања, може се приступити дефинисању мера неопходних за елиминисање опасности или смањивање нивоа ризика до те мере за коју се сматра да је прихватљив. У таквим случајевима, неопходан је мониторинг таквих идентификованих случајева у дефинисаним временским интервалима.

Најтипичнији облик процеса процене ризика се састоји из идентификације опасности и штетности на радном месту сврставањем у једну од постојећих група, било да су то механичке, електричне или опасности везане за карактеристике радног места, физичке, хемијске или штетности које произилазе из психо-физичких напора. Групе опасности и штетности су дефинисане законом и правилницима, како у Републици Србији тако и у Европској Унији, Великој Британији и Сједињеним Америчким Државама. Управо у тим заједницама постоји јак ослонац и организована тела које спроводе и руководе обезбеђивањем безбедног и здравог радног места. За унапређење, пропагирање и подизање свести о читавом систему безбедности и здравља на раду у поменутих земљама, задужене су агенције и то, Европска агенција за безбедност и здравље на раду [197], Извршно тело за БЗР у Великој Британији [198] и Директорат за безбедност и здравље на раду Сједињених Америчких Држава [199].

Сви познати концепти процеса процене ризика је веома сличан и заснива се на сличним постулатима, односно састоји се од приближног броја корака који се само дескриптивно разликују, али не и суштински. Генерално, традиционалан приступ процесу процене ризика састоји се из 5 корака [201] и то обухвата идентификацију свих опасности и штетности које могу да изазову повреду односно професионално

обољење током спровођења радних активности; дефинисање броја запослених који могу бити изложени опасним ситуацијама укључујући посетиоце, као и могуће начине повређивања; процену ризика идентификованих опасности и штетности уз неопходно сагледавање адекватности и функционалности постојећих мера заштите; документовање читавог процеса процене ризика и поступање у складу са резултатима односно спровођење и имплементација превентивних мера; спровођење ревизије и уколико је то потребно спровести активности допуњавања процене ризика у одређеном временском периоду (слика 2.7).



Слика 2.7 – Традиционални приступ процесу процене ризика

Поред већ устаљеног приступа и дефинисаног броја, постоје развијене и детаљно дефинисане специфичне чеклисте за различите типове радних места, као и листе које садрже препоруке за спровођење додатних мера заштите, које максимално упрошћавају спровођење процеса процене ризика [202].

Из описаног се може видети да се по традиционалном схватању процеса процене ризика узимају у обзир само чињенице које могу да се уоче и на лицу места идентификују опасности и штетности, не улазећи детаљније у проблематику настанка потенцијално опасних ситуација нпр. узрокованих спровођењем радних активности или пропустима и грешкама у организацији радних активности. Резултати тако разматраних проблема нису у могућности да транспарентно прикажу реално стање,

при чему даља анализа и прописивање мера за побољшање стања такође представља један вид недовољно прецизне активности.

2.7 Теорија фази скупова и прогностика у процесу процене ризика

Процена ризика систематизује знања и несигурности о различитим догађајима, феноменима, процесима, активностима и системима који се анализирају [2]. Вредност спровођења процене ризика је детектовање недостатака сложених пословно-производних система и специјално је оријентисана ка побољшању и унапређењу безбедности како самих техничких система тако и свих запослених. Сваки пословно-производни систем заснован на примењеним моделима процене ризика подиже ниво организације на сасвим један виши, научни ниво. Резултати процеса процене ризика представљају улазне информације за процес доношења одлука, а свако доношење одлуке засновано на научним постулатима и принципима је прихватљиво и ствара осећај савршенства и привржености свом раду. Овим се гарантује да су сви процеси унутар једног пословно-производног система безбедни, а самим тим и сви они који су укључени у те процесе и активности. Процес процене ризика треба посматрати као још само једну у низу метода које пружају потпору одлучивању, али процена ризика и процес одлучивања не смеју се међусобно упоређивати јер су то две потпуно различите области [2]. При свакој процени ризика неопходно је узети у обзир читав низ различитих фактора који утичу на спровођење поступка процене како би се утврдио њихов међусобни утицај и укупни утицај на резултате процене ризика.

Процес одлучивања представља један од основних и најважнијих процеса управљања, међу којима су још планирање, организовање, лидерство и контрола. Сматра се да је процес одлучивања чак и најважнији процес, јер доношењем одређених одлука менаџмент често одлучује о будућности како предузећа тако и својих запослених [186]. На основу великог броја константних промена и процес одлучивања постаје знатно сложенији и захтевнији. Доношење одлуке захтева читав процес заснован на укупно пет фаза. У [186] са позивањем на [187] и [188] процес доношења одлуке обухвата:

1. Идентификовање проблема.
2. Генерисање алтернатива и критеријума оптималности.
3. Оцена и избор.
4. Имплементација.
5. Контрола.

Најчешће и највише коришћене фазе у одлучивању су фазе 1, 2 и 3, док се кључним кораком сматрају оцена и избор најбоље алтернативе из скупа идентификованих понуђених алтернатива.

Код сложених система неопходно је потпуно разумевање природе и типова ризика, јер ризици могу да обухвате широк спектар узрока и последица, а самим тим приступ процесу процене ризика мора да буде мултидисциплинаран. При томе се користи неки од многобројних понуђених система заснованих на знању и математичком моделирању, као што су фази логика, теорија фази скупова, вештачке неуронске мреже, Марковљеви ланци, генетски алгоритми, итд.

Методе одлучивања се могу, према критеријумима оптималности, класификовати у две основне групе [186]:

- једнокритеријумске методе и
- вишекритеријумске методе.

Једнокритеријумске методе се карактеришу критеријумом оптималности и скупом ограничења. Овакав критеријум се најчешће описује аналитичком функцијом и решење се налази из услова минимума или максимума критеријума оптималности.

Вишекритеријумске методе се користе код система са организационом структуром, јер настанак проблема јесте последица од више критеријума. Зато се овакви проблеми могу представити као вишекритеријумски проблеми (енг. *Multi Criteria Decision Making - MCDM*). Ова врста проблема се генерално класификују у две групе [186]:

- Вишеатрибутивно одлучивање (енг. *Multi Attribute Decision Making - MADM*) и
- Вишециљно одлучивање (енг. *Multi Objective Decision Making - MODM*).

Читав концепт докторске дисертације, између осталог, почива на утемељењима да је процесу процене ризика неопходан напредак, у научном смислу. Коришћењем математичких алата за описивање стања лингвистичким исказима, омогућено је решавање кључног проблема који се односи на унапређење процеса процене ризика. Према [1] фази логика је примењена и прихваћена техника у области анализе ризика и односи се како на процену вероватноће нежељеног догађаја тако и на процену последица које су изазване нежељеним догађајем.

2.7.1 Теорија фази скупова

Сви реални системи су сложени системи, а самим тим и проблеми који настају не могу се квантификовати већ су окарактерисани недетерминистички. Тако да сва неизвесност која настаје или која је повезана са оваквим недетерминистичким проблемима може проистацати из произвољности или због недовољне прецизности сакупљених информација и података. Информације и подаци који су непрецизни, нејасни и непотпуни могу се изразити помоћу математичког модела као што је Теорија Фази Скупова – ТФС (енг. *Fuzzy Set Theory*). ТФС је развио *Zadeh* [55] [56] [57] [58] [59] [60]. Он је успео да теорију вероватноће представи кроз систем математичке логике како би био у могућности да опише и дефинише фази термине. Односно помоћу математичких образаца и поставки успео је да изрази и представи несигурност и неодређеност. ТФС је дефинисана као грана логике која у скуповима чешће користи степен припадности него стриктне припадности као што су тачно/нетачно. Коришћењем фази логике, скупове је могуће дефинисати помоћу неодређених, лингвистичких исказа (код информација где не постоје ригидне границе), као што су веома висок, средњи, низак ризик и сл. Ове термине немогуће је смислено дефинисати са тачно једном вредношћу. Зато се коришћењем ТФС-а омогућава принцип, како и на који начин се могу овакви термини дефинисати у области математичке логике [63].

ТФС се користи како бисмо били у могућности да их нумерички искажемо, тј. да одредимо ниво ризика. На тај начин, непрецизност и неизвесност података је у значајној мери смањена. ТФС омогућује да се термини из свакодневног језика „преведу“ у нумеричке вредности и на тај омогућује да се ризици квантификују на

најприкладнији начин [167]. Насупрот неоспорним предностима ТФС-а, математичко моделирање има и своја ограничења. Та ограничења се огледају у непрецизности реалних система и догађаја, тако да су неопходни детаљнији подаци од онога што једно људско биће може самостално да сагледа и препозна [168]. У [61] наведени су литературни извори који су, поред *Zadeh-a*, дали допринос развоју и унапређењу ове области. Овај, не тако нови, математички модел налази своју примену у широком дијапазону области нучних дисциплина. Преглед могуће примене ТФС-а, међу којима су инжењерство, економија, медицина, екологија, итд., дат је у [62].

Као последица унапређења у области фази логике, развијени су математички модели засновани на фази теорији помоћу којих је могуће постићи значајно унапређење у прецизности, као и у једноставности структуре модела. У поређењу са са уобичајним традиционалним математичким моделима предност фази модела огледа се у могућности израде и структурирања модела на основу значајно мањег броја информација и података, при чему те информације и подаци могу бити неодређених, променљивих или нејасних карактеристика [54].

У области БЗР и генерално у процесу процене ризика готово често се као критеријум оцењивања стања користе лингвистичке променљиве као нпр. „сигурно“, „штетно“, „прихватљиво“ или „неприхватљиво“ [102]. Лингвистичке променљиве су променљиве чије вредности нису окарактерисане бројевима већ речима или реченицама из свакодневног говора [103]. А да би се на исправан начин манипулисало лингвистичким променљивама користе се фази бројеви и фази логика генерално. Из тог разлога ТФС представља веома корисан модел за приказ развоја „стања опасности/штетности“. Овакав принцип коришћења језичких променљивих помоћу ТФС-а за описивање и одређивање ризика није нов приступ, нарочито уколико поседујемо непотпуне и недовољно прецизне информације. ТФС је такав модел који омогућава да се проблеми не сагледавају „црно-бело“. Оно нам омогућава да се одреди распон између дефинисаних екстрема тзв. „сива зона“, која је неопходна за одређивање и препознавање да ли ће се догодити или не нека идентификована опасност, а нарочито је важно у којој мери [53].

Међу најчешће примењеним методама из групе која припада ТФС-у јесте Аналитички Хијерархијски Процес - АХП (енг. *Analytic Hierarchy Process*). АХП има веома широку примену у различитим областима. Успешно се користи за избор најбољих и најпотребнијих смерница у оквиру концепта одржавања [71], за доношење одлука у вези утицаја на животну околину и екологију [72], [73], за планирање ресурса [74], за управљање унапређењима група [75], за управљање производњом [76] [77], за управљање енергетским ресурсима [78], за управљање улагањима [79], за решавање проблема приликом одређивања положаја [80] [81]. Такође, [108] и [173] представљају прегледне радове у којима се наводе области примене ове вишекритеријумске анализе.

У [67] дат је преглед литературних извора у којима се наводе примена АХП методе за решавање разних ситуација и проблема везаним за безбедност и здравља на раду и то:

- резиме развоја процеса доношења одлука заснован на фази вишекритеријумској анализи [95],
- развијена је методологија заснована на фази логици за оцену изложености ризику у односу на време, квалитет, трошкове и мера сигурности [63],

- развијен је неструктурирани фази систем за подршку одлучивању у процесу оцењивања управљања системом безбедности [96],
- развијен безбедоносни модел заснован на фази закључивању је подеснији и прикладнији за спровођење процеса анализе ризика уколико поседујемо неадекватне и непотпуне информације [97],
- развијен фази безбедносно контролни модел за превенцију нежељених и непланираних догађаја [98],
- потврда погодности коришћења приступа заснованом на фази логици као ефикасан алат у превенцији нежељених и непланираних догађаја, а самим тим и у превенцији повреда [99],
- развијен је фази експертски систем за процену перформанси фактора везаних за здравље, безбедност, екологију и ергономију у рафинерији [100],
- модели засновани на фази теорији умногоме унапређује методе процеса процене ризика и показује охрабрујуће резултате достизања високог нивоа квалитета у процесу процене ризика у грађевинарству [101], [104].

2.7.2 Прогностика

У потпоглављу 2.4 су описане неке од квантитативних и квалитативних метода или алата који се у данашње време користе за процес процене ризика или као допуну већ постојећој. Неке од поменутих метода, између осталих, су провере безбедности, анализа стабла отказа, ХАЗОП, анализа „шта-ако“ могу на одређени начин и у одређеним случајевима предвидети и навестити пре него што настане неки од нежељених и непланираних догађаја. То омогућава експертима у области безбедности и здрављу на раду да донесу важне одлуке о даљим и неопходним активностима. Постоји читав низ метода који на неки начин могу да предвиде могућност настанка нежељених и непланираних догађаја [170].

У области безбедности и здравља на раду, углавном највећи број литературних извора користи термин предвиђање или планирање у неком будућем временском периоду (енг. *forecast*). На основу тога, дефинисано је и дата је синтеза и преглед седам важнијих метода за предвиђање нежељених и непланираних догађаја. У ту групу спадају следеће методе [171]:

- Анализа сценарија,
- Метода регресије,
- Методе засноване на подацима из прошлог периода,
- Марковљеви ланци,
- „Сиви“ модел,
- Неуронске мреже и
- Бајезианове мреже.

Сваки горе поменути метод има своје предности и ограничења и потребно их је користити у правилно дефинисаним и ограниченим оквирима. Методе су квантитативног карактера и у неким специфичним и сложенијим случајевима могу се комбиновати како би се постигла значајнија поузданост и прецизност резултата.

Анализа сценарија, комбинацијом квантитативне и квалитативне анализе, јесте релативно флексибилна метода за предвиђање нежељених и непланираних догађаја. Анализа умногоме зависи од знања, способности и искуства онога ко спроводи анализу. Генерално, овај метод омогућава сагледавање целокупне ситуације и предвиђање будућих догађаја, што оставља места за превентивне активности како би се нежељени и непланирани догађаји избегли или уколико се такви догађаји догађају да се њихов утицај значајно умањи.

Метода регресије је релативно стара метода и широко примењена у различитим пољима. Међутим, због веома ригидних претпоставки и ограничене способности за екстраполацију, прецизност и тачност предвиђања потпуно зависи од величине узорка односно од количине података. Ова метода, такође има могућност предвиђања у току времена и заснована је на функционалној вези између времена (независна променљива) и индикатора нежељених и непланираних догађаја.

Методе засноване на подацима из прошлог периода као базу за предвиђање будућих догађаја користи податке који су прикупљени у одређеном претходном временском периоду. Суштина ове методе јесте мониторинг у одређеним временским интервалима и заснива се на корелацији између прикупљених података.

Марковљеви ланци јесте метод који је погодан за ситуације са великим и случајним променљивим параметрима. Суштина заснива се да за постојеће, садашње стање, будуће стање не зависи од прошлих односно претходних стања.

Теорија „сивог“ модела може да умањи односно ослаби процес насумичности генеришући нови низ параметара. Ова метода је веома добра за процесе и ситуације код којих постоји недовољан број података из претходног периода.

Главне карактеристике неуронских мрежа јесу нелинеарно моделовање, организовање и учење на основу података из претходног временског периода. Једина мана јесте да процес закључивања није флексибилан и да се на процесе, који се догађају унутар скривених слојева, не могу утицати.

Бајезианова мрежа је мало компликованији метод из разлога што сваки део ове методе има сопствени концепт и захтева знатно виши ниво професионалног способности и искуства. За ову методу неопходне су претпоставке засноване на статистичкој дистрибуцији података.

Као резултат прегледа доступне базе научне и стручне литературе, јесте да је термин прогностика (енг. *prognostics*) у највећем броју случајева везан за различите облике предвиђања стања људског организма односно предвиђању настанка одређених врста и типова болести праћењем фактора које представљају узроке тим болестима. Затим, такође већи део литературе односи се на одржавање техничких система, односно на праћење дијагностичких параметара који могу да доведу до одређених типова или модалитета отказа техничког система. Алати који припадају области прогностике омогућили су да на основу праћења идентификованих фактора који могу да доведу до неких догађаја (углавном катастрофалних, било да је реч о људском бићу или техничком систему) предвиде у неком временском периоду како ће се ти фактори понашати, односно да ли ће се њихова вредност расти или опадати. То би представљало повећање или смањење могућности настанка догађаја. На основу тих података може се донети одређени низ одлука, из којих би проистекле одређене

превентивне мере, што би за последицу имало спречавање настанка нежељених и непланираних догађаја.

Акцент који се прожима кроз читаву докторску дисертацију јесте важност проактивног приступа и у безбедности и здрављу на раду, без обзира што још увек није познато и не зна се са сигурношћу шта појам проактивности треба да представља односно да ли оно представља нов приступ, концепт, нов метод или алат.

2.8 Безбедност и здравље на раду и пословно-производни системи засновани на савременим производним филозофијама

Како би се постигао један од кључних циљева сваког пословно-производног система, а тиче се значајнијег смањења повреда на раду, истраживања у области безбедности на радном месту могуће је посматрати са различитих тачки гледишта [28] [29]. Поред свеобухватног приступа потребно променити и начин размишљања и прилаз проблемима из области безбедности и здравља на раду (БЗР). Потребно је да се разумевање и промена свести пренесе на одлуке које доприносе смањивању броја повреда [30]. Имајући у виду да је друштво пролазило кроз различите етапе у схватању радних навика и филозофије живљења, начин размишљања и рада карактеристични за те периоде и промена навика представља највећи проблем. То потврђују и научна истраживања [31] [32] [33]. Промена основних схватања у било ком облику могу бити немогућа мисија и да чак 70% покушаја увођења промена доживе неуспех. Зато је највише времена и труда потребно утрошити у промену схватања и разумевања нових савременијих система функционисања пословно-производног система. Најчешћи разлози настанка отпора променама укључују тежња да се не изгуби на вредности (производа), погрешно разумевање разлога увођења промена, вера да промене нису у складу са принципима и ставовима организације и веома низак праг толеранције међу запосленима [34].

Главна препрека у модерним пословно-производним системима јесте њихова сложеност. Сложеност се заснива на новим начелима и принципима организовања и новим процесима рада уз повећање употребе аутоматизованих средстава за рад, а све у циљу повећања профита, повећања производње и безбедности. Самим тим и одржавање одређеног концепта или стандардизације је знатно теже и потребно је потражити нове приступе и решења како применити у таквим условима. Олакшавајућа околност увођења промена у безбедности и здрављу на раду јесте што се сви захтеви и сва побољшања и унапређења заснивају на тзв. здравом разуму и логичком закључивању. Узимајући све позитивне и негативне стране динамике унапређења технологија потребно је пронаћи начине за што боља решења у концепту управљања ризицима [37].

Концепт живљења а самим тим и концепт рада драстично се променио и убрзао. Тренд убрзања и даље расте што има велики како директни тако и индиректни утицај на способности и перформансе запослених. Промене у вези и на радном месту најчешће обухватају питања у вези реорганизације и структурирања запослених, измене у уговорима о раду, броју радних сати у току радне недеље, коришћење напредних технологија, неопходност развоја способности и могућност покривања већег броја радних активности на једном радном месту или рада од куће, итд. Сва претходно

наведена питања имају велики утицај на систем БЗР-а [44] [45]. Потребно је да се све ове и многе друге промене и изазови у будућности имају у виду и направи таква стратегија у области безбедности и здрављу на раду која ће моћи да испрати динамику промена и обезбедити најбоље и најбезбедније услове за рад. Једино остаје неразјашњено колико и на који начин пословно-производни системи успевају да се изборе са свим изазовима.

Идентификовање утицаја промена у вези и на радном месту на безбедност и здравље запослених јесте само по себи веома значајно. Као што је раније напоменуто, тај утицај може бити на директан или индиректан начин. Кључна разлика јесте да се проучавају и испитују настанак последица у облику како повреде на радном месту тако и обољења у вези са радом. Повреде настају као тренутна последица деловања опасне појаве, док обољења карактеришу временски дуготрајно деловање опасних појава, а манифестује се у виду различитих типова и класа болести. Такав начин конципирања разлика утицаја промена услова на радном месту омогућава класификацију и много боље поимање кључних разлика. Отуда директан утицај се односи на непосредне последице појавом непланираних и нежељених догађаја нпр. повећање радног притиска на послу, лоша обука, повећање броја радних задатака, док се под индиректним утицајем подразумева настанак болести, замор запослених, несигурност у вези могућег губитка посла, поремећај биолошког ритма итд [47] [48]. У [46] дат је преглед и разматран проблем настанка најчешћих последица промена у вези и на радном месту (акцент је дат на промену радног времена, организацију рада и радне шаблоне), као и дефинисање и имплементирање потребних превентивних мера. Такође, у истом научном раду дат је веома велики број литературних извора (научних, практичних и статистичких) који наводе, дефинишу и описују које и на који начин различите „мање или веће“ повреде и обољења могу да утичу на радни процес и на структуру пословно-производних система у целини.

Са свим претходно поменутих закључак се једноставно намеће да постоје јасне потешкоће у дефинисању ефикасне процене ризика на радним местима код којих су промене стандардна појава. Промене као појава саме по себи не представљају проблем јер су промене неминовне већ уколико се неколико промена манифестују истовремено и на тај начин проблеми постају значајно сложенији. Зато је неопходно осмислити и конципирати такав процес процене ризика која ће успети да успешно задовољи захтеве савремених филозофија пословања и производње.

Концепти савремених производних филозофија појавили су се како на Западу (пре свега Сједињене Америчке Државе) тако и на далеком Истоку (Јапан) успевши да уједине сва нова научна достигнућа, резултате технолошког развоја, аутоматизације и компјутеризације заједно са важним и неопходним елементима који се односе на поимање филозофије живота. Овакав приступ проблемима полако је постао основни елемент политике и стратегије сваког пословно-производног система. Ови захтевни и комплексни концепти који су прихваћени од стране водећих мултинационалних компанија које су у сталној трци да своју производњу учине рационалнијом, профитабилнијом и безбеднијом.

Два основна концепта представљају:

- 1) Производња светске класе (енг. *World Class Manufacturing - WCM*) и
- 2) *Lean* производња (енг. *Lean Production – Lean*)

2.8.1 Производња светске класе

За компаније које желе да достигну светку класу у области којој припадају, безбедност и здравље на раду једна је од кључних задатака и питања на које је потребно одговорити на адекватан начин. Узимајући у обзир карактеристике савремених компанија, величину и сложеност организационе структуре, висок ниво аутоматизације и висок ниво сложености процеса, непланирани и нежељени догађаји могу бити јако великих размера. У данашње време, процена ризика и успостављање система безбедности и здравља на раду има превентивну улогу, како до непланираних и нежељених догађаја не би дошло [169].

Производња светске класе (*WCM*) представља савремени концепт, односно у најширем смислу филозофију организовања производње који се заснива на комбинацији имплементације напредних приступа и метода усмерених ка континуалном побољшању [176]. Правилно и потпуно имплементиран концепт *WCM* обезбеђује значајно повећање продуктивности, смањење отказа и унапређење квалитета производа кроз укључивање свих запослених и континуирано побољшање свих кључних аспеката производње [177]. Прихватање овог концепта неоспорно доводи до унапређења, а школски пример је постао опоравак Јапана после Другог светског рата и њихово стасање у једну од водећих индустрија на свету [180].

Напредни облици *WCM*-а базирају се најчешће на 10 техничких пиlara (стубова), при чему се уочава да је ослонац читавог концепта први пилар за безбедност запослених и радне околине, што је приказано на слици 2.8 [177]. Са слике 2.8 се уочава да први пилар представља управљање системом безбедности и здравља запослених и радне околине. Безбедност на нивоу светске класе означава базу односно основу за достизање нивоа светске класе у свим деловима предузећа [178].



Слика 2.8 – Кућа *WCM*-а [177]

Генерално, читав концепт *WCM* – а заснива се на унапређењу кроз седам корака, који су потпуно разрађени за сваки од пилаара. За пилар предвиђен за безбедност и здравље на раду и радној околини тих седам корака изгледа на следећи начин:

- Корак 0: Генерално, седам корака унапређења започиње нултим кораком који представља успостављање политике, задатка и циља који је неопходно да одговорни у овом пилару успоставе и да се процени сваки идентификовани ризик на радном месту.
- Корак 1: На основу података из прошлости, потребно је спровести анализу свих нежељених и непланираних догађаја, као и узроке који су довели до таквих догађаја.
- Корак 2: После установљених узрока који су довели до нежељених и непланираних догађаја, неопходно је спровести корективне мере на идентификованим местима и тако дефинисане корективне мере унапређења имплементирати на области сличних карактеристика.
- Корак 3: Овај корак представља дефинисање одређених стандарда што подразумева примењивање тих прописаних стандарда и списак свих нежељених и непланираних догађаја који су се манифестовали у претходном (дужем временском) периоду.
- Корак 4: У овом кораку неопходно је извршити свеобухватну проверу безбедности, при чему треба обратити пажњу на већ имплементирани корективне мере и започети обуку и едукацију запослених.
- Корак 5: Спровођење превентивних мера за спречавање могућих, потенцијалних већ познатих проблема.
- Корак 6: Независни стандардни безбедности
- Корак 7: Потпуна имплементација и припрема система за управљање безбедношћу.

Прва три корака (корак 1, 2 и 3), у суштини, представљају корективни приступ и састоје се од низа активности који подразумевају идентификацију и отклањање проблема. У овој фази, главну улогу и ослонац у спровођењу корака су запослени стручно оспособљени у овој области. Четврти и пети корак представљају увођење превентивног принципа при чему се дефинишу мере и активности како би се избегло понављање већ познатих и претходно утврђених проблема. Шести и седми корак подразумевају проактивни приступ и утврђивање мера и активности у циљу спречавања да до проблема уопште дође [179].

Ти последњи кораци представљају само прилагођавање савременим захтевима који диктира концепт савремене производне филозофије. Један од њих пропагира да број повреда мора да буде „нула“ (енг. *Zero accidents*). Самим тим, долази се до ситуације и окружења у којима ризици не постоје. У пракси, такав став се сматра немогућим, јер се ризици на радном месту не могу елиминисати већ само смањити. Отуда и закључак да постоје ситуације у којима се ризици морају прихватити у мери која нема за последицу догађаја који нарушавају безбедност и здравље запослених. Проактиван приступ јесте савремени концепт којем апсолутно припада развијени унапређени модел за процену ризика, јер има одређену улогу предвиђања могућности настанка нежељених и непланираних догађаја, у дефинисаном будућем временском периоду.

2.8.2 *Lean* производња

Термин „*lean*“ се у стручној литератури на Западу први пут појављује почетком деведесетих година двадесетог века. Појављивање термина је везано за резултате обимног истраживања који је спровео *Massachusetts Institute of Technology - MIT*, САД и то о будућности аутомобилске индустрије на глобалном нивоу као главног покретача развоја читаве индустрије. Као резултат овог пројекта је проистекла књига [181] која је у значајној мери изменила поглед на организацију производње, а нарочито у веома захтевном и сложенем сектору какав је аутомобилска индустрија. Компарација примера узетих из Сједињених Америчких Држава (*General Motors*) и Јапана (*Toyota*) показала је несумичну супериорност јапанског концепта савременог схватања производних филозофија, назван *Lean Production* или само *Lean*.

Сам термин *Lean* се у принципу не преводи и прихваћено је да се користи у изворном облику. У суштини он означава нешто рационално и штедљиво. Обзиром да је концепт настао у компанији која се борила да очува своју конкурентност на захтевном светском тржишту аутомобила, суочена са оскудицом свих неопходних ресурса (сиrovине, простор, енергија, инвестиције) он дефинише интеграцију два основна циља:

- 1) остати конкурентан на веома захтевном тржишту и
- 2) елиминисати све активности које праве губитке.

У фокусу *Lean*-а налазе се сви облици губитака и расипања енергије, сировина, времена, рада, производних ресурса итд., категорисаних у 7 типова губитака. Циљ је да се ови губици и расипања елиминишу или смање на најмању могућу меру при чему се као основни критеријум оправданости утрошка било ког материјалног или нематеријалног производног ресурса поставља стварање нове материјалне вредности коју је купац спреман да плати [120].

Услед другачијег начина размишљања и прилагођавања захтевима тржишта, овакав и слични концепти савременог схватања производних филозофија може, али то не мора да буде случај, да има негативан утицај на безбедност и здравље на раду. У [182] је дат преглед литературе у коме је експлицитно наведено да увођење оваквог концепта схватања организовања производње има негативан утицај у нешто више од половине научне и стручне литературе, по којој је извршено истраживање. Сматра се да одређени принципи, као што је одржање континуираног тока производње повећава стрес код запослених, односно није омогућено раднику да диктира темпо рада; преквалификованост радника, посећивањем едукативних курсева, углавном се подразумева само као могућност да запослени изврши више радних задатака; јако велики захтеви како би се испоштовала норма; прековремени рад; контрола, праћење и евалуација запослених и сл.

Најчешће спомињани и незаобилазни фактор данашњице, било да је позитиван или негативан, стрес је увек свеprisутан. У условима увођења и успостављања новог приступа и концепта организовања производње, стрес је незаобилазни фактор и углавном се ставља у контекст негативног утицаја [189]. Са друге стране, постоје и позитивни ефекти увођења концепта савремених производних филозофија. Те позитивне стране се осликавају у очувању радног места; запослени имају исти третман без обзира на позицију у компанији; високо образована радна снага; подржавање запослених и добра комуникација са менаџментом [182].

Из овог се може закључити да не постоји јасно дефинисана граница да ли и у коликом проценту *Lean* негативно или позитивно утиче на област безбедности и здравља на раду. На ту двојакост утичу многи фактори, начин функционисања и структурирања компаније, социјално-економски статус, до ког нивоа су запослени укључени у процес имплементације *Lean-a*, док се фактор који се намеће као онај који има највише утицаја јесте достигнут ниво имплементације *Lean-a*. Отуда, увођење *Lean-a* не мора безусловно да значи и негативан утицај на БЗР [183], јер уколико се повреда посматра као губитак онда је јасно да увођење оваквог концепта доноси читав низ побољшања односно елиминисање или смањење губитака, што и представља основну доктрину *Lean-a*. Коришћењем низа метода и алата, који се користе приликом имплементације *Lean-a*, могу на извешан начин утицати на побољшање безбедности и здравља на раду.

Читав низ алата и метода неће бити од користи уколико се запослени у потпуности не укључе у имплементацију читавог процеса. Оно што је важно напоменути јесте да је *Lean* 75% друштвено и 25% техничко питање. Зато се, поред већ добро познатих алата и метода за имплементацију концепта (*kaizen*, *5S*, *5W+1H*, *roka-yoke*, *visual management*), углавном ставља акценат на рад са запосленима, обуке и семинари, односно континуални процес едукације [90] [184].

Најчешће прихваћен и најприменљивији модел у области безбедности и здравља на раду, а да је у складу са *lean* принципима, приказан је на слици 2.9.



Слика 2.9 - Континуално унапређење у обезбеђивању успостављања и одржање система безбедности и здравља на раду [166]

Најбоља превенција нежељених и непланираних догађаја јесте уколико се обезбеди веома јака посвећеност менаџмента, максимално учествовање запослених и правилно структурирано управљање [166], што уз континуално унапређење и јесте читава филозофија савременог концепта организовања производње.

Резултат једне врсте покушаја да се интегришу *Lean* и безбедност јесте стандард B11.TR7-2007 Америчког Националног Института за Стандардизацију [185]. У стандарду је представљена и означена важност интеграције процене ризика и *Lean-a*. Значајан допринос приближавању карактеристика ове две области лежи у дефинисању корелације седам идентификованих губитака у *Lean* окружењу, са становишта безбедности и здравља на раду, приказано у табели 2.5 [185].

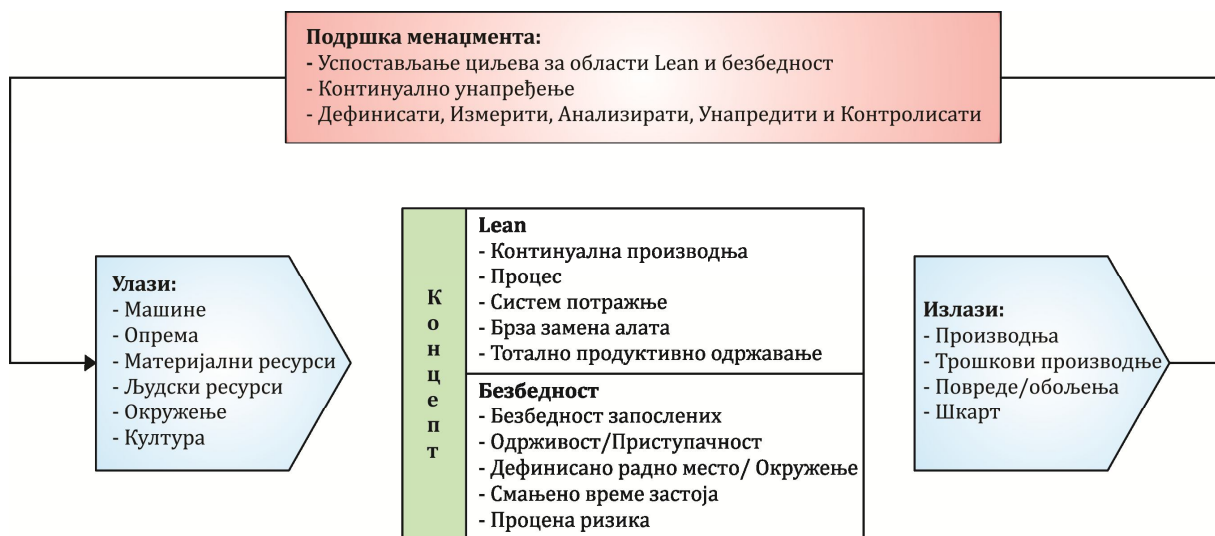
Табела 2.5 - Објашњење *lean* губитака са становишта безбедности и здравља на раду

| Губици | Објашњење у оквиру БЗР-а |
|-----------------------|---|
| Прекомерна производња | Непотребна манипулација теретом доводи до пренапрезања организма, напора; могућих несрећа у којима учествују возила унутрашњег транспорта; привремено одлагање материјала. |
| Чекање | Машине нису конструисане за брзо пуштање у рад или брзи прекид рада; машине нису на адекватан начин одржаване; неправилно одлагање алата које машина користи. |
| Транспорт | Учествовање великог броја средстава за транспорт; лоша организација радног простора која за последицу има прекорачење могућности машина и оптерећење људи; лоше организован и осмишљен систем превоза материјала унутар радне просторије. |
| Грешке и корекције | Беспотребно понављање покрета; врло често на машини на којој се корекција ради нема или су постављени на погрешан начин системи заштите; непотребан транспорт материјала који је потребно дорадити. |
| Залихе | Могућност повреде током одлагања залиха; понављање покрета. |
| Кретање | Понављање покрета; повреде које настају у интеракцији запослених и машина односно уређаја. |
| Шкарт | Повреде које може да задобије купац; повреде као последица напрезања и истегнућа. |

На основу ове табеле могуће је извршити одређену врсту поређења како би се одредила поклапања односно преклапања у смислу дефинисања модела који ће представљати доказ како и на који начин треба поставити чињенице како би се дошло до резултата да унапређења која настају имплементацијом *Lean-a* значајно утичу на побољшање услова рада. Тај модел представља други важан резултат наведеног стандарда. Кључна чињеница лежи да оба процеса, *Lean* и безбедност, почињу и завршавају се са потпуном посвећености и подршком највиших структура компаније тј. менаџмента (слика 2.10).

На приказаном моделу приказани су неопходни улази, излази и методе које омогућавају да се достигну и постигну циљеви у области *Lean-a* и безбедности. Као улази дефинисани су сви елементи који карактеришу једно радно место, као што су средства за рад (машине и опрема), материјални ресурси, људски ресурси, околина и

култура. Док излази осликавају постигнуте резултате, при чему ти резултати могу бити или позитивни или негативни.



Слика 2.10 – Општи модел за успостављање релације између Lean-а и безбедности [185]

Примери позитивних резултата су висок ниво производње, минималан број шкарт производа, веома ниски трошкови производње, без или са веома смањеним бројем повређених/оболелих запослених. Супротно позитивним, негативни излази би представљали низак ниво производње, увећани број шкарт производа у различитим деловима процеса производње, значајно увећани трошкови и јако велики број повреда. Овај модел представља само полазни корак који је неопходно прилагодити посматраном радном месту.

3

ДЕФИНИСАЊЕ ФАКТОРА И ПОДФАКТОРА И ИДЕНТИФИКАЦИЈА МОГУЋИХ РИЗИКА

Сваки пословно-производни систем чији је јасан циљ повећање конкурентности на тржишту суочава се са низом ризика који утичу на испуњавање зацртаних циљева на месечном, кварталном или годишњем плану. Ови циљеви утичу на све нивое и активности пословно-производног система од стратешких иницијатива до операција, процеса и свих других пројеката који се огледа кроз друштвене, технолошке, безбедоносне и сигурносне резултате. Затим има утицаја на комерцијалне, финансијске и економске перформансе као и на друштвени, културолошки и политички углед. Да би се достигао ниво савременог пословања потребно је да се испуни низ неопходних предуслова и захтева. Према [8] најзначајнији међу њима представљају испуњавање техничких, безбедоносних, сигурносних захтева, уз очување и заштиту животне околине. Ово је један од разлога за унапређење концепта безбедности у пословно-производном систему и доказано један од предуслова за успешну одрживост на светском тржишту.

Стога, даљи развој и истраживања у области безбедности и здравља на раду потребно је тражити изван традиционалних принципа на сасвим нови, иновативнији и савременији приступ. Неопходност праћења промене радног места и радне околине долази до изражаја како би се све промене уочиле и разматрале у смислу какве би проблеме могле да имају на промену безбедности радног места.

Сваки систем, од најједноставнијих техничких па све до великих индустријских система, требало би да се посматра као сложен социјално технолошки систем који захтева континуалну човекову активност и учествовање [146]. За овако посматране системе неопходно је осмислити моделе који ће, на неки начин, успети са великом

прецизношћу, односно са што мањом грешком предвидети могуће будуће проблеме у области безбедности и здравља на раду. Поред већ прихваћених начина и приступа посматрања система неопходно је, услед постојања јако великог броја различитих типова опасности и штетности, применити одређени виши, научни приступ. Оно нам омогућава да помоћу разумевања и спознавања читавог система са свим карактеристикама истог, осмисли задовољавајући модел који ће на најефикаснији начин превентивно утицати, спречити или ублажити последице нежељених и непланираних догађаја.

Сви непланирани и нежељени догађаји који се манифестују са или без последица су резултат комбинације у троуглу запослени, организација и карактеристике посла. Под тим се подразумева међусобна интеракција између фактора, укључујући интеракцију менталних, физичких, перцептуалних могућности људи и карактеристика радног места и радне околине, затим неопходно је узети у обзир избор, принцип и квалитет рада опреме и средстава за рад на резултате као и на ефикасност запослених. Велики број фактора утичу на нарушавање система безбедности и здравља на раду, при чему је једна група фактора веома транспарентна, док је друга практично сакривена и на први поглед невидљива без дубље анализе процеса.

Такође, значајан утицај на нарушавање система за безбедност и здравља на раду има и начин и способност менаџмента да организује и спроведе читав низ неопходних правила и мера како би се радно место прилагодило минималним могућностима запослених. Прилагођавање радног места запосленом је специфично због великог броја различитих фактора. Један од најзначајнијих јесте могућност и начин перцепције и спознавање ризика. Антрополошки гледано, на свету не постоје два иста људска бића. Аналогно томе, не постоје два људска бића која ће на исти начин одреаговати на једну исту ситуацију или разумети последице и ниво ризика [141]. Најтежи задатак, највећи изазов истраживања и унапређења процеса процене ризика јесте идентификација веродостојних и оправданих фактора који утичу на процес. Многи фактори су по природи такви да их је немогуће квантитативно одредити. Зато је од изузетне важности да се сви запослени укључе приликом идентификације, оцене и избора фактора на свом, али и на осталим радним местима у предузећу. Суштина учествовања свих запослених у оваквој врсти активности јесте могућност формирања групног мишљења око истог проблема. Пошто сваки запослени поседује различиту перцепцију, знање и искуство, а при томе своје радне обавезе спроводи у различитим целинама предузећа утолико је значајност резултата групног мишљења добија на тежини.

Најсвеобухватнији облик класификације групе фактора је дат у [110], где је дефинисано укупно 5 група фактора који утичу на резултат спровођења процеса процене ризика и то:

- операциони фактори (обухватају све што се користи у процесу производње, од опреме до материјала),
- организациони фактори (све што се односи на организационе аспекте пословно-производних система),
- људски фактори,
- економски фактори (екстерни утицаји на пословање) и
- природни фактори (природне катастрофе).

Идентификација и употреба ових фактора има за циљ побољшање и унапређење система безбедности и здравља на раду. Главни акценат развоја читавог система безбедности био је на техничким унапређењима што је значајно смањило број повреда које су настале као последица отказа техничких система. Успостављањем овог вида унапређења, у великој мери су постали видљиви узроци нежељених и непланираних догађаја, а испитивањем се дошло до тога да су највећи број тих догађаја грешка запослених. У вези са тим, постало је очигледно и неопходно да се уведу и организациони фактори који утичу на радно место и активности које се спроводе. Као закључак се намеће да је неопходно укључити све три групе фактора у разматрање, како би се дошло до унапређења и одрживог система безбедности на високом нивоу [151].

Табела 3.1 – Идентификација фактора на основу перцепције проблема

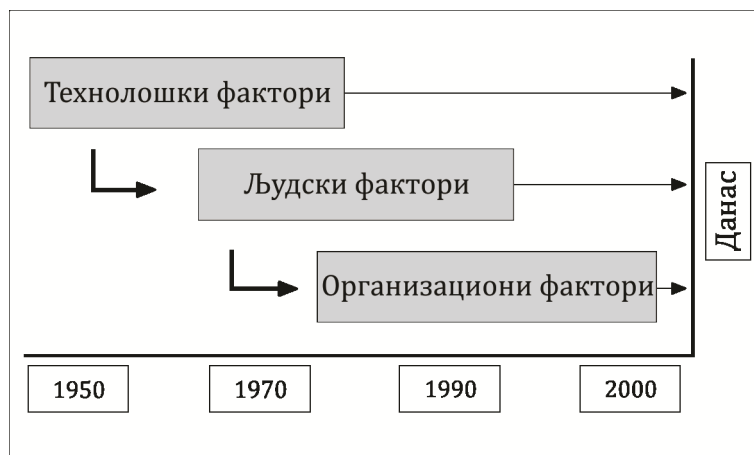
| Р.бр. | Интерпретација фактора | Референца |
|-------|--|-----------|
| 1. | <ul style="list-style-type: none"> • Људски фактори • Организациони фактори • Технолошки фактори | [146] |
| 2. | <ul style="list-style-type: none"> • Организациони фактори • Лични фактори • Фактори везани за карактеристике радног места • Фактори околине | [150] |
| 3. | <ul style="list-style-type: none"> • Људски фактори • Технолошки фактори • Организациони фактори | [151] |
| 4. | <ul style="list-style-type: none"> • Људски фактори • Организациони фактори | [152] |
| 5. | <ul style="list-style-type: none"> • Организациони фактори • Људски фактори • Технолошки фактори | [156] |
| 6. | <ul style="list-style-type: none"> • Људски фактори • Организациони фактори | [154] |
| 7. | <ul style="list-style-type: none"> • Лични фактори • Фактори опреме • Фактори околине • Фактори управљања | [159] |
| 8. | <ul style="list-style-type: none"> • Технолошки фактори • Индивидуални фактори • Организациони фактори | [160] |
| 9. | <ul style="list-style-type: none"> • Фактори који се односе на тежину задатака • Фактори околине • Људски фактори • Организациони фактори | [167] |

Табела 3.1 (наставак)

| Р.бр. | Интерпретација фактора | Референца |
|-------|---|-----------|
| 10. | <ul style="list-style-type: none"> Лични фактори Организациони фактори Фактори који се односе на тежину задатака | [111] |
| 11. | <ul style="list-style-type: none"> Лични фактори Организациони фактори Фактори који се односе на тежину задатака | [53] |
| 12. | <ul style="list-style-type: none"> Организациони фактори Лични фактори Фактори који се односе на тежину задатака | [172] |
| 13. | <ul style="list-style-type: none"> Лични фактори Фактори који се односе на тежину задатака Организациони фактори | [51] |
| 14. | <ul style="list-style-type: none"> Људски фактори Организациони фактори Технолошки фактори | [203] |

Како би се са великим процентом успешности идентификовали фактори који утичу на безбедност и здравље на раду, неопходно је где, како и на који начин су запослени изложени опасним ситуацијама [170], узимајући у обзир све доступне податке и искуства запослених. Према литератури јако велики број истраживача се бавио овом проблематиком. Због тога постоји велики број класификација и подела који се тичу назива и начина интерпретације група фактора и степена важности идентификованих група фактора (табела 3.1), без обзира на величину и важност техничког система односно гране индустрије који се ставља у центар проучавања.

Потврда неопходности прављења овакве структуре и типа класификације проистиче из гране индустрије која је у одређеном тренутку историје сматрана за најризичнију. Историја безбедности у ваздухопловству може да се подели на три ере које подразумевају постепено укључивање три незаобилазна фактора (слика 3.1) [207].



Слика 3.1 – Неопходност класификације фактора

У техничкој ери (од 1900. до 1960. год.) акценат се стављао на технолошке факторе који за последицу имају настанак отказа техничких система. Имплементацијом прописаних мера за унапређење идентификованих технолошких фактора, значајан напредак постигнут је у учесталости појављивања нежељених и непланираних догађаја. Већ током 70их година прошлог века, унапређењем технолошких фактора, значајно је смањен број несрећа.

Корак даље представљало је укључивање људског фактора односно посматрана је веза између човека и машине. Укључивање људи у контекст безбедности било је незаобилазно, јер је човек незаобилазан фактор сваког рада техничког система. У организационој ери еволуције безбедности, представљен је концепт утицаја организационих фактора на безбедност. Прикупљање података на традиционални начин подразумевало је испитивање узрока нежељених и непланираних догађаја. Организациони фактори имају улогу базирану на прикупљању података на сасвим нов начин и прављење неопходне документације како би се прописале неопходне превентивне и проактивне мере. Такав принцип омогућава спречавање настанка нежељених и непланираних догађаја.

3.1 Идентификација фактора и подфактора

Кључни аспект о коме се водило рачуна приликом избора броја и врсте фактора представљао је начин, концепт и приступ сагледавања проблема у оквиру области безбедности и здравља на раду. Важно је уочити и упознати се са системом рада, нивоом знања и компетентности, на који начин се примају информације и сходно томе, како се доносе одлуке. Током праћења активности неопходно је забележити све потребне податке и добити све неопходне информације, од врсте опреме, преко начина и врсте организовања радних задатака па све до понашања запослених.

Преглед литературе намеће најчешће коришћене фактора и ту спадају људски фактори, организациони фактори и техничко-технолошки фактори. Ово су три најчешће групе фактора који утичу на настанак нежељених и непланираних догађаја [195]. Без обзира на закључак да је потребно користити ове три фактора приликом процеса процене ризика, није неопходно да се сви елементи процеса процене ризика заснивају по овој шеми односно на овим факторима [147].

Као што се види у табели 3.1 извршена је подела фактора који утичу на безбедност и здравље запослених приликом спровођења радних активности, по сличним основама вођени готово идентичним начином размишљања. Основна разлика јесте различита перцепција радног места и како би се дефинисала група фактора која се односи директно на радно место. Подела која је извршена, а проистиче из хипотезе ове докторске дисертације, заснована на дефиницији радног места које представља скуп свих радних активности које један запослени спроводи у току свог радног времена [196]. Дефинисане групе фактора у потпуности покривају све могуће аспекте који имају одређени утицај на нарушавање безбедности и здравља запослених. Разматрањем је обухваћено људско биће и постављено у центар читавог концепта, са свим његовим позитивним и негативним особинама, навикама и културом понашања. Како би се радно место у потпуности прилагодило запосленима (микроклима и ергономски аспекти рада), неопходно је дефинисати организационе факторе који ће

олакшати, али административно и процедурално спровести све потребне активности за унапређење услова рада. Генерално, организационе активности имају за циљ да у потпуности стандардизују процедуре и инструкције за извршавање задатака и исправно коришћење средстава за рад. Један од најтежих задатака приликом дефинисања група фактора јесте дефинисање треће групе фактора и идентификација фактора унутар те групе. Трећа група фактора су техничко-технолошки фактори и у потпуности се односе на опрему и уређаје за спровођење радних активности, техничке аспекте рада и одржавање истих, али и њихово обезбеђивање уређајима за безбедан рад. Уз такав приступ, неопходно је познавати технолошке поступке и процедуре, карактеристике процеса уз употребу различитог алата.

3.1.1 Људски фактори

У данашње време, ради потпуног разумевања функционисања система и начина рада, неопходно и потребно је укључивање фактора карактеристика запослених односно људског фактора. Велики проценат нежељених и непланираних догађаја су настали као последица људског фактора, што је потврда да је утицај човека односно запосленог на безбедност веома велики [157]. Запослени морају да уложе значајнији напор како би се адаптирали на постојећу ситуацију и успели да одрже корак тако што ће унапредити своје вештине, ниво знања и способности кроз постојање програма обуке у предузећу.

Сваки појединац, у контексту запосленог, на посао и у своје пословне обавезе често и несвесно употребљава све своје личне поступке, ставове, способности, навике, расуђивања и особине генерално, које могу позитивно, али и негативно да утичу на резултате извршених пословних задатака. Индивидуалне карактеристике имају веома велики утицај, али неопходно је на време идентификовати које су то особине и способности које би за последицу имале негативан утицај на безбедност и здравље запосленог и његовог окружења [139].

Оно чему се тежи јесте спречавање догађаја чији је узрочник човеков ум или размишљање који за последицу има губитак контролних функција над телом што доводи до спровођења најједноставнијих и најприроднијих функција на погрешан начин. Могућности и ограничења у извршавању постојећих задатака огледају се у нивоу образовања, искуства, понашања, али и кроз психофизичку перцепцију која се испољава кроз стрес, умор и сл. Поред објективних карактеристика које могу утицати на спровођење радних активности, постоје и оне особине као што су мотивација, одговорност, очекивања, задовољство све оно што карактерише запосленог и његов лични однос према послу. Такође, свако живо биће, без обзира на пол и године, није у могућности да у потпуности елиминише личне и породичне проблеме приликом рада, што неоспорно доводи до слабљења концентрације, несмотрености, појаве расејаности и смањења способности расуђивања. Незаобилазни фактор када је реч о раду у тиму јесу и међуљудски односи који, како је и пракса показала, може имати значајан утицај на извршење радних активности и резултате генерално. Главни акценат је на односу између надређених и подређених, однос унутар тимова између колега, затим склоност ка конфликтним ситуацијама и сл. Ово су фактори који појединачно или у

комбинацији, што је најчешће случај, могу изазвати настанак нежељених и непланираних догађаја.

Неопходност схватања и тумачења понашања запослених, зашто одређене ствари раде на себи својствен начин, јесте кључна чињеница. Отуда је представљена важност укључивања виших и водећих структура предузећа тј. менаџера, што је према прагматичном схватању савремених производних филозофија потребно ради праћења процеса спровођења радних задатака својих запослених. Само праћењем и запажањем могу се уочити одступања од прописаних процедура чиме би се безбедност запослених угрозила. То подразумева да се одреди ниво интеракције особина односно могућности људи и питања везаних за безбедност и здравље на раду. Свака врста интеракције ослања се на ставове које су запослени стекли искуством, нивоом интелигенције, мотивацијом, способношћу. Ставове је тешко променити, али успостављањем културе и подизање свести о безбедности могуће је максимално утицати на запослене [141]. Стога, у данашње време увођење људског фактора и његов утицај на читав систем сматра се неизоставним чланом у било којем типу процене безбедности [142].

Увођење и проучавање понашања запослених представља, на један начин проактиван приступ испитивању безбедности и здравља на радном месту, док се на други начин супроставља традиционалистичким методама. Под супростављањем се подразумева, укључивање посматрања и праћења понашања запослених, јер се у традиционалистичким методама понашање запослених генерално избегавало. То је само потврда да је овај вид приступа неопходан у оквиру процеса процене ризика. У новијој литератури се углавном користи термин небезбедно понашање или небезбедни поступци (енг. *Unsafe behaviour/unsafe act*). Према спроведеној студији, ефикасност правилно спроведене безбедности заснованом на унапређењу понашања јесте 96.8% [162]. Према [200] неопходно и потребно је узети у разматрање човеково понашање приликом спровођења процеса процене ризика. На тај начин може се проактивно деловати у циљу елиминисања повреда насталих човековом непажњом у току спровођења радних активности.

Небезбедно понашање

Небезбедно понашање може се јасно показати на различите начине, од неношења личних заштитних средстава до непоштовања прописаних процедура рада. Али, такво понашање се може тумачити одсуством довољно добре обуке, али и недостатком добре воље као и недовољног нивоа знања и способности да се одређени задатак изврши.

Оно што је потребно јесте да више организационе структуре спознају, али и у потпуности разумеју који разлози доводе до небезбедног понашања код њихових запослених. Небезбедно понашање доводи до два облика грешке [141]:

1. Ненамерне грешке које су последица недовољне количине знања и способности да се неки задатак изврши у потпуности и
2. Намерне грешке су последица намерног неизвршавања прописаних активности приликом спровођења задатака.

Свака врста грешке коју је починио запослени, представља тзв. небезбедно понашање или небезбедне поступке. Као што је горе наведено, грешке се могу класификовати у ненамерне и намерне грешке. Такође, у [143] дата је детаљнија подела грешака која обухвата, уз већ поменуто, још један ниво класификације. У ненамерне спадају грешке

које су настале услед непажње и грешке услед заборавности, док у намерне спадају грешке настале због ниског нивоа знања и непоштовања процедура и грешке настале са очигледном намером који ће се манифестовати нежељеним и непланираним догађајем.

Да би се небезбедно понашање узело у разматрање и при томе спознао корен узрока проблема, кључна чињеница је да су многи типови небезбедног понашања постали саставни део свакодневног обављања радних задатака. На тај начин, такав вид понашања постао је „нормалан“, јер се нежељени и непланирани догађају јављају веома ретко и са веома прихватљивим последицама. У табели 3.2 дефинисани су људски фактори који су узети у обзир за унапређење модела за процену ризика. Ова група фактора је конципирана тако да обухвати што шири спектар особина, карактеристика, способности и искуства запосленог које могу да имају утицаја на безбедан и здрав рад.

Табела 3.2 – Људски фактори

| ЉУДСКИ ФАКТОРИ (ЉФ) | | |
|---------------------|------------------------------|-------|
| 1. | Карактеристике личности | ЉФ1.1 |
| 2. | Искуство | ЉФ1.2 |
| 3. | Ниво обучености | ЉФ1.3 |
| 4. | Понашање и однос према послу | ЉФ1.4 |
| 5. | Међуљудски односи | ЉФ1.5 |

3.1.2 Организациони фактори

Главна и незаобилазна ставка сваког предузећа јесте постојање организованог и генерално гледано, уређеног радног места. Све ово безусловно проистиче из уређене и усклађене организационе структуре, што подразумева правилно планирање обавеза запослених, планирање и распоред производње, постојање и прилагођавање инструкција и процедура запосленима, као и прихватање и поштовање правила начина организовања послова и радног места од стране запослених. Поступак формирања савременог начина организације представља један вид идентитета предузећа који мора остати независан од особина и темперамента људи.

Задатке и обавезе запослених би требало креирати и обликовати према могућностима и ограничењима карактеристика запослених. Уколико се постигне такав ниво кохезије између могућности запослених и типа радних задатака обезбедиће се знатно већа ефикасност, продуктивност, али и значајно веће задовољство радним окружењем што неоспорно доприноси бољим резултатима. Неусаглашавањем радног места и окружења запосленима повећавају се шансе за појаву нежељених и непланираних догађаја [139]. Усаглашавање се односи на организовање, дужину и распоред радног времена, као што су дужина смена, постојање и дужина паузе у раду, прековремени рад, рад ноћу, најкраће речено обезбеђивање вишег квалитета радног места. Такође, потребно је обратити пажњу и управљати карактеристикама радних активности као што су монотоност, висок ниво некреативности, висок ниво разноврсности посла и сл.

Сматра се да организациони фактори имају велики утицај на ризике, као и да су представљали кључне аспекте у нежељеним и непланираним догађајима, од процесне индустрије, преко транспорта до финансија [145]. Отуда и неопходност увођења организационих фактора, као подједнако важни за процес процене ризика [158]. Оно што не би требало испустити из вида јесте да организационе структуре унутар предузећа не би требало да чекају манифестовање нежељених и непланираних догађаја за унапређење система безбедности, већ да кроз разумевање како и на који начин дефинисани фактори и подфактори доводе до нарушавања тог система. Генерално, ризици постају значајно потцењени уколико се у разматрање не уврсте фактори који припадају организационој групи фактора [147].

Организациони фактори имају веома велики утицај на понашање појединца или групе, али у великом броју случајева се изоставља и заобилази приликом реконструкције догађаја који су довели до повреде или угрожавања живота запослених. Организација мора да успостави својеврсну културу безбедности и здравља на раду унутар система (потпоглавље 2.5.3), која промовише учествовање свих нивоа и потпуну приврженост и преданост таквом концепту [139]. То подразумева јасну и прецизну комуникацију и проток информација, обезбеђивање процедура за извршавање задатака односно обезбедити минималну изложеност ризицима који утичу на безбедност и здравље радника.

Организациона структура правних субјеката односно предузећа јесте генерално различита, с обзиром на величину, тип, власничку структуру са различитом расподелом дужности и погледом на савремени начин пословања. Промоција безбедног и здравог радног места обезбеђује предност при избору и регрутовању квалитетније радне снаге, као и препознатљивост на великом глобалном тржишту. Позитиван став и прилаз проблему, који са собом носи успостављање система безбедности и здравља на раду, има кључну улогу. Ангажовање менаџмента и запослених односно структура одозго-на-доле и одоздо-на-горе (енг. *up-down* и *bottom-up*) безуслован је и фундаментални услов за успешност успостављања и остваривања система и културе безбедног и здравог радног места. Чинилац који представља суштину успеха имплементирања оваквог концепта јесте приврженост и упорност у спровођењу зацртаних циљева зарад успостављања виших стандарда. Успостављање система подразумева и доношење одређених врста одлука и промену концепта читавог система како би се у обзир узели и фактори који до тог тренутка нису сматрани за неопходне у процесу процене ризика.

Када запослени извршава своје радне задатке на веома задовољавајући начин, не само да доноси финансијску добит свом предузећу, већ има и личну корист која се одсликава прихватањем и поштовањем његовог рада унутар групе које ради, што подразумева самопоштовање [155]. Током извршавања задатих активности незаобилазни фактор јесте комуникација. Комуникација између запослених у различитим нивоима предузећа може представљати непремостиву препреку како за саме запослене тако и за достизање постављених циљева предузећа.

У табели 3.3 дефинисани су организациони фактори који су узети у обзир за унапређење модела за процену ризика. У ову групу фактора спадају подфактори који се односе на уређивање, прописивање и стандардизовање активности које спроводе на радном месту, уз пропратну обавезну документацију.

Табела 3.3 – Организациони фактори

| ОРГАНИЗАЦИОНИ ФАКТОРИ (ОФ) | | |
|----------------------------|--|-------|
| 1. | Темпо рада | ОФ2.1 |
| 2. | Организација и распоред радних активности | ОФ2.2 |
| 3. | Информисање радника, процедуре и документација | ОФ2.3 |
| 4. | Ергономија радног места | ОФ2.4 |
| 5. | Организација и функционисање система БЗР | ОФ2.5 |

3.1.3 Техничко-технолошки фактори

Успешност управљања људским ресурсима зависи од јасно и у потпуности дефинисаног радног места, структурирано тако да обухвата и укључује све предности и ограничења запослених. Поред процеса осмишљавања и анализирања критичних задатака за које се сматрају да ће највероватније довести до грешака запослених, неопходно је направити разлику између интеракције опреме и запосленог. Интеракција подразумева до којег нивоа је могуће да запослени реагује односно учествује у доношењу одлука у оквиру активности везане за опрему, машине и уређаје и да ли је у могућности да одреагује на прави начин. Средства за рад која се употребљавају, по савременом схватању производних филозофија, мора бити прегледана, контролисана и атестирана, уз постојање неопходне техничке документације. Познавање целокупног асортимана опреме и уређаја који се користе као средства за рад је неопходно услед спровођења аутономног или професионалног одржавања, подешавања и промена нивоа аутоматизације, итд. Поред укупног утицаја опреме и уређаја на безбедност и здравље запослених, потребно је обезбедити контролу основних микроклиматских услова [141].

У пракси је потврђено, да опрема, уређаји и сва остала средства за рад која се користи приликом спровођења радних активности, достигла веома висок технолошки ниво. Због тога, утицај савремених технологија на радно место је значајно мањи, тј. проценат повреда и обољења која су настала као последица отказа опреме је веома мали. Запослени су, у суштини, постали нека врста супервизора опреме, који за циљ имају контролу и надзор опреме да не дође до неких непредвиђених ситуација. То је последица унапред испланираног и испрограмираног рачунарски подржаног система, што за последицу има повећање нивоа резоновања и разумевања код запослених [153]. Сваки комад опреме или уређаја који се користи као средство за рад и обављање радних задатака мора да садржи елементе који обезбеђују безбедан и здрав рад. Обавезно спровођење контроле квалитета и поузданости уређаја за безбедан и здрав рад на одређени временски период, уз обавезно поседовање верификованог атеста о исправности опреме и уређаја од признате институције.

У табели 3.4 дефинисани су техничко-технолошки фактори који су узети у обзир за унапређење модела за процену ризика. У ову групу фактора спадају подфактори који се односе на опрему, уређаје, средства и системе заштите који се користе у процесу рада.

Табела 3.4 – Техничко-технолошки фактори

| ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКИ ФАКТОРИ (ТТФ) | | |
|-----------------------------------|--|--------|
| 1. | Техничке карактеристике средстава за рад | ТТФ3.1 |
| 2. | Ниво аутоматизације опреме | ТТФ3.2 |
| 3. | Карактеристике заштитних средстава | ТТФ3.3 |
| 4. | Ниво одржавања средстава за рад | ТТФ3.4 |
| 5. | Карактеристике средстава личне заштите | ТТФ3.5 |

3.2 Интеракције између фактора

Успешно управљање интеракцијама између идентификованих фактора, заснива се на жељи, могућностима (финансијским и људским) и истрајности да се сваки фактор и интеракција сагледају у што ширим границама, размишљајући о могућим узроцима, последицама и вероватноћи настанка догађаја. Треба имати на уму да су сва предузећа различита, по организационој структури, величини, процесима, техничкој и технолошкој подршци, али и по друштвено-културолошкој основи. Свако предузеће се одликује одређеним врлинама и манама, односно предностима и недостацима које је неопходно идентификовати ради што објективнијег сагледавања ситуације. Не постоји јединствени модел који може да задовољи потребе и да се као такав примени на сва предузећа.

Традиционални приступи и методе у процесу процене ризика нису укључивале употребу квалитативних променљивих (људски фактори, организациони фактори и техничко-технолошки фактори) у комбинацији са несигурностима и неизвесностима које оне могу изазвати. Укључивањем оваквих променљивих, које представљају саставни део реалних процеса, технолошких процеса и догађаја, процена јесте у значајној мери реалистичнија и прецизнија. Такав приступ проблематици омогућава формирање јасно дефинисаног скупа активности за унапређење и значајно побољшање безбедности радног места уз константну посвећеност свих структура у предузећу.

Запослени на свом радном месту преузимају јако велики број задатака, са потпуно различитим захтевима и потребама, што подразумева различити ниво физичког и менталног напрезања. Постоји јако велики број примера у којима се захтева од запослених да, без обзира на тип и врсту задатка, обављају своју функцију иако то захтева нпр. неприродан положај тела или јако велико напрезање и преко граница максимума. У другим случајевима, модерна и софистицирана опрема и уређаји су базирани на управљању помоћу рачунара, што доводи до закључка да запослени мора да поседује високи ниво технолошког образовања, као и психичку стабилност да разуме и прихвати нова знања. Оваква интеракција између запосленог и карактеристика посла доводи до последица које су праћене повредама, али доводи неретко и до обољења са високим нивоом инвалидитета. То захтева јако пажљиво планирање, разматрање и планирање свих неопходних фактора за формирање таквог радног места које ће задовољити запослене како лично тако и професионално.

3.2.1 Интеракција људских фактора и техничко-технолошких фактора

Интеракција између запосленог и радног места може се описати на неколико различитих начина и са различитих гледишта. Према *Reason*-у [143], сва истраживања која објашњавају интеракцију карактеристика запослених и карактеристика радног места заснивају се на унапређењу карактеристика запослених кроз значајно смањење грешака на радном месту. Смањење грешака се спроводи кроз пажљиво испланирано и уређено радно место, односно кроз елиминисање свих могућих препрека како би се достигао одређени ниво савршенства у раду запослених.

Менаџмент може значајно да утиче на побољшавање задовољства запослених на радном месту. У [144] је дат приказ методологије која омогућава унапређење радног места, у сваком смислу. Под тим се подразумева потпуна преданост и укључивање запослених у процес, јер они су ти који најбоље познају своје радно место и који имају све неопходне информације везане за извршавање задатака. Запослени су укључени у процес аквизиције података, анализу и дају предлоге за унапређење, што ствара осећај припадности.

У данашње време, запослени мора да, поред жеље за радом, поседује особину флексибилности, односно да поседује неопходан ниво знања како би могао да обавља већи број различитих типова радних задатака, када је исказана потреба за таквим видом ангажовања. То неоспорно утиче на запосленог, како физички тако и психички, јер је у константном набоју и под константним стресом да мора да прихвати нова знања и нове начине размишљања.

3.2.2 Интеракција људских фактора и организационих фактора

Понекад је немогуће ускладити циљеве предузећа и појединца. То долази због тога што сваки појединац односно запослени има своје личне циљеве који се често не подударaju. Под циљевима се подразумевају две ствари, они циљеви везани за радне задатке које је потребно извршити и циљеви који се тичу напредовања, прихватања њихових идеја на послу и слично [141]. Овакав вид различитости у циљевима је природан и нормалан, али неопходно је спровести процес усклађивања и означавање приоритета са нагласком на потпуно укључивање запослених у доношење одлука и учествовању у функционисању читавог система.

Стање запослених је итекако важна ставка за сваку организацију. На основу тога је и заснована веза између људских и организационих фактора. Без обзира какве су последице услед настанка нежељених и непланираних догађаја, поред непријатног и надасве драматичног искуства самих запослених и њихових најрођенијих и организација, као систем, "осећа" последице. Све то има велики узрочно-последични утицај на пословање предузећа и то [155]:

- Услед дугорочног одсуства са посла долази до повећања индиректних трошкова предузећа, повећава се притисак на руководиоце да пронађу решење за новонасталу ситуацију, напрезање људских ресурса унутар предузећа или ангажовање екстерне радне снаге уз знатно веће трошкове, али и са нижим нивоом знања и способности и немогућност уклапања са остатком запослених.

- Запослени мора да поседује дозволу лекара како би смео да одреагује на одређену непредвиђену и новонасталу ситуацију.
- Повреде и обољења у вези са радом стварају јако велике директне губитке због наплате премија осигурања. Такође, поред ових директних трошкова, постоје и индиректни трошкови који су и до 10 пута већи.
- Јавна слика одличног система безбедности и здравља на раду предузећа представља јако утицајан фактор на могућност избора што квалитетнијих и бољих кандидата за будуће запослење.
- Такође, недостатак привржености послу, може утицати на погоршање здравственог стања запослених, повећање броја мањих нежељених и непланираних догађаја, смањење нивоа опрезности и обазривости, смањење нивоа квалитета доношења одлука, лошија комуникација.

Ово су само неки од примера да здравствено стање запослених представља велики проблем и задатак за свако предузеће. Али, предузеће не би требало постављати као једино одговорну за стање запослених, јер је немогуће да је оно узрочник свих проблема. Међутим, неопходно је да прихвати главну улогу у смањењу и елиминисању проблема. Предузеће мора да има увид у потпуно стање својих запослених, од биолошког преко физичког до психичког стања.

3.2.3 Интеракција техничко-технолошких фактора и организационих фактора

Менаџмент има главну улогу уређењу радног места, јер дефинишу правила односно систем како би требало да се извршавају радни задаци, омогућавају да се све испланирано спроведе и свакодневним активностима покушавају да унапреде радно место у сваком смислу. Улога се заснива на обезбеђивању несметане, двосмерне комуникације, процењује да ли и на који начин запослени извршавају радне задатке и да ли постоје одређени проблеми приликом решавања истих. Затим, максимално учествује и уколико је то могуће, помаже у критичним ситуацијама [155].

Генерално, техничко-технолошки фактори могу се у потпуности уредити кроз правилно успостављање и спровођење организационе политике унутар предузећа. Дефинисање инструкција, процедура, стандарда, као и обезбеђивање правилног документовања значајно утиче на правилно и безбедно коришћење машина и опреме, са посебним акцентом на ергономију радног места, положај тела и положаја средстава неопходних за рад. Спровођењем организационих активности могуће је до најситнијих детаља испланирати који тип одржавања (да ли је то корективно, планирано или проактивно) је неопходно спровести за који тип техничког система и у ком временском периоду. Све то прати и потпуна техничко-технолошка документација, одговорна особа и временски период у ком је потребно спровести прописане активности.

Све дефинисане опасности и штетности које карактеришу једно радно место неумитно утичу на дефинисање и начин управљања радних активности, али и на организацију и функционисање система БЗР. Када се говори о техничко-технолошким факторима неопходно је обезбедити опрему и уређаје за повећање безбедности запослених приликом коришћења истих. Ниво аутоматизације односно квалитет, поузданост и година производње опреме и уређаја који се користе као средства за рад, приморава на пажљиво и детаљно планирање производње, распоред и дужину радног времена. Све

претходно поменуто има за циљ смањење ризика до најнижег могућег нивоа. Тај ниво је постигнут дефинисаним и имплементираним инжењерским и организационим мерама за безбедан рад. Поред ових мера сваком запосленом неопходно је обезбедити потребна лична заштитна средства и издати инструкције о правилном коришћењу истих.

3.3 Идентификација ризика на радном месту

Процес процене ризика и процес доношења одлука представљају веома активну истраживачку област применљиву у готово свим областима, у здравству [112], финансијама [113], логистици [114], грађевини [115], заштити околине [116], итд. Брзо и ефикасно доношење одлука јесте неопходно и зависи од идентификације кључних фактора. Међу кључним факторима су вероватноћа настанка и последице нежељених и непланираних догађаја, док се велика пажња поклања смањивања небезбедних услова и небезбедних поступака. Небезбедни услови и небезбедни поступци у већини случајева представљају узроке манифестовања опасности и штетности, односно доводе до повреда [118]. Исто тако, уколико се на правилан начин схвате и разумеју корени узрока постојања ова два узрока могуће је превентивно, чак и проактивно деловати како би се у потпуности елиминисали опасност и штетност или драстично смањило ризик за разматрани проблем.

Настанак нежељених и непланираних догађаја резултује последицама одређене тежине или представља једну од карика у ланцу догађаја које доводе до знатно већих последица. Последице могу да се манифестују на различите начине, кроз повреде и обољења која приморавају запослене да одсутствују са посла на краћи или дужи временски период. Такође, последице се огледају и кроз производни процес и целокупно пословање предузећа које подразумева квалитет производа, застој производње, нарушавање угледа и слично. Поред наведених последица које се углавном односе на организационе и техничко-технолошке факторе, последице које изазивају људски фактори углавном се односе, мање-више, на начин понашања. Да би се уопште говорило о последицама и могућности да се оне догоде, неопходно је дефинисати све групе ризика. Приликом дефинисања ових група размишљало се о свим могућим стањима и ситуацијама које фактори и подфактори могу да узрокују.

Узрок сваког непланираног и нежељеног догађаја са или без последица јесте предодређен постојањем неприхватљивог нивоа ризика. Највећи и најчешћи проблем јесте идентификација укупног броја могућих ризика на једном радном месту. Класификацију ризика је извршила Европска Агенција за Безбедност и Здравље на Раду и прихваћен је као такав у изворном облику [209]. Листа садржи 25 група ризика (табела 3.5) које могу да се примене на велики број различитих типова радних места, а све у погледу радних активности које је могуће обављати на једном радном месту. Такође, постоји и научна заснованост ове групе ризика у научним радовима [86].

Табела 3.5 приказује препоруку коришћења идентификованих и могућих ризика на једном радном месту. Сматра се да ови ризици могу, али и не морају да буду разматрани за сва радна места. Сходно томе, неопходно је идентификовати одређени број ризика, карактеристичне само за посматрано радно место и спровести процес процене ризика. После идентификовања ризика за посматрано радно место, ризик је

могуће проценити кроз низ дефинисаних упитника за процену ризика. Генерално, за сваки ризик је дефинисано неколико општих питања која представљају опасности и штетности везане за постојање тог ризика. Такође, остављена је могућност допуњавања питања, а све у складу са опште прихваћеним ставом да не постоји два радна места идентичних карактеристика. За сваку опасност или штетност која постоји на посматраном радном месту треба одредити квантитативне вредности чланова МП, ТП, УИ и БО и проценити ризик.

Табела 3.5 – Идентификовани ризици

| Р.бр. | Ризици | |
|-------|--|-----|
| 1. | Површине и околини радног места | P1 |
| 2. | Средства унутрашњег транспорта | P2 |
| 3. | Покретни делови машина и опреме | P3 |
| 4. | Делови са оштрим и опасним површинама | P4 |
| 5. | Површине са високим или ниским температурама | P5 |
| 6. | Радно место на висини | P6 |
| 7. | Коришћење ручног алата | P7 |
| 8. | Судови и инсталације под притиском | P8 |
| 9. | Електроинсталације и електро опрема | P9 |
| 10. | Опасности од пожара | P10 |
| 11. | Опасност од експлозије | P11 |
| 12. | Хемијске штетности и прашина у ваздуху | P12 |
| 13. | Опасне материје на радном месту | P13 |
| 14. | Повишен ниво буке | P14 |
| 15. | Повишене вибрације (рука/тело) | P15 |
| 16. | Неадекватно осветљење | P16 |
| 17. | Штетна зрачења | P17 |
| 18. | Електромагнетно поље на радном месту | P18 |
| 19. | Неповољни микроклиматски услови | P19 |
| 20. | Неповољни климатски услови | P20 |
| 21. | Ручна манипулација теретом | P21 |
| 22. | Неповољни ергономски услови | P22 |
| 23. | Биолошке штетности | P23 |
| 24. | Појачани стрес, насиље и притисак | P24 |
| 25. | Физички и психофизички напори | P25 |

4

МОДЕЛ ЗА КВАНТИТАТИВНО ОДРЕЂИВАЊЕ НИВОА РИЗИКА

Суштина овог поглавља јесте избор и приказ одређивања квантитативног нивоа ризика на коме ће се базирати унапређени модел за процену ризика. Избор одговарајуће методе, алата или конкретног обрасца за квантификавање ризика односно процену ризика јесте далеко најкомпликованији задатак. Све методе и алати за процену ризика су конципирани и прилагођени смањењу ризика на радном месту. Постоји велики број метода и алата који су специјално развијени за одређени тип радних места специфичних карактеристика. Одлука о избору доноси се на основу довољне количине података и информација о типу и карактеристикама радног места, вероватноћи настанка нежељених и непланираних догађаја, могућим последицама и сл. Према томе, неопходно је изабрати методу која највише одговара и приближно одређује реално стање ствари за посматрано радно место. Приликом избора не води се много рачуна да ли на изабрани модел за процену ризика значајно утиче објективност или субјективност процењивача односно да ли се ради о квантитативном или квалитативном моделу.

У потпоглављу 2.4.1 дат је приказ и детаљно су објашњени методе и алати за процену ризика односно методе и алати који се могу применити и искористити у одређеним фазама процеса процене ризика. Такође, у потпоглављу 2.4.2 дат је и приказ типова процене ризика који се најчешће примењују на реалним пословно-производним системима. Прегледом литературе установљено је да се две трећине алата и метода базира на квантитативној анализи тј. добијању одређене бројне вредности који карактерише ниво ризика. Полазећи од резултата и детаљне анализе истраживачког рада о примени метода и алата у процени ризика, у овој докторској дисертацији коришћен је образац 4.1 који припада квантитативној групи метода и алата. Такође, овакав начин процене ризика максимално је применљив у пракси и добијени резултати применом овог обрасца показали су се у великој мери као прихватљиви и релевантни.

Овај тип обрасца покрива све неопходне факторе који сачињавају и имају утицаја на ниво ризика [210], узимајући у обзир могућност повређивања, тежину повреде као последицу манифестовања опасне ситуације, фреквентну изложеност опасностима и штетностима и број особа изложених идентификованим опасностима и штетностима.

$$\text{Ризик} = \text{МП} \times \text{ТП} \times \text{УИ} \times \text{БО} \quad (4.1)$$

где су:

МП – могућност повређивања,

ТП – тежина потенцијалне повреде,

УИ – учесталост излагања опасностима и

БО – број изложених особа.

У табелама 4.1, 4.2, 4.3 и 4.4 дате су квантитативне вредности свих чланова изабраног обрасца за процену ризика. Свака квантитативна вредност одговара односно кореспондира дефинисаној, логички прихватљивом лингвистичком исказу који се користе приликом спровођења процеса процене ризика.

Табела 4.1 - Тежина потенцијалне повреде

| Тежина потенцијалне повреде | Вредност члана - ТП |
|---|---------------------|
| огработине, нагњечења и сл. | 0.1 |
| посекотине, раздеротине и сл. | 0.5 |
| лом мањих костију, лакша обољења (привремена) | 2.0 |
| лом главних костију, тежа обољења (привремена) | 4.0 |
| губитак ока, чула слуха, екстремитета, трајња обољења | 6.0 |
| губитак вида, више екстремитета, тежа трајна обољења | 10.0 |
| фаталне повреде – смртни исход | 15.0 |

Табела 4.2 - Могућност повређивања

| Могућност повређивања | Вредност члана - МП |
|---|---------------------|
| Готово невероватно могуће само под екстремним околностима | 0.33333 |
| Врло мало вероватно, мада могућно | 1.0 |
| Мало вероватно, мада може да се деси | 1.5 |
| Може да се деси, мада је неуобичајено | 2.0 |
| Постоји шанса да се деси | 5.0 |
| Могућно, не представља изненађење | 8.0 |
| Вероватно, треба очекивати да ће се десити | 10.0 |
| Сигурно, десиће се без сумње | 15.0 |

Табела 4.3 - Учесталост излагања опасностима

| Учесталост излагања опасностима | Вредност члана - УИ |
|---------------------------------|---------------------|
| једном годишње | 0.5 |
| једном месечно | 1.0 |
| једном недељно | 1.5 |
| једном дневно | 2.5 |
| сваког сата | 4.0 |
| константно | 5.0 |

Табела 4.4 - Број изложених особа

| Број изложених особа | Вредност члана - БО |
|----------------------|---------------------|
| 1 – 2 | 1 |
| 3 – 7 | 2 |
| 8 – 15 | 4 |
| 16 – 50 | 8 |
| 50 и више | 12 |

Извршавањем операције множења одабраних вредности чланова за конкретну односно идентификовану опасност или штетност, добија се процењена квантитативна вредност нивоа ризика.

Табела 4.5 – Категоризација ризика

| Категорија ризика | Ризик= ТПхУИхМПхБО |
|--|-----------------------|
| Занемарљив ризик не захтевају се било какве активности на смањењу ризика | 0-5 |
| Мали ризик мали ризик за безбедност и здравље на раду | 6-50 |
| Умерен ризик ризик постоји, дефинисати мере за смањење ризика | 51-250 |
| Висок ризик значајан ризик, обавезно дефинисати мере за смањење ризика | 251-500 |
| Неприхватљив ризик рад са оваквим ризиком је неприхватљив | >500 |

После процењивања квантитативне вредности сваке идентификоване опасности или штетности врши се категоризација ризика уз помоћ табеле 4.5. На основу добијених вредности могуће је спровести активности које за циљ имају дефинисање и имплементирање мера за смањивање ризика као потпору одлучивању.

Дефинисање обрасца односно начина на који ће се успешно одредити и квантификовати ниво ризика представља први корак. Чланови који сачињавају дефинисани образац 4.1 су на одређени начин мерљиви и могуће их је у потпуности дефинисати. Учесталост излагања опасностима и број изложених особа су чланови који се могу у потпуности квантитативно одредити. То значи да је могуће да им се додели број који ће их у потпуности одредити према јасно дефинисаним табелама 4.3 и 4.4. Преостала два чиниоца су, генерално, подложни одређеним променама током посматраног временског периода. Као што се може закључити из табеле 4.1 и табеле 4.2, чланови тежина потенцијалне повреде и могућност повређивања највише утичу на ниво ризика из разлога највећег распона бројних вредности који су додељени дефинисаним параметрима стања. У овој докторској дисертацији највећи осврт биће на члану под називом могућност повређивања.

4.1 Основна разматрања о могућности повређивања као једном од чланова у квантитативној процени ризика

Процес процене ризика заснован на могућности повређивања углавном се употребљава да се представи и објасни термин неизвесност о могућности настанка будућег нежељеног и непланираног догађаја [218]. Читав концепт процене ризика заснован на могућности повређивања има јако дугачку историју. Научници из ове области покушавали су да на различите начине и различитим приступима формулишу конкретне закључке како би термин могућност/вероватноћа требало дефинисати у оквиру безбедности, анализе ризика и управљању ризицима генерално [219], [220], [221], [222], [223]. У [224] напомињу се да, чак и у другој деценији XXI века, постоје одређена непоклапања у дефиницијама, мишљењу, значењу и употреби одређених термина за дефинисане и опште познате ситуације, што је за последицу имало развој читаве научне области која се бави овом тематиком. Јасно је и да велики и јако значајан утицај на одређивање квалитативног или квантитативног нивоа могућности повређивања има и субјективан утисак процењивача. Зато читав концепт који се налази око могућности повређивања мора да има реалистичан карактер. С тога, могућност повређивања, у изабраном обрасцу за квантитативно одређивање нивоа ризика у претходном потпоглављу, има доминантан утицај и као такав је узет у даље разматрање. Сматра се да смањивање нивоа могућности повређивања значајно смањује укупан ниво ризика.

Поред овог, постоје још три члана који се узимају у процесу процене ризика, као што је раније објашњено тежина потенцијалне повреде, учесталост излагања опасностима и број изложених особа. Тежина потенцијалне повреде не занемарује се у потпуности, али полази се од претпоставке да када се догоди одређени нежељени и непланирани догађај са одређеним последицама, намеће се закључак да се повреда догодила и да се не може на било који начин утицати на даљи развој ситуације. Затим, учесталост излагања опасностима и број изложених особа се, такође, сматрају константним вредностима. Овакав став произилази из примера добре праксе односно практичне примене дефинисаног обрасца. Учесталост излагања опасностима се сматра укупним радним временом на радном месту, што експлицитно одговара радном временом прокламованом у Закону о раду Р. Србије и износи 8 сати. Такође, неопходно је узети у обзир и да ли је запослени константно изложен 8 сати за посматрано радно место или

не, као и да ли ради више од предвиђених 8 сати. Четврти члан директно зависи од карактеристика радног места односно углавном се посматра да је специфично радно место пројектовано и оспособљено за једног запосленог. У разматрање је потребно и уврстити број особа односно запослених који опслужују посматрано радно место.

Из овога следи, да су три члана, тежина потенцијалне повреде, учесталост излагања и број изложених особа, у процесу процене ризика непроменљиви и улазе у разматрање као што су дефинисани на самом почетку. Зато се даје предност члану могућност повређивања, што представља вероватноћу да ће доћи до настанка нежељених и непланираних догађаја. Унапређени модел за процену ризика се заснива управо на могућности променљивости вредности овог члана помоћу фази бројева и теорије фази скупова уопште, који ће бити детаљно описани и дефинисани у поглављу 5.

4.2 Нов метод процењивања утицаја фактора и подфактора на идентификоване ризике

Динамичка карактеристика процеса процене ризика подразумева константну промену идентификованих опасности и штетности, али и настајање нових типова ризика. Динамичка карактеристика се огледа и у неопходности узимања у обзир дужине излагања опасностима и штетностима, јер се тиме испуњава један од услова за настанак нежељених и непланираних догађаја. Уколико у дужем временском периоду постоји стање које је опасно по запослене, тако и шансе да дође до манифестовања таквог стања расту. То би значило, да изложеност опасним ситуацијама у дужем временском периоду драстично повећава могућност настанка нежељених и непланираних догађаја.

У табели 4.6 дат је приказ матрице коју користе сви учесници односно експерти у процесу процењивања утицаја дефинисаних фактора и подфактора на идентификоване ризике.

Ова табела представља један од доприноса докторске дисертације. Табела је конципирана на такав начин да редови табеле сачињавају дефинисани фактори и подфактори (3 фактора са по 5 подфактора), док колоне представљају идентификовани ризици (укупно 25). Попуњавање табеле се заснива на искуству и знању експерата одређивања утицаја дефинисаних фактора/подфактора на ризике на одређеном радном месту. Кроз читав процес попуњавања табеле дефинише се једно кључно питање неопходно за добијање релевантних резултата. Питање *„Који фактор или подфактор има већи утицај на могућност повређивања у односу на (посматрани) ризик“* је дефинисано на самом почетку и прожима се кроз читав процес процењивања важности утицаја људских, организационих и техничко-технолошких фактора на идентификоване ризике.

Полазећи од претпоставке, да је свако радно место специфично и да није могуће пронаћи два идентична радна места, тако и број и врсте опасности и штетности који се могу идентификовати су различити. Отуда, број идентификованих ризика за свако радно место се разликује и неопходно их је дефинисати. Као што је раније напоменуто, табела садржи 25 типова ризика, потенцијално проблематичне ситуације које могу да доведу до манифестовања нежељених и непланираних догађаја.

Табела 4.6 – Матрица процењивања утицаја дефинисаних фактора и подфактора на идентификоване ризике

| | Површине у околини радног места | Средства унутрашњег транспорта | Покретни делови машина и опреме | Делови са оштрим и опасним површ. | Површине са високим или ниским темп. | Радно место на висини | Коришћење ручног алата | Судови и инсталације под притиском | Електроинсталација и електро опрема | Опасности од пожара | Опасност од експлозије | Хемијске штет. и прашина у ваздуху | Опасне материје на радном месту | Повишен ниво буке | Повишене вибрације (рука или тело) | Неадекватно осветљење | Штетна зрачења | ЕМ поље на радном месту | Неповољни микроклиматски услови | Неповољни климатски услови | Ручна манипулација теретом | Неповољни ергономски услови | Биолошке штетности | Појачани стрес, насиље, притисак | Физички и психолошки напори |
|--|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 1. Људски фактори | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 Карактеристике личности | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 Искуство | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 Ниво обучености | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 Понашање и однос према послу | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 Међуљудски односи | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Организациони фактори | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 Темпо рада | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 Карактер. и распоред радних активности | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 Инфор. радника, процедуре и стандарди | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 Ергономија радног места | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 Организација и функц. система БЗР | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Техничко - технолошки фактори | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 Техничке карактеристике сред. за рад | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 Ниво аутоматизације опреме | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.3 Карактеристике заштитних средстава | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.4 Ниво одржавања средстава за рад | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.5 Карактеристике средстава личне заштите | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Сходно томе, за свако радно место појединачно, није неопходно спровести процес процене ризика за свих 25 ризика, већ идентификовати, издвојити и узети у обзир само оне ризике који имају одређени утицај на безбедност радног места, у целини. То имплицитно значи, да јасан и очигледан напор треба уложити у почетној фази идентификације, што је у поглављу 2 и наглашено, да успех читавог процеса процене ризика зависи од што детаљније и боље спроведене прве фазе.

На основу попуњених табела, резултате је могуће адекватно уврстити у дефинисану структуру програмског кода као саставни део програмског пакета за нумеричке прорачуне. Наиме, имајући у виду да су вредности добијене као резултат групног одлучивања експертског тима, значај овако упоредног приказа релативних важности фактора и подфактора јесте на веома значајном нивоу. Сврха структурирања и коришћења програмског пакета јесте максимално олакшавање и упрошћавање веома математички компликованих и опширних рачунских операција. Такође, примена оваквог модела за процену ризика у оквиру неког софтверског решења има за циљ константну употребу у реалном индустријском окружењу. У оваквом окружењу, ситуације и различити типови проблема имају висок ниво динамичке променљивости. Потребно је осмислити једноставно решење којим је могуће управљати у реалном времену, односно са веома малим временским закашњењем, али и за чије манипулисање и реализовање није неопходан дужи временски период. Читав концепт има за циљ добијање података који ће пружити стварну слику о постојећем стању, омогућити корекцију подфактора односно подфактора који имају највећи утицај на промену тренутног стања, а исто тако водити рачуна о могућностима посматраног предузећа за спровођење истих и предпочити стање у будућем временском периоду.

4.3 Могућност оптимизације корекција подфактора

Безбедност и здравље на раду и унапређење продуктивности генерално, представља јако важан аспект за свако предузеће, а у исто време и јако велики проблем. Овај проблем је очигледан за предузећа у земљама у развоју. Углавном, проблем представља недовољно добра поставка радних места, послови који значајно повећавају могућност повређивања или обољења, велики јаз између способности запосленог и активности које је неопходно спровести дефинисаних описом послова, лоши ергономски услови, недовољно добри програми за обуку и тренинг запослених и сл. Овако конципиран проблем може довести до нежељених и непланираних догађаја, односно до повреда у току рада и обољења насталих у вези са радом. Уколико се посматра само безбедност и здравље на раду постоји значајан проблем. Међутим, проблем постаје све сложенији и мултидисциплинарнији уколико се зна да поменути елементи значајно утичу на продуктивност радника, квалитет производа или услуга, а самим тим и на повећање укупних трошкова [226].

Два разматрана аспекта често се налазе у супротности, јер се сматра да унапређење безбедности на раду може, на одређени начин, негативно да утиче на профит предузећа. Долази се до контрадикторне ситуације да се неопходне мере и активности за смањење ризика или отклањање опасности и штетности не могу спровести због недостатка финансијских средстава. Отуда, избор одговарајућих поменутих мера и активности представља значајну и неретко веома тешку одлуку [227].

5

НОВ ФАЗИ МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ ЗА ОЦЕНУ ФАКТОРА И ПОДФАКТОРА ПРИ ПРОЦЕНИ РИЗИКА НА РАДНОМ МЕСТУ

Први задатак у процесу решавања проблема је његово разумевање и хијерархијско структурирање. Добро дефинисана хијерархијска структура сложеног проблема даје могућност да се дефинише адекватан математички модел проблема. Поред стручног познавања проблема, на процес решавања проблема у великој и значајној мери утиче човеков начин размишљања. Без обзира што се готово читав процес решавања сложених проблема користе рачунарски алати и програми, две поменуте човекове способности не могу се заменити [122].

Решавање проблема захтева идентификацију [122]:

- свих елемената који се односе на постојећи проблем,
- свих веза и међусобних интеракција,
- узрока који су изазвали проблем који се разматра и
- могућих решења.

Почетак решавања проблема заснива се на идентификовању неусаглашености и/или нежељених стања у којима се процес налази [123]. Приступ се заснива на карактеристикама проблема, тј. да ли је решење генерално познато односно да ли решење може да се пронађе у литератури, у примерима добре праксе или се сматра да је решење непознато. Такви проблеми се сматрају „оригиналним“ и понекад обухватају контрадикторне захтеве. Процес решавања проблема може се стандардизовати, што је и приказано у [123]. Структурирање проблема јесте резултат систематичног приступа упознавања, постављања и решавања истог. Овакав приступ решавању проблема значајно смањује могућност грешке. Структурирање омогућава да визуелно сагледамо и разумемо, у најширем смислу, све елементе и њихове међусобне интеракције везаних

за решавање проблема. На основу свих тих сазнања решавање задатих проблема је значајно ефикасније, у потпуности релевантно и поуздано [122].

Кораци или фазе у процесу решавања проблема могу се представити на следећи начин:

1. систематичност и примењивати процедуру корак-по-корак,
2. потпуна отвореност за све врсте решења, као водиља ка идеалном решењу,
3. поузданост у смислу провере и поновљивости, потпуно независан од психолошких алата и модела,
4. потреба за инвентивним способностима,
5. потреба за унапређење инвентивних способности и
6. потпуно познавање сарадника у тиму, а нарочито у циљу праћења општег прилаза решавању проблема.

Предложени модел, имајући на уму читав концепт безбедности и здравља на раду и процес процене ризика, може да се користи за решавање следећих проблема у сваком пословно-производном систему:

- 1) одређивање приоритета фактора који утичу на безбедност радног места, при чему фактор који се налази први у рангу има највише утицаја на безбедност радног места,
- 2) одређивање колико промена једног или више фактора утиче на ранг фактора и
- 3) процене ризика на радном месту.

Идентификовање фактора и оцена ризика радног места је један од најважнијих задатака менаџмента на нивоу сваког предузећа. У овој докторској дисертацији је претпостављено да се разматра група сличних предузећа. На основу ове претпоставке, може се сматрати да се релативна важност фактора и релативна важност подфактора одређује на нивоу разматране групе предузећа. Експертски тим који дефинише и одређује релативну важност фактора и подфактора се формално представља скупом индекса доносиоца одлука $E = \{1, \dots, e, \dots, E\}$, где e представља индекс за доносиоца одлуке, а E је укупан број чланова експертског тима.

Експертски тим је, на основу података из литературе и резултата добре праксе, све факторе који утичу на безбедност радног места груписао у различите групе. Групе фактора се формално представљају скупом индекса $I = \{1, \dots, i, \dots, I\}$, где i представља индекс за групу фактора, а I је укупан број дефинисаних група фактора. Подфактори су представљени помоћу скупа индекса $J = \{1, \dots, j, \dots, J_i\}$. Укупан број подфактора дефинисаних фактора i , $i = 1, \dots, I$ је означен као J_i . Индекс којим се означава подфактор било којег фактора је j , $j = 1, \dots, J_i$. Треба напоменути да, у општем случају, број подфактора може бити различит.

Релативна важност фактора, односно релативна важност сваког пара подфактора унутар групе фактора је процењена од стране сваког члана менаџмент тима. Они своје процене исказују помоћу пет унапред дефинисаних лингвистичких исказа. Моделирање лингвистичких исказа је засновано на теорији фази скупова [168]. Другим речима, проблем одређивања релативне важности је у овој докторској дисертацији постављен као проблем фази групног одлучивања. Агрегирање индивидуалних процена у групни консензус је добијено применом методе фази средње вредности. Тежине фактора, w_i , $i = 1, \dots, I$ и тежине подфактора, w_{ji} , $j = 1, \dots, J_i$; $i = 1, \dots, I$ добијају се применом фази Аналитичког Хијерархијског Процеса који је развијен у [242].

5.1 Аналитички Хијерархијски Процес - АХП

Најефикаснији принцип за организовање и праћење информација у пословно-производним системима различитих типова, нивоа, организације и сложености јесте увођење хијерархијске структуре. Термин хијерархија означава да постоји више нивоа управљања који су међусобно подређени. То представља да неке управљачке јединице директно утичу на управљачке активности других управљачких јединица, док обрнути утицај није могућ. То би значило да се у хијерархијској структури управљачке јединице групишу у два или више нивоа управљања. Нивои управљања се дефинишу на основу приоритета, а основна и најважнија карактеристика хијерархијског управљања јесте вертикална зависност поменутих управљачких јединица [186]. На тај начин успешно се може пратити ток информација, а самим тим омогућен је и много лакши начин решавања потенцијалних проблема. Једна од често примењиваних метода за доношење одлука и помоћу које се успешно унапређује ефикасност процеса процене ризика јесте АХП.

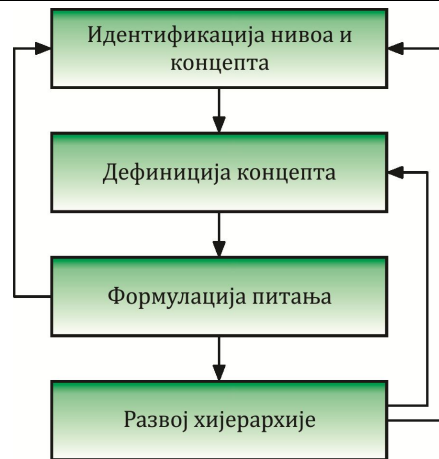
Процес поређења парова извршен је за сваки фактор и подфактор. Пошто се процес поређења парова спроводи од стране доносилаца одлука, њихове одлуке могу да буду врло непрецизне. Другим речима, врло тешко је да се постигне конзистентност матрице парова поређења, чак када доносиоци одлука користе прецизне бројеве да искажу своје ставове. Како би се несигурности посматрале као саставни и биле део процеса, користе се фази бројеви [121].

АХП је развио *Saaty* [65]. АХП јесте вишекритеријумска метода за анализе управљачких проблема и дефинисања приоритета могућих алтернатива респектујући све критеријуме, истовремено као и њихове тежине [52], [66]. АХП метода је заснована на четири аксиоме [174]:

- *Аксиом I*: Дате су две алтернативе и/или критеријума. Доносилац одлуке може да упореди њихове вредности тако да су оне реципрочне.
- *Аксиом II*: Када се пореде вредности две алтернативе или критеријума, доносилац одлуке никада не процењује да је једна алтернатива или критеријум бесконачно бољи од друге алтернативе односно критеријума.
- *Аксиом III*: Проблем одлучивања може да се дефинише као хијерархијски.
- *Аксиом IV*: Када се проблем одлучивања дефинише, следећи корак је додељивање приоритета, односно важности критеријумима.

Процес доношења одлука научно је заснован на три главна концепта аналитика, хијерархија и процес [186]. АХП је аналитичка метода јер кроз читав процес користи бројеве и проблем се поставља и решава математичким моделом. Затим, АХП метода је структурирана по нивоима односно неопходно је да постоји циљ, критеријуми, подкритеријуми и алтернативе. И на крају, процес учења, дискусија и процењивање приоритета представља процес одлучивања. Резултат процеса одлучивања јесте одлука, што је крајњи и жељени резултат.

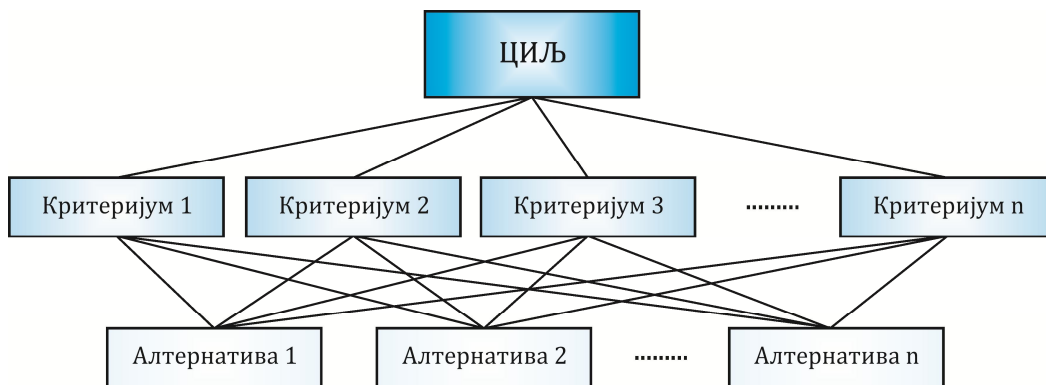
На слици 5.1 приказан је процес структурирања управљачког проблема. У суштини, класична АХП метода се реализује кроз две фазе и то: дефинисање хијерархијске структуре (слика 5.2) и евалуације дефинисаних критеријума и алтернатива унутар сваког критеријума применом Сатијеве скале – табела 5.1.



Слика 5.1 – Процес структурирања управљачког проблема

Најважнија карактеристика и предност АХП-а у односу на друге методе јесте једноставна структура. Поред овако структуриране хијерархије, сваки критеријум може да има хијерархијску структуру, односно да се декомпонује на под-критеријуме, итд. Другим речима, број хијерархијских нивоа критеријума зависи од врсте проблема који се разматра.

Овакав приступ се захтева код веома сложених проблема и код којих је могуће применити оваква врста декомпозиције.



Слика 5.2 – Дефинисана хијерархија АХП методе

Одређивање хијерархије АХП методе мора да почива на знању и искуству доносиоца одлука. Процењивање важности критеријума и процене преферентности алтернатива може да се постави као задатак групног одлучивања. У том случају, проблем постизања консензуса може да се посматра као задатак сам за себе. Агрегирање индивидуалних мишљења у групни консензус може да се постигне применом различитих метода. Једна од најчешће коришћених метода јесте метод средње вредности. Ову методу могуће је применити ако доносиоци одлука имају једнаку важност или приближно једнаку важност.

Након структурирања и дефинисања читаве хијерархије неопходно је извршити процес валидације. Валидација може бити спроведена кроз два питања [123]:

1. да ли је структура логична? и
2. да ли је структура комплетна?

НОВ ФАЗИ МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ ЗА ОЦЕНУ ФАКТОРА И ПОДФАКТОРА
ПРИ ПРОЦЕНИ РИЗИКА НА РАДНОМ МЕСТУ

Оно што се намеће као закључак, јесте неопходност поспешивања тимског рада уз учествовање појединаца са знањем из различитих области који ће обезбедити потпуну логичност и комплетност структура [122]. Поред једноставне структуре, АХП метод конципиран је на здравом разуму и природним законима схватања [67]. Такође, употреба АХП методе не захтева превелику употребу гломазних математичких образаца, веома је лак за разумевање и на ефикасан начин користи како квалитативне тако и квантитативне податке [87]. Код традиционалне АХП методе постоје одређена ограничења [88], [89]. На основу ових ограничења сматра се да АХП као метод за доношење одлука нема усклађену скалу мишљења и неуспешно контролише несигурност и неодређеност [91]. Уз све ове напомене о ограничењима потребно је додати да су процене људи који учествују у процесу одлучивања генерално субјективни, а самим тим и велика могућност је да су непрецизни. Како би се ова ограничења избегла, имплементирани су принципи фазе логике у АХП метод [92] [93]. На овај начин АХП је унапређен и адаптиран потребама где су улазни подаци квалитативни [94].

Табела 5.1 – Основна Сатијева скала

| Интензитет важности | Дефиниција | Објашњење |
|---------------------|--|--|
| 1 | Једнака важност | Два елемента једнако доприносе постављеном циљу |
| 3 | Умерена важност једног елемента у односу на други | Искуство и процена благо фаворизују један елемент |
| 5 | Велика важност | Искуство и процена јако фаворизују један елемент |
| 7 | Веома јака важност | Један елемент се јако фаворизује и његова доминација је доказана у пракси |
| 9 | Екстремна важност | |
| 2,4,6,8 | Међувредности које карактеришу важност између две суседне важности | Користе се када је неопходан компромис између две вредности |
| Реципрочна вредност | Уколико је елементу i додељен неки од горе наведених важности приликом поређења са елементом j (нпр. 5), онда j када се упоређује са i има реципрочну вредност ($1/5$) | |
| 1.1 – 1.9 | За веома блиске случајеве | Када су елементи толико блиски да их је немогуће упоредити целим бројевима, 1.3 средња вредност, 1.9 екстремна |

АХП је вишекритеријумски метод који се највише користи у пракси за доношење одлука [68], [69], [70], [106], [107]. Проблеми у процесу процене ризика [82], [83], [84], [85], [86] и у очувању безбедности могу да се реше применом АХП-а [117].

АХП процес се, генерално, заснива и спроводи кроз четири фазе [173] [175]:

- *Фаза 1:* Постављање хијерархије, као и декомпозиција проблема на елементе.
- *Фаза 2:* Спровођење процеса поређења парова.
- *Фаза 3:* Израчунавање тежинских фактора.
- *Фаза 4:* Одређивање приоритета алтернатива (или приоритета дефинисаних фактора) на основу којих се дефинишу даљи кораци приликом доношења одлука.

Релативна важност фактора односно релативна важност преферентности алтернатива унутар сваког фактора, задаје се у облику матрице парова поређења. Сматра се да је ближе људском начину размишљања да доносиоци одлука процењују релативан однос важности сваког пара разматраних ентитета уместо да користе директну процену. Важно је нагласити да је овај приступ неопходно користити ако у проблему одлучивања егзистира велики број ентитета или ако се проблем процене важности ентитета поставља као проблем групног одлучивања. Надаље је приказана матрица релативног односа важности ентитета који се налазе на највишем хијерархијском нивоу одлучивања.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & r_1/r_2 & r_1/r_3 & \dots & r_1/r_n \\ r_2/r_1 & 1 & r_2/r_3 & \dots & r_2/r_n \\ r_3/r_1 & r_3/r_2 & 1 & \dots & r_3/r_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_n/r_1 & r_n/r_2 & r_n/r_3 & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (5.1)$$

Особине ове матрице су следеће:

- Елементи на главној дијагонали једнаки су јединици.
- Вредности елемената матрице одређени су од стране доносиоца одлуке; доносиоци одлуке своје процене заснивају на уобичајеној односно на основној Сатијевој скали (види табелу 5.1).
- Вредност елемената у односу на главну дијагоналу имају реципрочне вредности.
- Ако ентитети i у односу на ентитет i' ($i, i' = 1, \dots, n; i \neq i'$) разматраног пара ентитета (i, i') има мању релативну важност, тада се важност елемената у матрици означава као реципрочна вредност вредности која је унета из Сатијеве скале.

Тежина ентитета одређује се применом методе сопственог вектора. Разматрајмо следећу хомогену матричну једначину

$$A \cdot n = n \cdot w \quad (5.2)$$

где је:

A – матрица релативног односа важности разматраних ентитета,

n – укупан број ентитета (димензија матрице A) и

w – вектори тежина разматраних ентитета.

Поступак одређивања вектора тежина одвија се кроз следеће кораке:

- 1) Нормализовати вредности елемената матрице A , при чему нека су нормализоване вредности означене са n_i , тако да је

$$n_{i' i'} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{r_i}{r_{i'}} \quad (i' = 1, \dots, n) \quad (5.3)$$

- 2) Испитује се конзистентност нормализоване матрице. Конзистентност се одређује преко коефицијента конзистентности (енг. *Consistency Index – C.I.*)

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (5.4)$$

λ_{max} – максимална сопствена вредност матрице и

n – укупан број ентитета (димензија матрице).

Максимална сопствена вредност матрице (λ_{max}) добија се из матричне једначине (5.1) у оној итерацији када је вредност тежина разматраних ентитета у m -тој итерацији једнака или се не разликује значајно од вредности тежина ентитета у $(m-1)$ итерацији.

- 3) Одређује се степен конзистентности (енг. *Consistency Ratio – C.R.*).

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (5.5)$$

и представља однос индекса конзистентности и одговарајућег случајног индекса неконзистентности (енг. *Random Inconsistency Index – R.I.*) из табеле 5.2. који зависи од реда матрице.

Табела 5.2 – Случајни индекс неконзистентности

| | | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| R.I. | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Уколико је $C.R.$ у дозвољеним границама, односно да је $C.R.$ мање или једнако 0,10 онда се задржавају вредности поређења. Уколико је другачије, односно да вредност $C.R.$ прелази граничну вредност, била би неопходна нова евалуација значаја критеријума, што подразумева свеобухватну анализу разлога неконзистентности [174] [175].

5.2 Моделирање неизвесности

Кључни кораци спровођења успешног управљања ризицима укључује идентификацију ризика, процену ризика, оцењивање, прописивање мера, документовање резултата и ревизију. У поглављу 2 дат је преглед значајног броја алата и метода који се користе за што ефективније управљања ризицима у различитим деловима процене ризика. Идентификација ризика је најзначајнији корак, од чије успешности зависи читав процес процене ризика. Како се у овој докторској дисертацији, разматрају предузећа која се заснивају на концепту савремених производних филозофија, структурирање и категоризација ризика конципирана је за

што боље разумевање даљег процеса. Према табели 2.6 јасно се уочава да постоје различити типови и врсте фактора који могу да својим деловањем утичу на крајњи резултат процеса процене ризика. Тако да је један од доприноса ове докторске дисертације дефинисање односно идентификовање три најважнија фактора и то:

- (1) људски,
- (2) организациони и
- (3) техничко-технолошки фактори.

Пошто у пракси нити једно радно место није истих карактеристика и свако је специфично на свој начин, тако и процена ризика не може бити идентична, конципирана и примењива на друга радна места. Другим речима, процес процене ризика сваког радног места треба да се посматра као засебан и јединствен проблем. Сходно овој петпоставци, у овој докторској дисертацији, постављене су границе у погледу дефинисаних фактора, док укупан број подфактора варира у зависности од посматраног радног места односно пословно-производног система.

Процена ризика на нивоу радног места зависи од релативне важности фактора, односно подфактора и њихове тренутне вредности. Може се претпоставити да је ближе људском начину размишљања да своје процене, ставове, знање и искуство изражавају помоћу лингвистичких променљивих. У овом поглављу, релативна важност фактора, релативна важност подфактора унутар сваке групе фактора и њиховим вредностима су описане унапред дефинисаним лингвистичким исказима. Број и врсту лингвистичких исказа дефинише менаџмент тим.

Развој многих области математике, као што су теорија вероватноће, теорија фази скупова, теорија грубих скупова и др., омогућио је да се лингвистички термини адекватно квантитативно опишу. Другим речима, лингвистички искази су описани лингвистичким променљивама које се дефинишу као променљиве чије вредности нису реални бројеви већ речи [236].

У овој докторској дисертацији, моделирање лингвистичких исказа је засновано на теорији фази скупова која је користан алат за обраду непрецизности, случајности и неодређености. Може се сматрати да теорија фази скупова подржава људски начин размишљања, јер користи приближне информације и неизвесности за генерисање одлуке [237] [239].

5.2.1 Моделирање релативне важности

Реално је претпоставити да релативне важности дефинисаних фактора и релативне важности подфактора немају једнаке важности. Вредности релативних важности разматраних величина не мењају се током времена. Сваки члан експертског тима процењује релативну важност идентификованих и дефинисаних фактора и подфактора. Процењивање релативних важности има за циљ постављање практичне основе за увођење унапређеног модела за процену ризика. Веома велики утицај на процењивање има ниво знања, ниво обучености, практично искуство, перцепција проблематике и лична заинтересованост за унапређење читавог концепта безбедности и здравља на раду.

Експертски тим сачињавају:

- лица за безбедност и здравље на раду са положеним државним стручним испитом,
- професори факултета, чија интересовања и област научног истраживања обухватају безбедност и здравље на раду,
- чланови савета за безбедност и здравље на раду у оквиру управе за безбедност и здравље на раду,
- дипломирани инжењери заштите на раду и
- лица задужена за безбедност и здравље на раду и индустријску безбедност у предузећима чије пословање се базира на савременим производним филозофијама.

5.2.2 Моделирање релативне важности фактора

Чланови експертског тима користе пет унапред дефинисаних лингвистичких исказа који су моделирани троугаоним фази бројевима. У случају одређивања релативне важности фактора то су:

веома мало важан – $\tilde{R}_1 = (x; 1,1,3,5)$

мало важан – $\tilde{R}_2 = (x; 1,2,5,4)$

средње важан – $\tilde{R}_3 = (x; 1,3,5)$

веома важан – $\tilde{R}_4 = (x; 2,3,5,5)$

строго важан – $\tilde{R}_5 = (x; 2,5,5,5)$.

Релативна важност фактора i према фактору i' , $i=1,\dots,l'$, $i \neq i'$ је моделирана троугаоним фази бројем $\tilde{W}_{ii'}^e = (x; l_{ii'}^e, m_{ii'}^e, u_{ii'}^e)$. Горња, односно доња граница ових фази бројева је означена као $l_{ii'}^e$ односно $u_{ii'}^e$, док $m_{ii'}^e$ представља модалну вредност. Вредности у домену ових троугаоних фази бројева припадају скупу реалних бројева у интервалу [1-5]. Вредност 1, односно вредност 5 означава да фактор i има готово једнаку, односно екстремну важност, у односу на фактор i' .

Уколико је важност фактора i' већа од фактора i , тада се релативна важност ових фактора представља троугаоним фази бројем:

$$\tilde{W}_{ii'}^e = \left(\frac{1}{u_{ii'}^e}, \frac{1}{m_{ii'}^e}, \frac{1}{l_{ii'}^e} \right), i, i' = 1, \dots, l'; e = 1, \dots, E \quad (5.6)$$

Уколико су важности елемената горе описаних матрица једнаке то се репрезентује помоћу једне тачке чија вредност је 1 и која је представљена троугаоним фази бројем (1,1,1).

5.2.3 Моделирање релативне важности подфактора

За дефинисање релативне важности подфактора чланови експертског тима користе седам унапред дефинисаних лингвистичких исказа који су моделирани троугаоним фази бројевима и то:

веома мало важан - $\tilde{R}_1 = (x; 1,1,2,5)$

мало важан - $\tilde{R}_2 = (x; 1,2,3)$

средње мало важан - $\tilde{R}_3 = (x; 2,3,5,5)$

средње важан - $\tilde{R}_4 = (x; 3,5,5,6,5)$

средње веома важан - $\tilde{R}_5 = (x; 5,6,5,8)$

веома важан - $\tilde{R}_6 = (x; 7,8,9)$

строго важан - $\tilde{R}_7 = (x; 7,5,9,9)$.

Релативна важност подфактора j , према подфактору j' , $j=1,\dots,J_i$, $j \neq j'$ је моделирана троугаоним фази бројем $\tilde{W}_{jj'i}^e = (x; l_{jj'i}^e, m_{jj'i}^e, u_{jj'i}^e)$. Горња, односно доња граница ових фази бројева је означена као $l_{jj'i}^e$ односно $u_{jj'i}^e$, док $m_{jj'i}^e$ представља модалну вредност.

Вредности у домену ових троугаоних фази бројева припадају скупу реалних бројева у интервалу [1-7]. Вредност 1, односно вредност 7 означава да подфактор j има готово једнаку, односно екстремну важност, у односу на подфактор j' , респективно.

Уколико је важност подфактора j' већа од подфактора j , тада се релативна важност ова два подфактора унутар дефинисаних фактора i представља троугаоним фази бројем:

$$\tilde{w}_{jj'i}^e = \left(\frac{1}{u_{jj'i}^e}, \frac{1}{m_{jj'i}^e}, \frac{1}{l_{jj'i}^e} \right) \quad (5.7)$$

при чему $j, j'=1,\dots,J_i$; $i=1,\dots,I$; $e=1,\dots,E$

Уколико су важности елемената горе описаних матрица једнаке то се репрезентује помоћу једне тачке чија вредност је 1 и која је представљена троугаоним фази бројем (1,1,1).

5.3 Моделирање вредности фактора

Вредност сваког идентификованог фактора може да се одреди на основу субјективне процене доносиоца одлука. Доносиоци одлуке своје ставове заснивају на резултатима добре праксе, интерног и/или екстерног бенчмаркинга, резултатима анкете, подацима из литературе, итд. Вредности фактора одређују се на нивоу сваког радног места и сваког предузећа, сепаратно. Може се сматрати да менаџмент тим предузећа одлуку о вредности фактора доноси консензусом. Менаџмент тим је састављен од групе људи који у потпуности разумеју процесе и дефинисану поделу радних активности унутар предузећа. У тиму се најчешће налазе:

- лице задужено за послове безбедности и здравља на раду, са или без положеног стручног испита,
- руководиоци свих дефинисаних сектора предузећа и
- екстерни експерти (уколико менаџмент процени да су неопходни).

У овој докторској дисертацији, менаџмент тим на нивоу предузећа своје процене описује помоћу пет унапред дефинисаних лингвистичких исказа који су моделирани

троугаоним фази бројевима $\tilde{V}_{ji} = (y; L_{ji}, M_{ji}, U_{ji})$, где су L_{ji} и U_{ji} доња и горња граница, респективно и M_{ji} модална вредност.

Ови троугаони фази бројеви су дефинисани на следећи начин:

веома мала вредност – $\tilde{V}_1 = (y; 0,0,0.2)$

мала вредност – $\tilde{V}_2 = (y; 0.15,0.3,0.45)$

средња вредност – $\tilde{V}_3 = (y; 0.35,0.5,0.65)$

велика вредност – $\tilde{V}_4 = (y; 0.55,0.7,0.85)$

веома велика вредност – $\tilde{V}_5 = (y; 0.8,1,1)$.

Домени ових троугаоних фази бројева су дефинисани на скупу реалних бројева у интервалу [0-1]. Вредност 0 означава да је вредност фактора занемарљиво мала, док вредност 1 означава екстремну вредност фактора.

5.4 Фази Аналитички Хијерархијски Процес (ФАХП)

Коришћење дискретне скале мера је лако и једноставно, мада није лако да доносиоци одлука своја мишљења пресликавају у прецизне бројеве [240]. Реално је претпоставити да доносиоци одлука своја мишљења исказују боље и тачније помоћу лингвистичких исказа. У овој докторској дисертацији претпостављено је да доносиоци одлука користе унапред дефинисане лингвистичке исказе којима описују релативну важност фактора и подфактора. Моделирање лингвистичких исказа је засновано на коришћењу троугаоних фази бројева. Другим речима, релативна важност фактора односно под-фактора је постављена помоћу фази матрица парова поређења. Елементи ових матрица су лингвистички искази, односно троугаони фази бројеви. Уколико се ова метода упореди са постојећим методама за очување безбедности и здравља или побољшавање услова на радном месту, долази се до занимљивих закључака да је ФАХП више него боља, систематичнија и ефикаснија [67].

У литератури постоје радови у којима су развијене процедуре за обраду фази матрица парова поређења. *Chang* [242] је увео нов приступ који је заснован на проширеној методи анализе. Примењујући метод за поређење фази бројева [233], [234] вектор тежина фактора и вектор тежина подфактора унутар сваког фактора је израчунат. Развијени приступ необухвата сложене математичке операције и обухвата неизвесности људског начина размишљања. Стога може да се каже да је врло једноставан за решавање реалних проблема.

Надаље је приказан метод за обраду фази матрица парова упоређења у којима егзистирају троугаони фази бројеви [240].

Нека је дат скуп објеката $X=\{x_1,\dots,x_i,\dots,x_K\}$ и скуп циљева $Y=\{y_1,\dots,y_i,\dots,y_K\}$. Према концепту анализе проширења [243], сваком објекту је придружен по један циљ, респективно. Према томе, вредности анализе проширења за сваки од K објеката је означен на следећи начин:

$$N_i^1, N_i^j, \dots, N_i^K, (i = 1, \dots, K)$$

где су N_i^j ($j=1,\dots,K$) троугаони фази бројеви.

Вредности фази синтетичке анализе проширења са респектовањем i -тог објекта је дефинисан као:

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^K N_i^j \cdot \left[\sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K N_i^j \right]^{-1} \quad (5.8)$$

где:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^K N_i^j &= \left(\sum_{k'=1}^K l_{kk'}, \sum_{k'=1}^K m_{kk'}, \sum_{k'=1}^K u_{kk'} \right) \\ \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K N_i^j &= \left(\sum_{k=1}^K \sum_{k'=1}^K l_{kk'}, \sum_{k=1}^K \sum_{k'=1}^K m_{kk'}, \sum_{k=1}^K \sum_{k'=1}^K u_{kk'} \right) \\ \left[\sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K N_i^j \right]^{-1} &= \left(\frac{1}{\sum_{k=1}^K \sum_{k'=1}^K u_{kk'}}, \frac{1}{\sum_{k=1}^K \sum_{k'=1}^K m_{kk'}}, \frac{1}{\sum_{k=1}^K \sum_{k'=1}^K l_{kk'}} \right) \end{aligned}$$

Вектор тежина је представљен као:

$$W_p = \left((Bel(\tilde{S}_1)), \dots, (Bel(\tilde{S}_i)), \dots, (Bel(\tilde{S}_K)) \right) \quad (5.9)$$

Где $Bel(\tilde{S}_i)$ је мера веровања да је троугаони фази број \tilde{S}_i већи или једнак од свих осталих троугаоних фази бројева $S_{i'}$, ($i, i'=1, \dots, K; i \neq i'$). Ове вредности су добијене применом методе за поређење фази бројева [233], [234] која је надаље укратко приказана.

Нека су дата два троугаона фази броја $\tilde{A} = (x; l_1, m_1, u_1)$ и $\tilde{B} = (y; l_2, m_2, u_2)$ где су l_1, l_2, u_1, u_2 доње и горње границе и m_1, m_2 су модалне вредности троугаоних фази бројева \tilde{A} и \tilde{B} , респективно.

Мера веровања да је \tilde{A} веће или једнако \tilde{B} је означено као $Bel(\tilde{A} \geq \tilde{B})$. Ако је $m_1 > m_2$, тада је $Bel(\tilde{A} \geq \tilde{B}) = 1$.

Мера веровања да је \tilde{B} веће или једнако \tilde{A} , $Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A})$, рачуна се као:

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) = \sup_{x \geq y} \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)) \quad (5.10)$$

$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A})$ је једнако ординати тачке пресека $\tilde{A} \cap \tilde{B}$:

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \quad (5.11)$$

После нормализације вектора W_p , добија се нормализовани вектор W :

$$W = (w_1, \dots, w_k, \dots, w_K).$$

W није фази број и елементи овог вектора представљају приоритете једног фактора, односно подфактора у односу на остале факторе односно подфакторе сваке групе фактора.

Приступ који је заснован на анализи проширења коришћен је у многим радовима који могу да се нађу у литератури [238], [244], [245], [246], [247].

5.5 Предложени алгоритам

Могућност повређивања се одређује за свако радно место респектујући важност фактора, важност подфактора и тренутну процењену вредност подфактора. Вредност могућности повређивања се описује троугаоним фази бројем, \tilde{d}_{ji} . Одређивање вредности могућности повређивања на егзактан начин представља један од главних доприноса ове докторске дисертације. Одређивање приоритета фактора се одређује на основу израчунатих вредности могућности повређивања. Фактор коме је придружена највећа могућност повређивања \tilde{d}_{ji} има највећи утицај на безбедност радног места. Важи и обрнуто. Другим речима, приоритет фактора кореспондира рангу троугаоних фази бројева \tilde{d}_{ji} . На основу израчунате мере веровања да фактор може да се нађе на првом месту у рангу, менаџмент тим добија квалитетније улазне податке на основу којих прописује активности и мере које треба да доведу до смањивања вредности могућности повређивања. Као последица смањивања тог члана, квантитативни ниво ризика се такође смањује.

Промена вредности једног или више подфактора доводи до промене вредности могућности повређивања на радном месту. Вредност подфактора може да се промени ако се предузму одговарајуће активности и мере за њено смањивање. Ове промене имају за циљ да на адекватан и што исплативији начин умањи могућност настајања једног или више нежељених и непланираних догађаја. Под променама се сматра измена одређених вредности подфактора, али само у дефинисаним границама, нпр. многа предузећа нису у стању да изнесу финансијски терет континуалног унапређења своје опреме, немогућност ангажовања одређених профила запослених, и сл.

Алгоритам предложеног модела је представљен на следећи начин:

Корак 1.

Израчунати агрегиране вредности релативног односа важности фактора:

$$\tilde{W}_{ii'} = \frac{1}{E} \sum_{e=1}^E \tilde{W}_{ii'}^e \quad i, i' = 1, \dots, I; i \neq i'; e = 1, \dots, E$$

Корак 2.

Израчунати агрегиране вредности релативне важности подфактора:

$$\tilde{w}_{ji} = \frac{1}{E} \sum_{e=1}^E (\tilde{W}_j^e)_i \quad j = 1, \dots, J; i = 1, \dots, I; e = 1, \dots, E$$

Корак 3.

Одредити тежину сваког фактора w_i , $i=1, \dots, I$ применом ФАХП-а [242]. Вредности тежина фактора описане су прецизним бројевима.

Корак 4.

Одредити агрегирану отежану вредност подфактора:

$$\tilde{d}_{ji} = w_i \cdot \tilde{w}_{ji} \quad i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; J = \sum_{i=1}^I J_i$$

Корак 5.

Одредити ранг подфактора применом методе за поређење фази бројева [233], [234].

Подфактор који има највећи утицај на вредност нивоа ризика добија се према релацији:

$$j^*i = \max_{j=1,\dots,J} \tilde{d}_{ji}, \quad i = 1, \dots, I$$

Корак 6.

Израчунати меру веровања да подфактор који се не налази на првом месту у рангу може да буде на првом месту применом методе развијене у [233], [234].

Поступак израчунавања отежаних нормализованих вредности сваке групе ризика услед деловања дефинисаних подфактора на нивоу предузећа надаље је приказан.

Корак 1:

Процењују се тренутне вредности подфактора V_{ji} , при чему $i=1,\dots,I; j=1,\dots,J$.

Корак 2:

Применом методе линеарне нормализације добијају се нормализоване вредности подфактора у следећем облику:

(а) бенефитни тип подфактора:

$$\tilde{v}_{ji} = \frac{1}{J} \sum V_{ji}, \quad i=1,\dots,I; j=1,\dots,J.$$

(б) трошковни тип подфактора:

$$\tilde{v}_{ji} = 1 - \frac{V_{ji} - V_{ji}^{\min}}{V_{ji}^{\max}}, \quad i=1,\dots,I; j=1,\dots,J,$$

где:

$$V_{ji}^{\min} = \min_{i=1,\dots,J} V_{ji}$$

$$V_{ji}^{\max} = \max_{i=1,\dots,J} V_{ji}$$

Корак 3:

Израчунати отежану нормализовану вредност ризика услед деловања подфактора $j, j=1,\dots,J$.

$$\tilde{R}_{ji} = \tilde{d}_{ji} \cdot v_{ji}, \quad i=1,\dots,I; j=1,\dots,J.$$

Корак 4.

Одредити отежану нормализовану вредност ризика за групу ризика и са респектовањем свих подфактора:

$$\tilde{R}_i = \sum_{j=1}^J \tilde{R}_{ji}$$

Корак 5.

Израчунати најмању и највећу отежану нормализовану вредност ризика за групу ризика $i=1, \dots, I$ са респектовањем свих подфактора:

(a) бенефитни тип подфактора:

$$(\tilde{R}_i)_{max} = \sum_{j=1}^I \tilde{d}_{ji} \cdot 1 = \sum_{j=1}^I \tilde{d}_{ji}$$

$$(\tilde{R}_i)_{min} = \tilde{d}_{ji} \cdot 0 = 0$$

(b) трошковни тип подфактора:

$$(\tilde{R}_i)_{max} = \tilde{d}_{ji} \cdot 0 = 0$$

$$(\tilde{R}_i)_{min} = \sum_{j=1}^I \tilde{d}_{ji} \cdot 1 = \sum_{j=1}^I \tilde{d}_{ji}$$

6

ПРОГНОСТИЧКИ ПРИСТУП У ПРОЦЕСУ ПРОЦЕНЕ РИЗИКА

Прогностика представља скуп активности усмерених ка процењивању преосталог времена до отказа за конкретан технички систем, односно ризика од присутности или појаве једног или више модалитета отказа у будућности. Излаз из процеса прогностике представља дефинисање вредности параметара који одређују тачку настанка отказа, односно погоршања карактеристика система до границе његове неупотребљивости [179]. Дефиниција и суштина прогностике у већем делу литературе је окренуто и базирано на одржавању техничких система и то на техничке системе од којих се захтева највиши ниво поузданости (авио компаније, научно-свемирска истраживања, војна техника и сл). То потврђују и одређени стандарди на светском и европском нивоу, али генерално не постоји јединствени стандард или сет стандарда у којима би се у потпуности дефинисали планови, захтеви, потребе, одлуке, капацитет и у потпуности остварили зацртане циљеве [212].

У раду [212] са позивањем на истраживања [213] и [214], развој прогностике, као и њене конкретне применљивости у реалном окружењу, намеће се проблем стандардизације и означен је као приоритетан. Досадашња достигнућа подразумевају дефинисање одређених стандарда за специфичне области и специфичну примену који се искључиво односе на животни век техничког система, тренутни и будући статус дефинисаних параметара и посебан део области који се искључиво бави „интелигентним“ електронским системима базираним на вештачкој интелигенцији. Преглед стандарда и њихове употребе у деловима који се односе на прогностику дат је у [212], издатих од организација, тела и установа као што су:

- Међународна организација за стандардизацију,
- Међународно удружење инжењера електронике,
- Удружење инжењера аутомобилске индустрије,
- Управа државног ваздухопловства и
- Војска САД-а.

Кључни стандард [215] на којем се базира читав концепт примене прогностичког приступа односи се на процењивање преосталог времена до отказа за посматрани технички систем. Технички систем се посматра као скуп одређеног броја елемената повезаних тако да сачињавају једну функционалну целину за остваривање дефинисане функције циља. Поменути стандард могуће је транспоновати на област безбедности и здравља на раду, јер човека можемо посматрати као једну функционалну целину. Уколико се човек, његове особине и понашање поистовете са техничким системом и његовим карактеристикама може се доћи до одређених суштинских поклапања. Отказ техничког система би представљао било коју врсту нежељеног или непланираног догађаја са или без последица. Такође, концепт одржавања техничког система, у смислу прописивања и имплементације превентивних активности како до отказа не би дошло, посматра се кроз процес процене ризика. На овај начин се на основу израчунатог нивоа ризика успешно одређују и прописују мере за његово смањивање.

6.1 Прогностика и безбедност и здравље на раду

Врло је важно и боље је приступити мониторингу идентификованих кључних фактора и да се предикцијом успостави систем функционисања као такав, да би се на неки начин, успело предвидети повећање могућности настанка нежељених и непланираних догађаја, него покушавати да се установе узроци настанка неких од тих догађаја.

Међу истраживачима у овој области влада мишљење да је неопходно направити такав систем који ће се заснивати на проактивном приступу, односно да се дефинишу параметри који би могли да дају одређене сигнале пре него што дође до нежељених и непланираних догађаја [149]. Циљ и јесте развити такав систем који ће успети да на основу варирања подфактора предвиди будуће стање које може да доведе до нежељених и непланираних догађаја. Према [148] то би представљало активан мониторинг са одређеном врстом повратне информације о карактеристикама тренутног стања пре него што се неки нежељени и непланирани догађај не догоди. Пошто ће подфактори варирати на дневном, недељном или месечном нивоу, неопходно је пратити тренд промене вредности подфактора и на основу тог тренда промене успешно закључити где би потенцијално могао настати проблем.

Полазећи од претходно изнетих констатација, а узимајући у разматрање циљеве и суштину безбедности и здравља на раду, може се направити дигресија отказа техничког система и настанка нежељеног и непланираног догађаја. На тај начин, прогностика у безбедности и здрављу на раду би представљала скуп активности усмерених ка процењивању преосталог времена до нежељених и непланираних догађаја за конкретне ситуације, односно постојања ризика за манифестовање једног или више опасних ситуација. Излаз из процеса прогностике би представљало одређивање првих назнака о могућем настанку нежељених и непланираних догађаја. То подразумева повећање квантитативне вредности процењеног ризика, кроз утицај троугла идентификованих фактора – људски, организациони и техничко-технолошки. Поступком прогностике се врши предикција вредности одређеног параметра односно подфактора у будућности на основу претходних вредности и тренда (поступак екстраполације) или на основу одређеног дефинисаног модела којим је описана и

законитост промене конкретног параметра (поступак пројекције). Препозната иновативност проактивног поступка је базирана на предикцији која има за циљ препознавање промене „понашања“ тренда идентификованих подфактора. Идентификација ових промена помаже у одређивању тачке почетка, што је за безбедност и здравље на раду најбитније, повећања или смањивања нивоа посматраних подфактора односно повећања и смањивања нивоа ризика.

Суштински, прогностика је оријентисана ка приказивању могућег нивоа безбедности радног места у будућем периоду. У том смислу, за даљи рад неопходно је:

- анализирати постојеће нежељене и непланиране догађаје, њихове карактеристике и узроке који би довели до настанка истих,
- дефинисати критеријуме за настанак нових нежељених и непланираних догађаја у будућности и утицај постојећих на настанак нових и стварања домино ефекта,
- анализирати осетљивост детектовања промена параметара постојећих и будућих нежељених и непланираних догађаја, коришћењем постојећих алата и метода за процену ризика, као и могућност њиховог унапређења у циљу подизања осетљивости,
- дефинисање претпоставки и ограничења под којима прогностички подаци задржавају пројектовану релевантност.

6.2 Специфични елементи прогностике

У односу на максимално допуштену вредност, неопходно је дефинисати довољан број граничних вредности које се сматрају референтним тачкама за све активности на унапређењу услова на радном месту. Препоручује се дефинисање три гранична нивоа (три зоне) које се суштински подудару са дефинисаним и постојећим нивоима ризика:

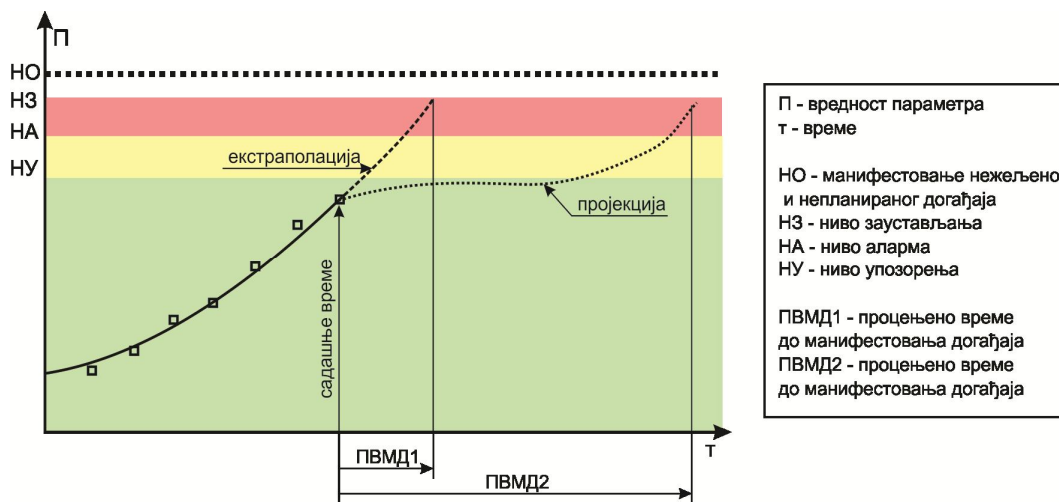
- 1) **ниво обавезног заустављања (црвена зона)** – подразумева обавезно обустављање рада. Ова гранична вредност практично представља манифестовање нежељеног и непланираног догађаја, при чему ова вредност је нешто нижа од максималне вредности, из разлога да би се спречио настанак катастрофалних и ланчаних нежељених и непланираних догађаја;
- 2) **ниво аларма (жута зона)** – указује да је квантитативни ниво идентификованог ризика достигао вредност која се сматра да може у (ближој или даљој) будућности, изазвати последице знатно већих размера;
- 3) **ниво упозорења (зелена зона)** - указује на релативан поремећај вредности нивоа одређених фактора, а самим тим и квантитативну промену вредности процене ризика, и није довољан да изазове нежељене и непланиране догађаје.

Тренд промене нивоа једног или више одређених подфактора у будућности може се прогнозировать на два начина – поступцима пројекције и екстраполације (слика 6.1).

- **Пројекција** – подразумева процењивање будућих вредности подфактора и подешавање криве на основу тих процењених вредности. Пројекција подразумева математичко моделирање понашања параметара, односно дефинисања једначина које ће одређивати брзину и карактер промене

параметара у времену за дефинисане услове радног окружења. Овај поступак је веома тешко применити у условима радног места, услед велике динамичности окружења и процењивања могућих будућих стања и вредности подфактора.

- **Екстраполација** – представља подешавање криве одређеног нивоа подфактора или вредности процене ризика само на основу постојећих, познатих вредности фактора и подфактора (садашњи подаци и подаци о историји нежељених и непланираних догађаја).



Слика 6.1 – Поступци екстраполације и пројекције

Прогностика се може реализовати коришћењем једног или више фактора сваког појединачно могућег и идентификованог ризика. Мулти параметарска анализа представља симултано приказивање података о свим факторима који утичу на настанак нежељених и непланираних догађаја. Генерално, основни проблем код мултипараметарске анализе, у смислу прогностике, представља начин смисленог приказивања вредности различитих фактора. Под проблемом се подразумева постојање могућности да параметри односно фактори имају различите јединице мере и да се њихове бројне вредности могу разликовати и за више редова величина. Овај проблем није карактеристичан за дефинисане подфакторе и радно место генерално, јер се њихов ниво мерљиве вредности креће у интервалу од 0-100%. Такође, треба имати у виду да код одређеног броја подфактора (у овом конкретном случају један), тренд раста показује погоршање стања, односно повећања нивоа ризика.

Процес прогностике обухвата и реализује се кроз четири фазе [216], [179]. Уколико се фазе посматрају кроз призму, која обухвата идеју и суштину безбедности и здравља на раду генерално, оне се могу представити на следећи начин:

- 1) **Припремне активности** – подразумевају читав низ процедура које имају за циљ идентификацију свих познатих нежељених и непланираних догађаја, као и свих подфактора који имају утицај на дефинисане ризике. Затим, неопходно је дефинисати и усвојити критеријуме који доводе до нежељених и непланираних догађаја. На основу тога се дефинишу претходно описане три граничне зоне – зелена, жута и црвена.
- 2) **Прогностика познатих нежељених и непланираних догађаја** – представља отпочињање фазе идентификације познатих нежељених и непланираних догађаја који су се догодили у прошлости и процену вредности

фактора/подфактора у односу на постављене граничне зоне. Затим се, уз одговарајући математички алат, врши пројекција или екстраполација кривих који дефинишу тренд промене подфактора или процењене вредности ризика. После ових активности, спроводи се анализа добијених кривих, одређују се одговарајућа процењена времена до настанка нежељених и непланираних догађаја и њихово рангирање од најкраћег до најдужег.

- 3) **Прогностика будућих нежељених и непланираних догађаја** – представља одређивање највероватније могућег настанка нежељеног и непланираног догађаја који се може појавити у будућности, на основу анализе и процене дефинисаних подфактора и њихове промене. Имајући у виду идентификоване подфакторе и дефинисане граничне зоне врши се пројекција или екстраполација тренда и одређивање процењеног времена за потенцијалне будуће нежељене и непланиране догађаје. На крају ове фазе, врши се избор најкритичнијег могућег нежељеног и непланираног догађаја са најкраћим процењеним временом.
- 4) **Завршне активности** – подразумевају дефинисање читавог низа активности и мера који треба да успоре, зауставе или потпуно елиминирају негативни прираштај дефинисаних фактора. У зависности од спроведених активности и мера врши се корекција изабраних модела уз понављање поступка прогностике како би се подигао ниво поклапања са стварним стањем, а самим тим и ниво поверења у резултате прогностике.

Прогностика, дефинисана на описан начин, у потпуности може да се посматра као могући неизоставни део унапређења система безбедности и здравља на радном месту. На врло једноставан начин може се прилагодити концепту одрживе примене у области безбедности и здравља на раду и може се посматрати као праћење развоја стања односно погоршање услова који могу да проузрукују настанак нежељених и непланираних догађаја. Кључан акценат се ставља на праћење стања и покушај да се максимално омогући манипулација вредностима идентификованих подфактора у сврху смањења могућности повређивања односно смањењу нивоа ризика.

6.3 Алати и приступи у прогностици

Полазећи од претпоставке, постављене у овом поглављу, а тиче се могућности и апликативности стандарда који се односи на технички систем, на област безбедности и здравља на раду односно човека, потребно је дефинисати приступ и алате у прогностици. У литератури се наводе различити приступи процесу прогностике у којима постоје очигледна подударана и преклапања, чак и коришћење различитих назива за сличне приступе. С тим у вези, у [231] представљена је најприхватљивија подела процеса у прогностици и прилагођена области безбедности и здравља на раду:

- **Прогностика базирана на моделу** – подразумева, на неки начин, моделирање понашања човека и то највише у делу који се односи на смањивање радне способности, смањивање пажње, начин на који се спроводе задате активности и све то под утицајем фактора који омогућавају овакве врсте активности. Симулацијом је могуће прикупити информације о карактеристикама радног места са различитим нивоима оптерећења односно на који начин дефинисани

подфактори утичу на спровођење задатих активности. Сходно томе, ниво ризика се мења са променом услова и карактеристика радног места. Отуда, могуће је извршити прогностику промене ових подфактора, а самим тим и прогностику промене нивоа ризика, на основу које се може закључити да ли ће до нежељеног и непланираног догађаја доћи или не. Овакав приступ прогностици је веома захвалан, јер је могуће симулирати различите услове рада и на основу повратних информација донети одређене закључке. Међутим, овакав висок ниво флексибилности може имати и одређене недостатке. Недостаци се огледају у немогућности потпуног идентификовања свих процеса и услова који постоје на радном месту.

- **Прогностика базирана на резултатима мерења** – користи податке мерљивих параметара стања радног места односно подразумева праћење промене вредности тренутног стања дефинисаних подфактора на основу којих се врши прогностика вероватноће настанка нежељених и непланираних догађаја односно нивоа вредности ризика у будућем временском интервалу. Овај приступ свакако има одређене предности у односу на претходно описани, јер се базира на мерењу односно одређивању тренутног стања идентификованих подфактора, што је значајно приближније реалности. Међутим, и код овог приступа постоје одређена ограничења и мане које се осликавају кроз велики број потенцијалних потешкоћа и проблема који се понајвише односе на идентификацију, одређивање, праћење и бележење тренутног стања. Овај приступ, у великој мери, се ослања на способности, знању и искуству тима који је задужен за спровођење ових активности.
- **Комбиновани приступ** – у суштини, представља комбинацију претходна два приступа, јер се за верификацију дефинисаног модела и спровођење симулација (прогностика базирана на моделу) као улазне податке користе прикупљене вредности мерења (прогностика базирана на резултатима). Овакав комбиновани приступ је значајно поузданији, али неопходно је водити рачуна о апликативности овог приступа на конкретан проблем.

6.4 Прогностика принципом екстраполације

У овом поглављу је детаљно представљен поступак прогностике и његова могућа примена у области безбедности и здравља на раду. Такође је речено да је могуће пратити тренд промене одређеног подфактора, као и вредност нивоа ризика на нивоу радног места или читавог предузећа поступцима пројекције или екстраполације. Полазећи од карактеристика и динамичности радног места и могућих активности и различитих услова за рад, анализираће се могућност, ефикасност и апликативност поступка екстраполације, као одабрани прогностички приступ. Екстраполација представља подешавање криве одређеног параметра на основу познатих вредности тог истог параметра и могао би да се испостави као јако корисно решење.

Варирањем одређених и у датом тренутку доступних подфактора, дефинише се тренд промене не само подфактора, већ и читавог нивоа ризика. Праћење тренда (повећања или смањења) вредности процене ризика има за циљ да покаже и предвиди променљивост нивоа ризика, из групе идентификованих ризика у дефинисаном будућем периоду (месечно, квартално, годишње итд). На основу таквих података

могуће је испланирати активности и прописати адекватне мере за унапређење. Унапређење се осликава кроз побољшање одређеног нивоа подфактора, који се одреде као критични, односно да ће имати највећи утицај на смањивање нивоа ризика. У том смислу, неопходно је имати на уму капацитете, карактеристике, могућности и озбиљност предузећа на тржишту које се посматра.

За спровођење поступка прогностике односно екстраполације конкретно, коришћене су вредности тренутног стања у одређеним временским интервалима. У тим временским интервалима праћена је промена дефинисаних подфактора и вредност нивоа ризика.

6.4.1 Принцип реализације екстраполације

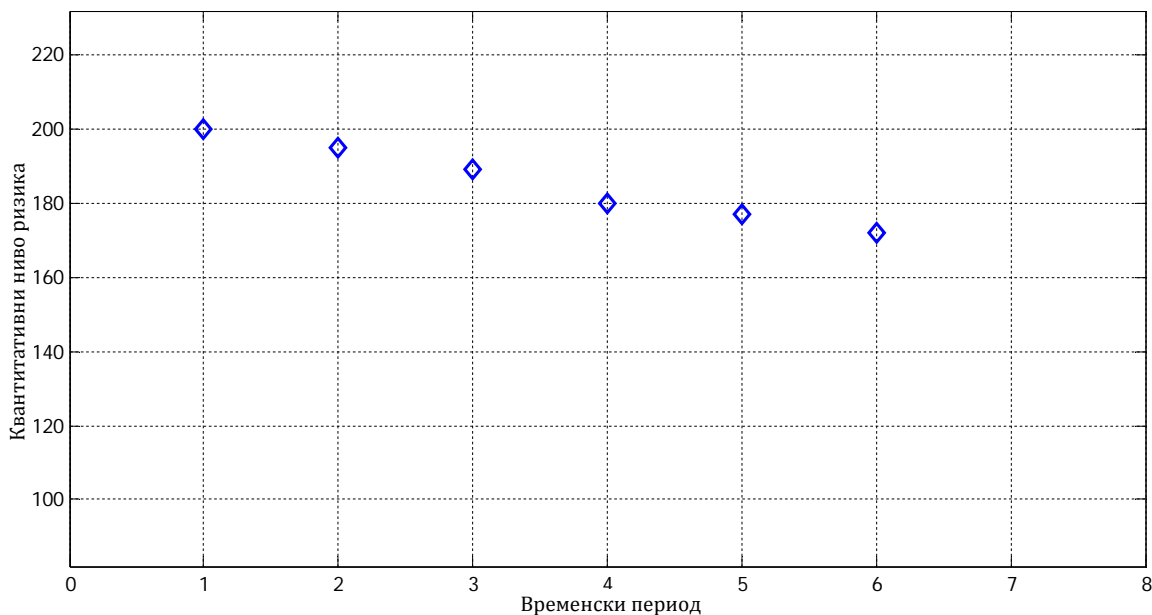
Екстраполација тренда је једна од најраспрострањенијих метода за предикцију одређених промена у будућности на основу података и информација из прошлости [232]. Екстраполацијом је могуће одредити тачкасту вредност процеса прогностике, односно да се добије квантитативни ниво ризика у тачно дефинисаном и одређеном временском периоду. Најчешће је то временски интервал у коме је могуће очекивати процењени ниво ризика. Процес екстраполације је могуће применити уколико постоји стална и непрекидна промена вредности (позитивна или негативна) на основу које је логично закључити да ће се такве промене појављивати и у будућем периоду. Процес процене ризика има такав динамички карактер, из разлога што свако радно место различите карактеристике у сваком тренутку, а самим тим и ниво вредности процењеног ризика се мења у току времена.

У даљем тексту, дат је пример (слика 6.2) процеса реализације поступка екстраполације. Број постављених тачака помоћу којих је постављен полином био је три. Полином је могуће поставити и кроз две тачке, али тада се код резултата јавља очигледна и значајна грешка [179]. Са сваком следећом тачком односно следећом одређеном вредношћу нивоа ризика, неопходно је извршити поновно постављање полинома кроз све, до тада, познате тачке.

Поступак екстраполације полиномом јако је осетљив на промене у вредностима, нарочито када је реч о скоковитим променама тренда. Пошто се ради о вредностима без релативно наглих промена тренда може се констатовати да су резултати добијени екстраполацијом полиномом сасвим коректни, задовољавајући и могу се сматрати релевантним. У случајевима процене ризика јако велике промене чланова који чине основу процеса процене ризика могу се манифестовати само у случајевима непредвидивих и екстремних ситуација.

Избор одговарајућег полинома за спровођење поступка екстраполације зависи од природе и карактеристика вредности. У примеру са слике 6.2 вредности нивоа ризика су из реалног окружења и представља квантитативни ниво процене дефинисаног ризика посматраног радног места. Визуелним посматрањем добијеног дијаграма тренда може се уочити да улазне вредности односно вредности ризика имају опадајући тренд и што је још значајније, може се приметити да је тај тренд формиран на основу одређене функционалне зависности. На основу ових података, може се извршити графичка интерпретација полинома и изабрати адекватан ред полинома са којим је неопходно спровести поступак екстраполације. На слици 6.3 могу се уочити

трендови екстраполационе криве полинома различитог реда. Може се приметити да уколико се ред полинома драстично повећава, тако и поступак екстраполације постаје значајно непостојан и нереалан.

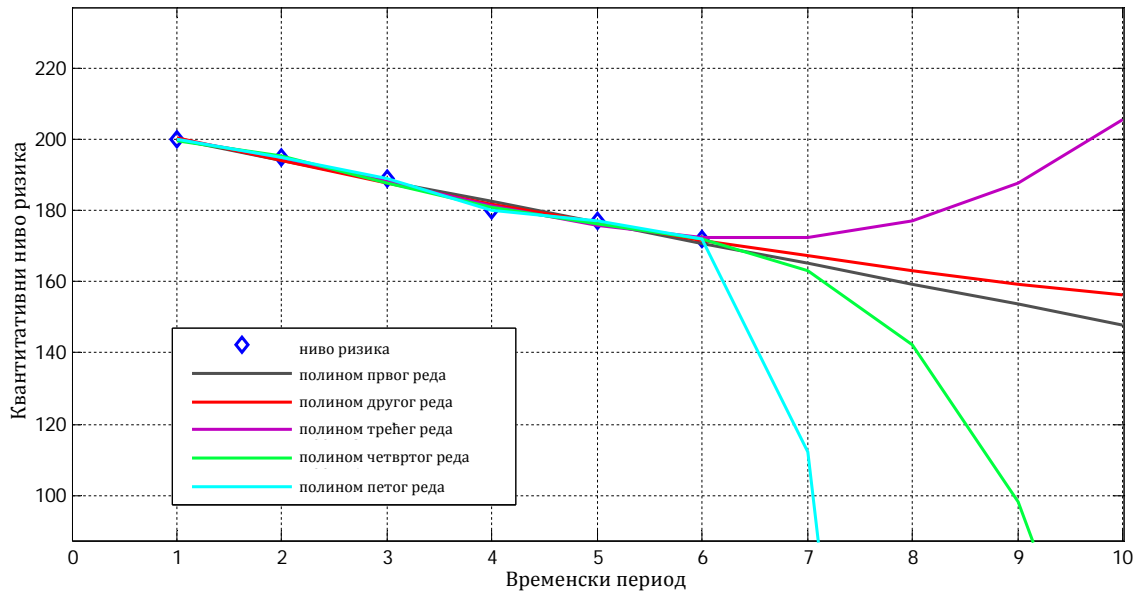


Слика 6.2 – Улазни подаци за формирање екстраполационе криве

Кључан параметар одређивања тачности екстраполације односно дефинисање полинома који најбоље одговара постављеном стању, јесте метода најмањих квадрата. Уколико је вредност тог параметра што већа односно блиска јединици, утолико је изабрани полином бољих карактеристика и задовољава постављене критеријуме и постојеће стање, а самим тим и бољи избор за екстраполациону криву.

У примеру на слици 6.3 два полинома, која су коришћења за поступак екстраполације значајно се издвајају по својој прецизности. То су полином првог реда (сива линија на слици) и полином другог реда (црвена линија на слици). Грешке које се јављају приликом екстраполације односно параметар који карактерише и рангира по употребљивости ова два полинома су веома блиске.

Али, према већ изреченом критеријуму о избору најприкладнијег полинома за екстраполациону криву, полином другог реда намеће се као сасвим задовољавајуће и реално решење. Потврда правилног избора полинома за потребе процена процена ризика, истиче се кроз карактеристику полинома првог реда односно линеарног полинома. Линеарни полином је дефинисан као права односно у примеру са слике, константно опада под одређеном функционалном законитости. Уколико се у разматрање узме јако дугачак временски период, такав полином реално може да достигне вредност која је значајно нижа (50-90%) од почетне вредности или да достигне вредност испод нуле. Наравно, оба представљена сценарија нису могућа из два разлога. Први се односи на однос почетне и крајње вредности. У том смислу уколико је процентуална промена две процене ризика већи од 50, упућује на закључак да је дошло до већих промена карактеристика радном месту и неопходност спровођења нове и потпуне процене ризика. Други разлог представља нереално достизање негативне вредности нивоа идентификованог ризика.



Слика 6.3 - Екстраполационе криве полинома различитог реда

На основу два описана разлога о избору полинома за екстраполациону криву, искључују употребу полинома првог реда за приказ природе тренда промене са дефинисаним карактеристикама стања проблема који се посматра. У даљем истраживању односно приказу резултата унапређеног модела за процену ризика користи се полином другог реда.

7

АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА

У претходним поглављима дат је детаљан преглед потребних чинилаца односно параметара неопходних за унапређење модела за процену ризика. Дата је теоријска потпора која је подразумевала преглед литературе међународно признатих часописа и књига, као и истраживање достигнућа који припадају овој области. Унапређење се не огледа само кроз побољшавање одређених параметара, смањење нивоа ризика или прописивања неопходних мера, већ и потпуно нова концепција и прилаз процесу процене ризика.

Унапређени модел за процену ризика који ће бити представљен у овом поглављу, нема за циљ да у потпуности замени односно умањи значај постојећих алата и метода, већ да у временском периоду између две процене ризика смањи утицај идентификованих опасности и штетности. Смањење ризика огледа се у укључивању фактора и подфактора дефинисаних у поглављу 3 ове докторске дисертације. Суштина смањења ризика заснива се на утврђивању тренутног стања и континуалном праћењу и унапређењу људских, организационих и техничко-технолошких фактора за одређене ситуације дефинисане као опасне, а могу да изазову повреду у току рада и разне врсте обољења у вези са радом. Корекција односно унапређење мерљивих параметара тренутног стања у процесу рада има улогу задовољења динамичног карактера процене ризика. Уколико је смањење нивоа ризика драстично од прве односно претходне процене ризика, неопходно је спровести процес процене ризика из почетка. Смањење или повећање нивоа ризика при којим није потребно спровести потпуно нову процену ризика, а према примерима добре праксе и закључака експерата из ове области, може се прихватити ако су у границама од 25% до 40%. Ове вредности се могу посматрати као граничне. Уколико се достигну веће вредности приликом смањења или повећања нивоа ризика, евидентно је да је дошло до крупних промена у процесу рада што захтева, генерално нову процену ризика. Под крупним променама подразумева се

манифестовање нежељеног и непланираног догађаја који за последицу има лакше или теже повреде на раду, повреду посетилаца или оштећења значајних делова пословно-производног система, реконструкцију и капитална улагања која се односе на куповину и инсталацију нове опреме и уређаја, отварање нових радних места и запошљавање нових радника на дужи или краћи временски период и сл. У том смислу потребно је водити рачуна о оваквим детаљима како би читав процес процене ризика и ниво планираних унапређења био у реалним оквирима.

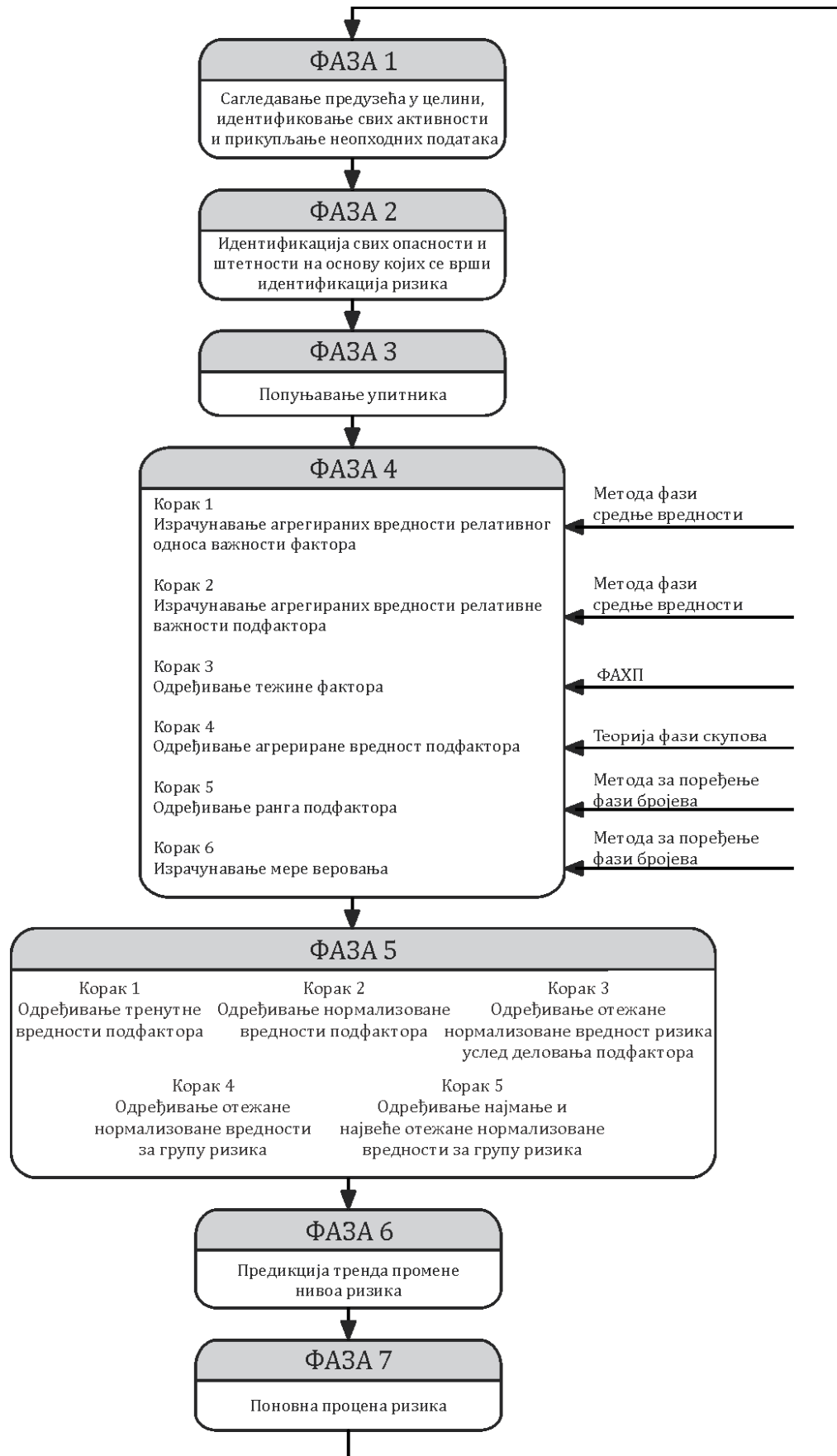
Процес процене ризика представља проактивни приступ решавању потенцијалних проблема. У овом случају реч је о нежељеним и непланираним догађајима који настају као последица опасности и штетности, односно постојања високог нивоа ризика. Проактивност се одликује у благовременом идентификовању опасности и штетности у раној фази настајања и њиховом елиминисању или значајном смањењу нивоа ризика како би се спречио настанак несрећа и повреда у току и у вези са радом.

7.1 Фазе реализације унапређеног модела за процену ризика

Фазе кроз које је неопходно спровести читав процес процене ризика и дијаграм тока информација и вредности, такође представља одређени ниво унапређења (слика 7.1). На овај начин максимално је побољшан визуелни идентитет читавог процеса, олакшава и обезбеђује правилно и значајно лакше спровођење унапређеног модела за процену ризика, при чему није неопходно размишљати о следовању следеће фазе.

7.1.1 Фаза 1

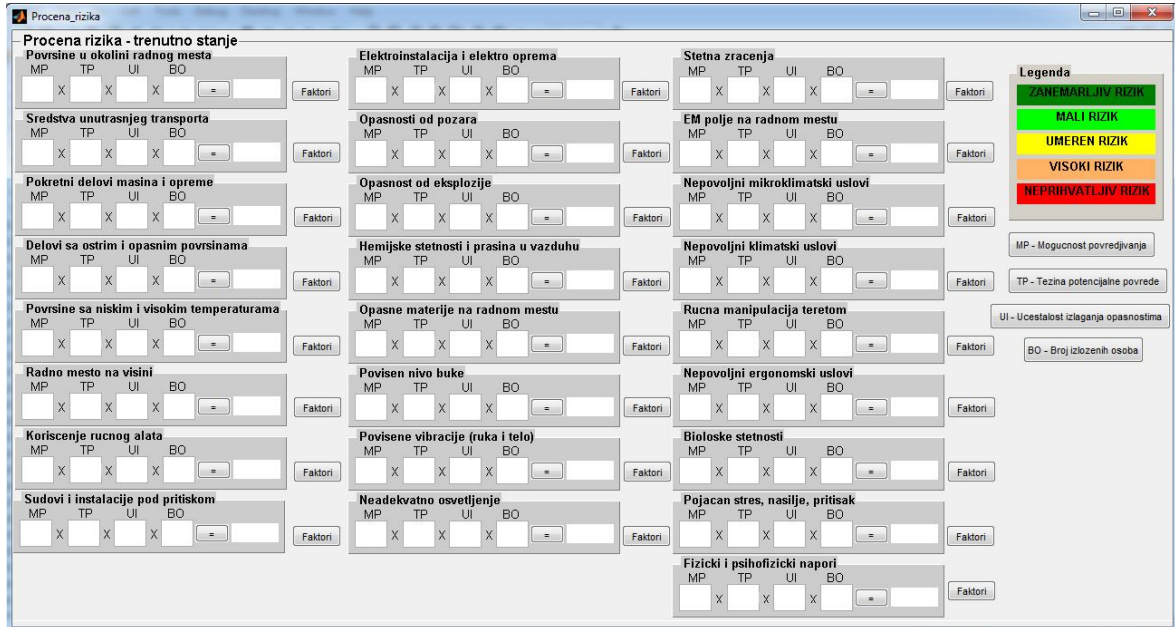
Прва фаза, у исто време неопходна и неизоставна, представља прикупљање података, односно сагледавање радног места у потпуности. Сакупљање информација, недостатака и идентификовање потенцијалних проблема једино је могуће кроз процес упознавања радног места, услова рада, активности које се спроводе и радне околине, генерално. Такав процес у савременој производној филозофији назива се *gemba*, што подразумева константно и неизоставно обилажење радних места где је планирана имплементација неопходних и прописаних мера. Сматра се да унапређења нису могућа, уколико се у потпуности не познају карактеристике радног места и укупан број и тип активности које се спроводе. У смислу безбедности и здравља на раду, у овој фази се спроводи процес прикупљања информација и података о свим технолошким процесима, средствима за рад, врсти делатности, податке о прошлим нежељеним и непланираним догађајима са или без последица, прикупљање психолошких профила запослених и слично. Суштина се заснива на препознавању свих карактеристичних потенцијалних опасности и штетности за посматрано радно место за која је неопходно спровести процес процене ризика. Избор свих могућих ризика који могу да се идентификују за посматрано радно место врши се из дефинисаног броја ризика (види потпоглавље 3.3). На основу идентификованих ризика и утврђеног тренутног стања приступа се процесу процене ризика.



Слика 7.1 – Дијаграм тока информација и вредности унапређеног модела за процену ризика

7.1.2 Фаза 2

Друга фаза представља детаљну идентификацију и избор карактеристичних ризика која се спроводи директно кроз процес одређивања квантитативног нивоа ризика. Унос дефинисаних чинилаца МП, ТП, УИ и БО и одређивање нивоа ризика за идентификоване ризике приказани су на слици 7.2. Интерфејс је подржан програмом за нумеричке прорачуне – *Matlab* [225].

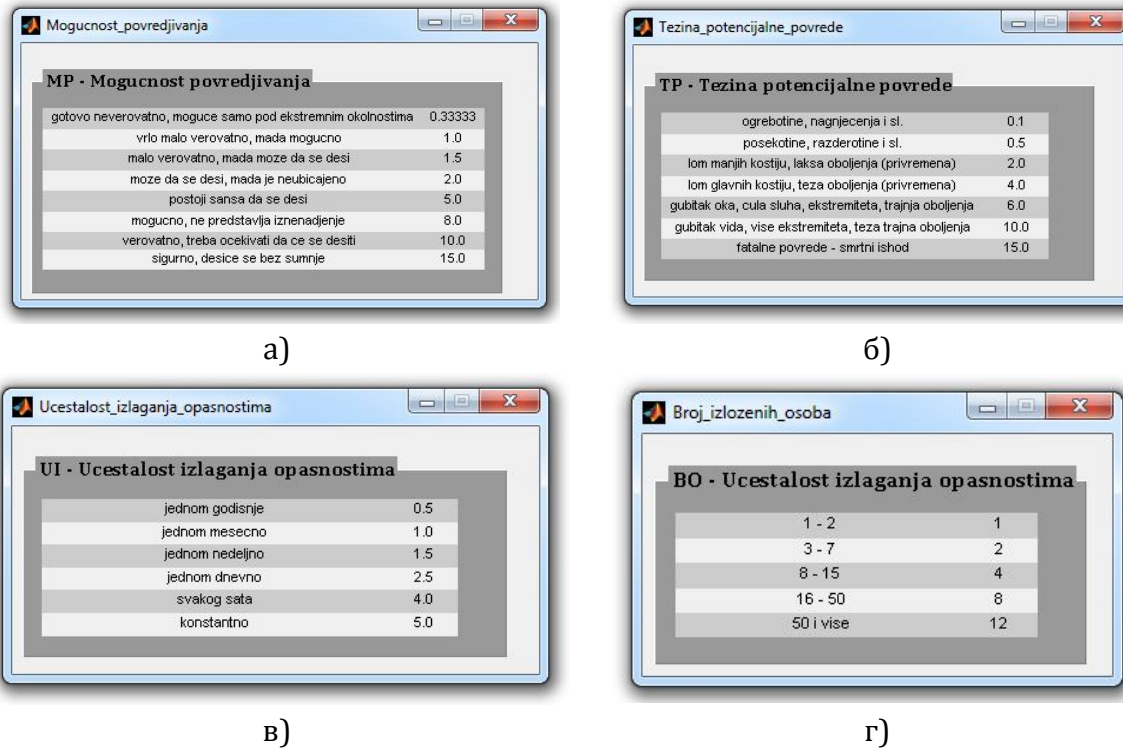


Слика 7.2 – Приказ корисничког интерфејса за процес квантитативног одређивања нивоа ризика

Комплетан прорачун се спроводи у дефинисаном коду програма, ради значајног олакшавања и скраћивања времена процена ризика тренутног стања. Ово је још један вид унапређења, из разлога што се време provedено у извршавању непотребних операција односно чекање да се нека операција изврши представља један од основних губитака у савременом схватању производних филозофија. На крају ове фазе, добија се квантитативни ниво ризика, који се сврстава у неки од пет нивоа ризика дефинисаних обрасцем (табела 5.7). На основу добијених вредности и нивоа процењеног ризика, потребно је одредити који од ризика је неопходно унапредити. Најчешћи начин избора фактора за унапређење, али не и једини, јесте ниво ризика.

Притиском тастера „*Faktori*“ поред одговарајућег идентификованог ризика, прелази се на следећи корак. Тај корак подразумева дефинисање тренутних вредности људских, организационих и техничко-технолошких подфактора и могу се активирати више од једног, све у зависности од броја идентификованих ризика.

У сваком тренутку процењивачу је омогућен приступ вредностима за сваки од чиниоца, слика 7.3.



Слика 7.3 – Дефинисање квантитативних вредности чинилаца

7.1.3 Фаза 3

У фази 3 представљено је попуњавање упитника односно попуњавање табеле 4.6.. Генерално посматрано, ову фазу није могуће изменити, јер је већ садржана унутар кода унапређеног модела за процену ризика, већ само у случајевима уколико се значајно промене односи фактора и подфактора у односу на идентификоване ризике. Такође, могуће је извршити одређени ниво промене оцена релативне важности подфактора уколико је таква врста активности сврсисходна и неопходна за добијање што релевантнијих резултата. У додатку 3 приказане су релативне важности подфактора свих чланова експертског тима за све идентификоване ризике.

7.1.4 Фаза 4

Четврта фаза је од суштинске важности, јер се одређује релативан однос важности свих дефинисаних фактора и релативна важност свих дефинисаних подфактора. Улазни подаци за ову фазу добијају се из предходне фазе односно из групног одлучивања експертског тима. На тај начин прикупљају се неопходни подаци помоћу којих се започиње увођење новог концепта на којем се заснива унапређени модел за процену ризика. Важност ове фазе се, такође, осликава у спознавању који фактори и подфактори и у којој мери утичу на ризике. Ово представља једну врсту рангирања, што и представља један део процеса приликом одређивања релативних важности. На тај начин можемо доћи до податка који подфактор има највећи утицај на могућност повређивања. Израчунате вредности релативних важности се користе за одређивање агрегираних вредности релативних важности, које се касније користе у

прорачуну заједно са вредностима тренутног стања подфактора. Након тога, одређује се отежана нормализована вредност и представља неопходни чинилац за одређивање вредности могућности повређивања. Кроз целу четврту фазу провлачи се математичко моделирање засновано на троугаоним фази бројевима, у потпуности дефинисаним у додатку 1 и 2 ове дисертације.

7.1.5 Фаза 5

По завршетку идентификације свих карактеристичних ризика за конкретно радно место, неопходно је квантитативно одредити тренутне вредности за сваки дефинисани подфактор. Ово представља први корак у петој фази. Овакве одлуке о тренутном стању у предузећу су веома незахвалне, али неопходне како би се добила потпуна слика стања радног места. Ову врсту активности спроводе дефинисани менаџмент тим који се састоји од запослених који имају највећи увид у стање, рад и активности на конкретном радном месту. Препорука је да се у том тиму нађу лице задужено за послове безбедности и здравља на раду са или без положеног стручног испита, руководиоци свих дефинисаних сектора предузећа и по потреби и само уколико су неопходни, екстерни експерти из ове области. Вредности, односно одлуке о висини вредности тренутног стања зависе искључиво од података у евиденцији, интервјуа са запосленима, резултата спроведених тренинга и обука, постигнутих резултата предузећа у претходном периоду, процене менаџмента итд.

Развијени поступак (фаза 4 и фаза 5) илустрован је на примеру за групу ризика $P7$ – „Коришћење ручног алата“. Све вредности и резултати илустрованог примера приказани су у табелама од 7.1 до 7.6. Експерти ($E=1,..,7$) су на следећи начин проценили релативан однос важности фактора илустративног примера (табела 7.1). Принцип по коме су извршили процену јесте одређивање релативног односа људских према организационим факторима (ЉФ:ОФ), људских према техничко-технолошким факторима (ЉФ:ТТФ) и организационих према техничко-технолошким факторима (ОФ:ТТФ).

Табела 7.1 – Процена релативног односа фактора

| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ЉФ:ОФ | \bar{R}_4 | \bar{R}_4 | \bar{R}_2 | \bar{R}_1 | \bar{R}_3 | \bar{R}_1 | \bar{R}_4 |
| ЉФ:ТТФ | \bar{R}_2 | \bar{R}_3 | $\frac{1}{\bar{R}_2}$ | \bar{R}_2 | \bar{R}_1 | \bar{R}_1 | \bar{R}_2 |
| ОФ:ТТФ | $\frac{1}{\bar{R}_3}$ | $\frac{1}{\bar{R}_2}$ | $\frac{1}{\bar{R}_3}$ | \bar{R}_2 | $\frac{1}{\bar{R}_3}$ | $\frac{1}{\bar{R}_1}$ | $\frac{1}{\bar{R}_3}$ |

Израчунавање средње вредности релативног односа фактора илустративног примера (корак 1 у фази 4) приказано је у облику троугаоних фази бројева, у табели 7.2.

Табела 7.2 – Средња вредност релативног односа важности фактора

| | Средња вредност |
|--------|--------------------------|
| ЉФ:ОФ | (1.4286, 2.5, 4.4286) |
| ЉФ:ТТФ | (0.8929, 1.8429, 3.5714) |
| ОФ:ТТФ | (0.3343, 0.7457, 1.4286) |

Затим, процена важности подфактора илустрованог примера за групу ризика *P7* је извршена од стране тима експерата и приказана у табели 7.3.

Табела 7.3 – Важност подфактора

| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| ЉФ1.1 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_4 |
| ЉФ1.2 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_5 |
| ЉФ1.3 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_6 |
| ЉФ1.4 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_4 |
| ЉФ1.5 | \tilde{R}_2 | \tilde{R}_2 | \tilde{R}_2 | \tilde{R}_1 | \tilde{R}_1 | \tilde{R}_1 | \tilde{R}_2 |
| ОФ2.1 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_3 |
| ОФ2.2 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_3 |
| ОФ2.3 | \tilde{R}_7 | \tilde{R}_3 | \tilde{R}_3 | \tilde{R}_3 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_4 |
| ОФ2.4 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_3 | \tilde{R}_3 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_5 |
| ОФ2.5 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_7 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_4 |
| ТТФ3.1 | \tilde{R}_7 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_5 |
| ТТФ3.2 | \tilde{R}_2 | \tilde{R}_1 | \tilde{R}_1 | \tilde{R}_1 | \tilde{R}_1 | \tilde{R}_2 | \tilde{R}_1 |
| ТТФ3.3 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_7 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_4 |
| ТТФ3.4 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_7 | \tilde{R}_7 | \tilde{R}_4 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_4 |
| ТТФ3.5 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_7 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_7 | \tilde{R}_5 | \tilde{R}_6 | \tilde{R}_6 |

Затим, израчуната је агрегирана вредност тежине релативне важности подфактора илустративног примера, применом троугаоних фази бројева (табела 7.4).

Табела 7.4 – Агрегирана вредност тежине релативне важности подфактора

| | \tilde{V}_{ji} |
|---------------|--------------------|
| ЉФ1.1 | (4.71, 6.07, 7.43) |
| ЉФ1.2 | (5.64, 6.93, 7.93) |
| ЉФ1.3 | (5.64, 6.93, 7.93) |
| ЉФ1.4 | (5.14, 6.5, 7.86) |
| ЉФ1.5 | (1, 1.57, 2.79) |
| ОФ2.1 | (4.93, 6.29, 7.64) |
| ОФ2.2 | (5, 6.29, 7.57) |
| ОФ2.3 | (3.86, 5.36, 6.64) |
| ОФ2.4 | (3.5, 5, 6.5) |
| ОФ2.5 | (5.29, 6.64, 7.79) |
| ТТФ3.1 | (6, 7.29, 8.36) |
| ТТФ3.2 | (1, 1.29, 2.64) |
| ТТФ3.3 | (5.71, 7.07, 8.21) |
| ТТФ3.4 | (5.57, 7, 8) |
| ТТФ3.5 | (6.29, 7.64, 8.57) |

Применом ФАХП (корак 3 у фази 4 развијеног алгоритма) одређују се тежине фактора за групу ризика $P7$:

$$\begin{bmatrix} 1,1,1 & 1.4286, 2.5, 4.4286 & 0.8929, 1.8429, 3.5714 \\ 0.2329, 0.5143, 0.7857 & 1,1,1 & 0.3343, 0.7457, 1.4286 \\ 0.3614, 0.8614, 1.4286 & 0.8929, 2.2714, 4.0714 & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

одакле следи да су тежине фактора

$$\tilde{W}_1 = 0.4192, \tilde{W}_2 = 0.2134 \text{ и } \tilde{W}_3 = 0.2134.$$

Након одређивања агрегиране вредности тежине подфактора, потребно је узрачунати отежану агрегирану вредност подфактора $\tilde{d}_{ji}, j=1, \dots, J$. Такође, на основу добијених резултата могу да се одреде ранг и мера веровања да неки подфактор који се не налази на првом месту у рангу може да има највећи утицај на ниво разматране врсте ризика (корак 4 до 6, фаза 4). Добијени резултати приказани су у табели 7.5.

Табела 7.5 – Отежана агрегирана вредност подфактора, ранг и мера веровања

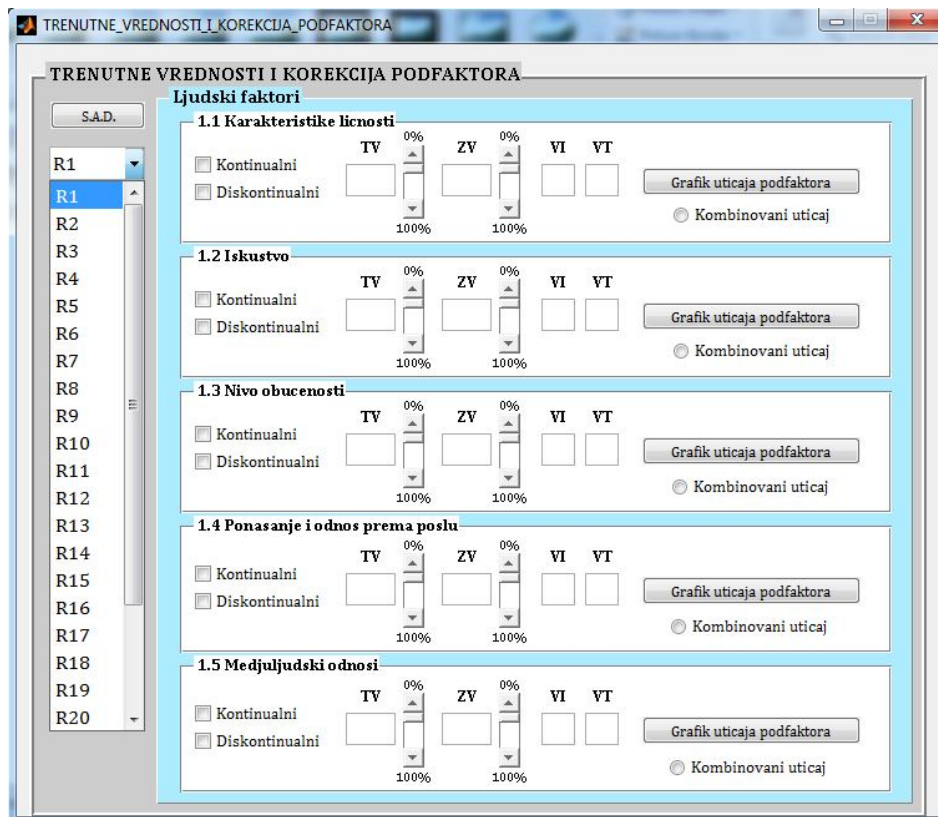
| | \tilde{d}_{ji} | Ранг | Мера веровања |
|---------------|--------------------|-------|---------------|
| ЉФ1.1 | (1.97, 2.55, 3.12) | 8 | 0.68 |
| ЉФ1.2 | (2.36, 2.91, 3.32) | 1-2 | 1 |
| ЉФ1.3 | (2.36, 2.91, 3.32) | 1-2 | 1 |
| ЉФ1.4 | (2.16, 2.73, 3.29) | 4 | 0.84 |
| ЉФ1.5 | (0.42, 0.66, 1.17) | 14 | 0 |
| ОФ2.1 | (1.05, 1.34, 1.63) | 10-11 | 0 |
| ОФ2.2 | (1.07, 1.34, 1.62) | 10-11 | 0 |
| ОФ2.3 | (0.82, 1.14, 1.42) | 12 | 0 |
| ОФ2.4 | (0.75, 1.07, 1.39) | 13 | 0 |
| ОФ2.5 | (1.13, 1.42, 1.66) | 9 | 0 |
| ТТФ3.1 | (2.21, 2.68, 3.08) | 5 | 0.76 |
| ТТФ3.2 | (0.37, 0.47, 0.97) | 15 | 0 |
| ТТФ3.3 | (2.1, 2.59, 3.02) | 6 | 0.68 |
| ТТФ3.4 | (2.05, 2.57, 2.94) | 7 | 0.63 |
| ТТФ3.5 | (2.31, 2.81, 3.15) | 3 | 0.89 |

Поступак који је приказан и односи се на алгоритам у фази 5, илустрован је примером и резултати су приказани у табели 7.6.

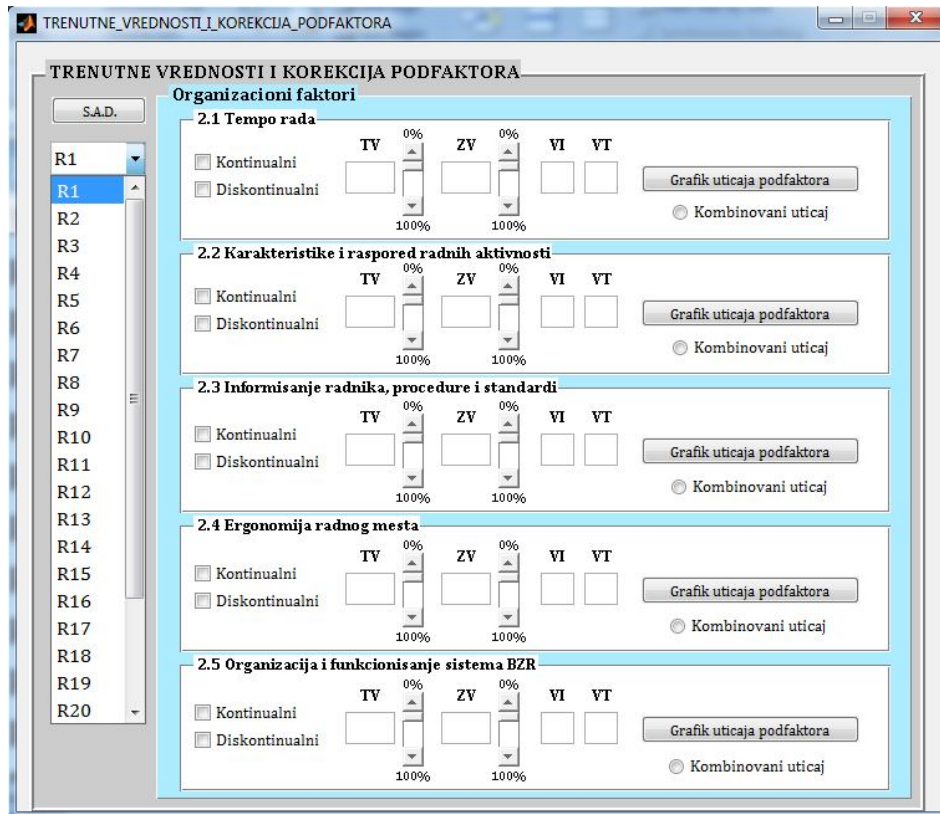
Табела 7.6 – Тренутне вредности, нормализоване вредности и вредност ризика

| | V_{ji} | v_{ji} | \tilde{R}_i | $(\tilde{R}_i)_{max}$ | $(\tilde{R}_i)_{min}$ |
|-------|----------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ЉФ1.1 | 0.7 | 0.3 | (0.59, 0.76, 0.93) | (1.97, 2.55, 3.12) | (0,0,0) |
| ЉФ1.2 | 0.2 | 0.8 | (1.89, 2.32, 2.66) | (2.36, 2.91, 3.32) | (0,0,0) |
| ЉФ1.3 | 0.2 | 0.8 | (1.89, 2.32, 2.66) | (2.36, 2.91, 3.32) | (0,0,0) |
| ЉФ1.4 | 0.5 | 0.5 | (1.08, 1.36, 1.65) | (2.16, 2.73, 3.29) | (0,0,0) |
| ЉФ1.5 | 0.6 | 0.4 | (0.17, 0.26, 0.47) | (0.42, 0.66, 1.17) | (0,0,0) |
| ОФ2.1 | 0.3 | 0.3 | (0.32, 0.41, 0.49) | (0,0,0) | (1.05, 1.34, 1.63) |
| ОФ2.2 | 0.4 | 0.6 | (0.64, 0.81, 0.97) | (1.07, 1.34, 1.62) | (0,0,0) |
| ОФ2.3 | 0.25 | 0.75 | (0.62, 0.86, 1.06) | (0.82, 1.14, 1.42) | (0,0,0) |
| ОФ2.4 | 0.1 | 0.9 | (0.67, 0.96, 1.25) | (0.75, 1.07, 1.39) | (0,0,0) |
| ОФ2.5 | 0.3 | 0.7 | (0.79, 0.99, 1.16) | (1.13, 1.42, 1.66) | (0,0,0) |
| ТФ3.1 | 0.2 | 0.8 | (1.76, 2.14, 2.46) | (2.21, 2.68, 3.08) | (0,0,0) |
| ТФ3.2 | 0.1 | 0.9 | (0.33, 0.43, 0.87) | (0.37, 0.47, 0.97) | (0,0,0) |
| ТФ3.3 | 0.2 | 0.8 | (1.68, 2.08, 2.41) | (2.1, 2.59, 3.02) | (0,0,0) |
| ТФ3.4 | 0.5 | 0.5 | (1.02, 1.29, 1.47) | (2.05, 2.57, 2.94) | (0,0,0) |
| ТФ3.5 | 0.3 | 0.7 | (1.61, 1.97, 2.21) | (2.31, 2.81, 3.15) | (0,0,0) |
| | | | (15.07, 18.95, 22.72) | (22.08, 27.85, 33.47) | (1.05, 1.34, 1.63) |

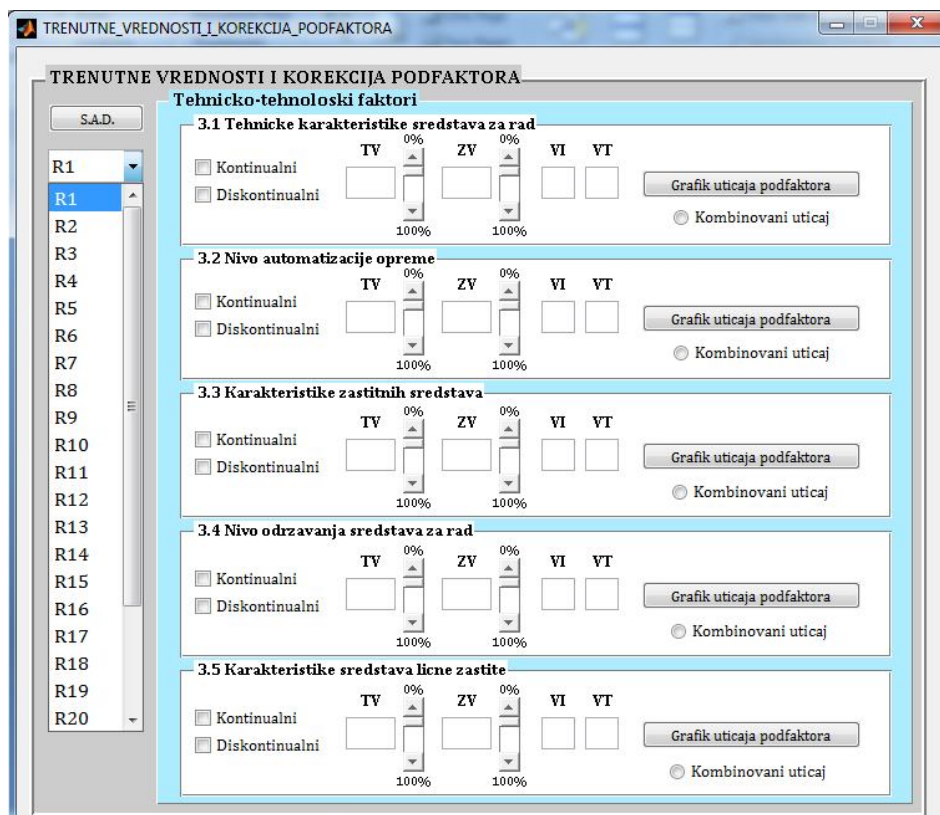
За идентификовање тренутног стања у оквиру људских фактора (слика 7.4) неопходно је спровести квалитетно конципирану анкету психолошког садржаја и кроз интервју са запосленима, могло би се закључити о каквом типу људи је реч, њиховом понашању и потребама.



Слика 7.4 – Одређивање тренутних вредности и корекција људских подфактора



Слика 7.5 – Одређивање тренутних вредности и корекција организационих подфактора



Слика 7.6 – Одређивање тренутних вредности и корекција техничко-технолошких подфактора

Затим, увидом у податке из евиденције и резултата спроведених тренинга и обука, донети одлуку о тренутном нивоу обучености, искуства и познавања поступака, процеса и активности неопходних за спровођење уско стручних послова. Што се тиче организационих фактора (слика 7.5), највише информација о тренутном стању може се прикупити кроз преглед свих доступних докумената везаних за организацију предузећа, уведене стандарде, поштовање процедура и политике квалитета, максималну ефективност кроз детаљно развијен план радних активности итд. Техничко-технолошки фактори (слика 7.6) искључиво зависе од врсте и карактеристика опреме, као и од квалитета заштитних направа и уређаја, уз константну употребу личних заштитних средстава.

Други корак у четвртој фази подразумева корекцију фактора односно процентуално побољшање изабраних подфактора у циљу смањења укупног ризика. Корекција подфактора се спроводи кроз процес оптимизације истих, из разлога финансијске и структурне способности предузећа. На избор унапређења односно корекције подфактора велики утицај има изабрани ризик највећег нивоа. Такав ризик се подразумева као приоритетан и на њему се базира читав систем унапређења у датом тренутку. Међутим, корекциони фактори односно одлука унапређења одређених подфактора се доноси на нивоу предузећа и као таква утиче на све остале ризике, што за последицу има њихово смањивање.

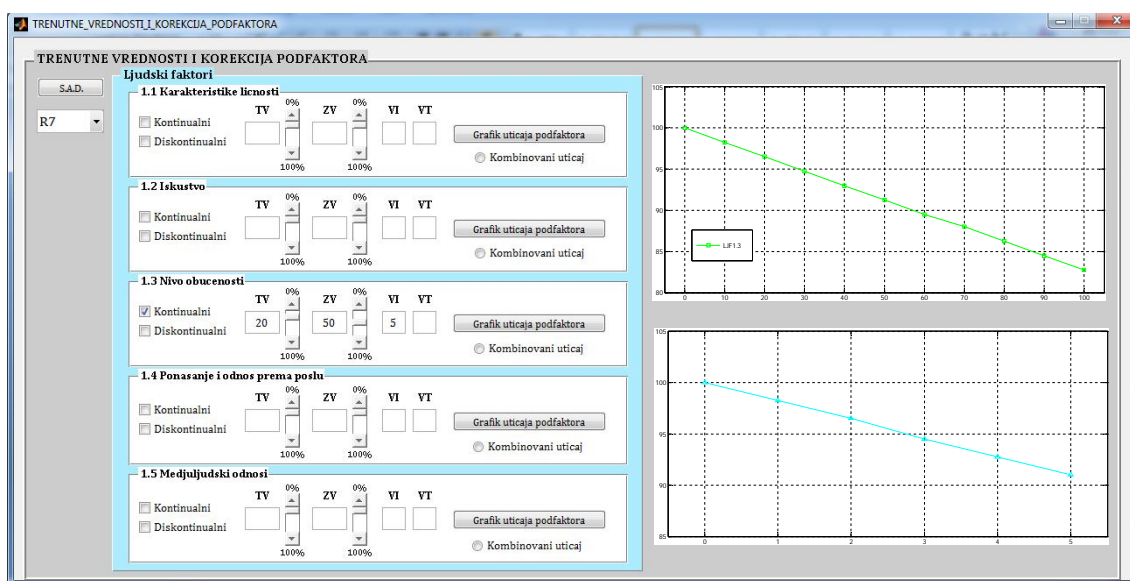
Корекција подфактора подразумева унос задате вредности („ZV“). То је циљана вредност коју предузеће жели да достигне имплементацијом прописаних мера. Приликом корекције неопходно је водити рачуна о природи и карактеристикама сваког подфактора. Пошто су карактеристике подфактора различите тако је и утицај корекционих вредности различит. У том смислу, неопходно је водити рачуна да ли је имплементација унапређења изабраног подфактора захтева дужи временски интервал („VI“) односно интервал у коме би требало очекивати достизање задате вредности нпр. карактеристике личности, искуство, ниво обучености, понашање и однос према послу, информисање радника, процедуре и стандарди, организација и функционисање система БЗР или чијом имплементацијом се добија моментално побољшање у дефинисаном временском тренутку („VT“) односно тренутку када се очекује да подфактор постане у потпуности оперативан нпр. карактеристике и распоред радних активности, ергономија радног места, техничке карактеристике средстава за рад, ниво аутоматизације, карактеристике заштитних средстава и карактеристике средстава личне заштите. Такође, постоје случајеви у којима један подфактор припада у обе групе. Ови подфактори (темпо рада и ниво одржавања средстава за рад) узети су у обзир као такви и проценитељу односно особи која спроводи процес процене ризика по унапређеном моделу остављена је могућност избора по којој законитости би требало имплементирати мере.

Затим, врши се унос временске јединице. У овом случају унапређеног модела за процену ризика, не постоји тачно дефинисана временска јединица. Временски интервал може бити месец, квартал, полугодишњи, годишњи или двогодишњи интервал, у зависности од потреба, док временски тренутак јесте тачно дефинисан тренутак имплементације прописаних мера, трећи, пети или осми месец у години или петнаести месец уколико се посматра интервал од две године.

Корекцију подфактора није могуће извршити у произвољном облику, већ сваки ниво корекције је могуће оптимизовати на основу дефинисаних и постављених ограничења. Често се долази у ситуацију да је неопходно правити одређене компромисе када је реч о улагању у повећање нивоа безбедности и здравља радника и укупних инвестиција [229]. Економски фактор је један од главних и важнијих фактора који утичу на доносиоца одлуке које се тичу безбедности и здравља на раду односно смањења утицаја идентификованих ризика. Неопходно је одредити реални однос између инвестирања у активности којима се повећава ниво безбедности и процењене вредности могућих нежељених и непланираних догађаја. Оптимизација на основу економске моћи предузећа јесте реални проблем сваког предузећа, доказаног у пракси. Потребно је постићи значајно висок ниво безбедности радног места који одговара минимуму укупних трошкова дефинисаних у [228]. Такође, избор адекватних мера добија на тежини ако се има у виду да једна или више мера за побољшање утичу на један или више ризика. Свака мера има и своју тежину у виду финансијског трошка имплементације у односу на горњу границу нивоа безбедности који може да се постигне увођењем изабраних мера и активности [230].

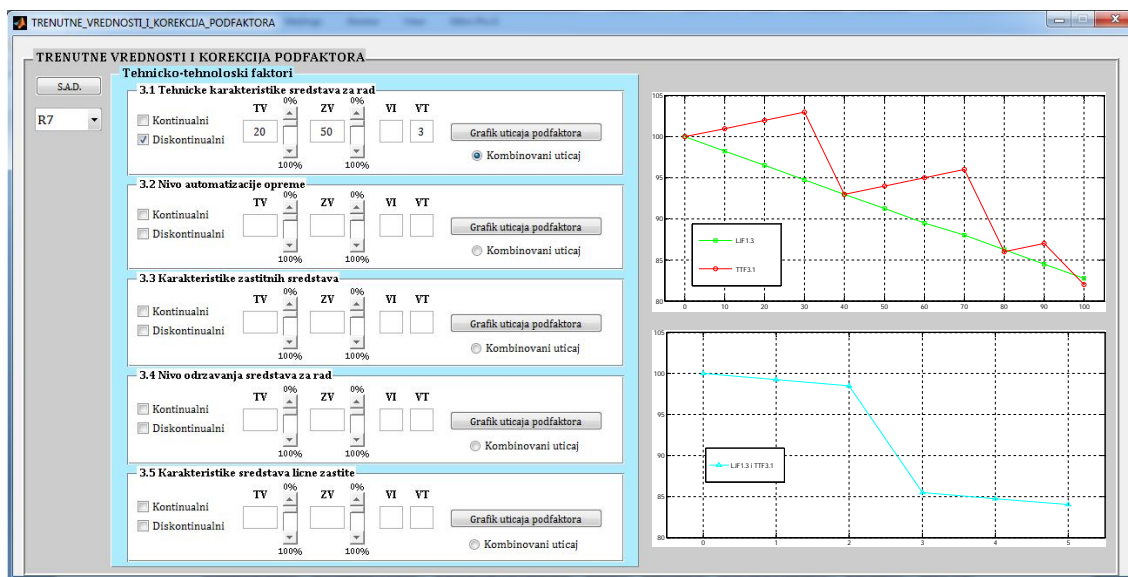
Генерално посматрано, проблем избора адекватних мера и активности за унапређење безбедности радног места може се решити применом Генетских Алгоритама – ГА (енг. *Genetic Algorithm*). ГА су се показали као ефикасно решење за избор оптималних решења под одређеним околностима и ограничењима. Ограничења се могу дефинисати као минимални допуштени ниво безбедности и/или максимално дозвољени буџет за унапређење безбедности радног места. Једна од одговарајућих методологија приказана је и детаљно описана у [228].

Након уноса неопходних података у места предвиђена за то, могуће је генерисати два графика - утицај разматраног подфактора (у границама од 0% до 100%) и график нивоа ризика. График се добија притиском на „*Grafik uticaja podfaktora*“ (слика 7.7). На овај начин, експлицитно се добија информација о могућем минималном и максималном утицају подфактора на смањивање нивоа ризика и информација о нивоу ризика за конкретне унете захтеване податке.



Слика 7.7 – Графици могућег утицаја подфактора ЉФ1.3 и утицај на ниво ризика

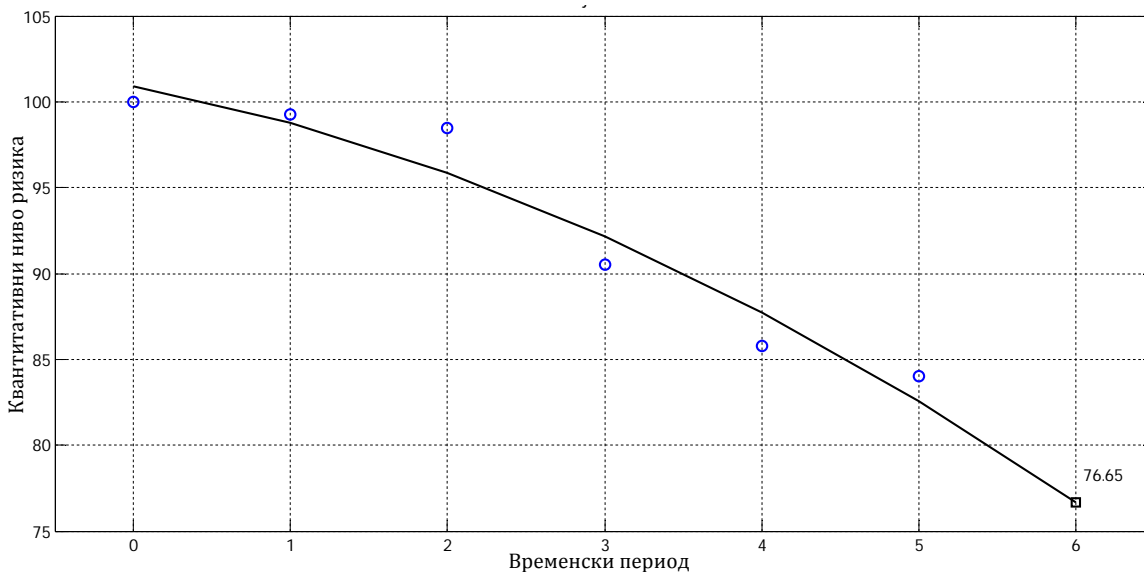
Поред ове функције, могуће је извршити избор одговарајућих подфактора из различитих група фактора обележавањем опције „Kombinovani uticaj“. Избором ове опције на главни график додаје се утицај сваког изабраног подфактора, као и на кумулативни график укупног нивоа ризика (слика 7.8).



Слика 7.8 – Комбиновани утицај подфактора ЉФ1.3 и ТТФ3.1

7.1.6 Фаза 6

Шеста фаза може се посматрати као засебан део унапређеног модела за процену ризика. Прогностички алат који је коришћен, таквих је карактеристика да га је могуће користити у две сврхе. У првој, може да се прати тренд промене нивоа ризика. То подразумева одређивање да ли ће, у зависности од корекције одређених подфактора, квантитативни ниво ризика посматраног радног места опадати или расти у дефинисаном временском периоду. Овај поступак заснован на прогностици омогућава предикцију будућег стања, на основу које је могуће дефинисати и спровести неопходне активности како би се жељено стање достигло (слика 7.9).



Слика 7.9 – Предикција промене нивоа ризика (P7)

Други начин примене, огледа се у праћењу промене подфактора у одређеним временским интервалима, односно онда када се сматра неопходним да до те промене дође, ради смањења нивоа ризика. Оваквим праћењем омогућава се формирање функције тренда на основу које је се може прогностички закључити колику вредност посматрани подфактор може имати у будућности. Предикција је заснована на процесу екстраполације, која као улазне податке користи познате вредности подфактора.

7.1.7 Фаза 7

Седма фаза не представља завршну фазу унапређеног модела за процену ризика на радном месту. Ова фаза је такође значајна у смислу континуалности процеса процене ризика. Имајући у виду да опасности и штетности имају динамички карактер односно да се квантитативни ниво ризика мења у току времена и да је главна карактеристика и премиса процене ризика континуалан процес, зато читав процес има непрекидан карактер.

Вредности које се добију у следећој, потпуној процени ризика заједно са вредностима добијених прогностиком представљају улазне параметре за компаративну анализу резултата. На тај начин могу се уочити одступања у вредностима ових поступака. Такође, без обзира на величину одступања, реалне вредности процене ризика укључују се у процес прогностике. Овакав приступ је оправдан и пожељан у сврху што бољег, прецизнијег и релевантнијег следећег поступка прогностике, односно значајно тачнијег одређивања следећег нивоа ризика у одабраном будућем периоду.

7.2 Процентуални утицај корекције појединачних фактора (од 0% до 100%) и укупан утицај корекције подфактора на ниво ризика

У овом делу биће резимирани резултати, провера и анализа могућности, унапређеног модела за процену ризика на радном месту.

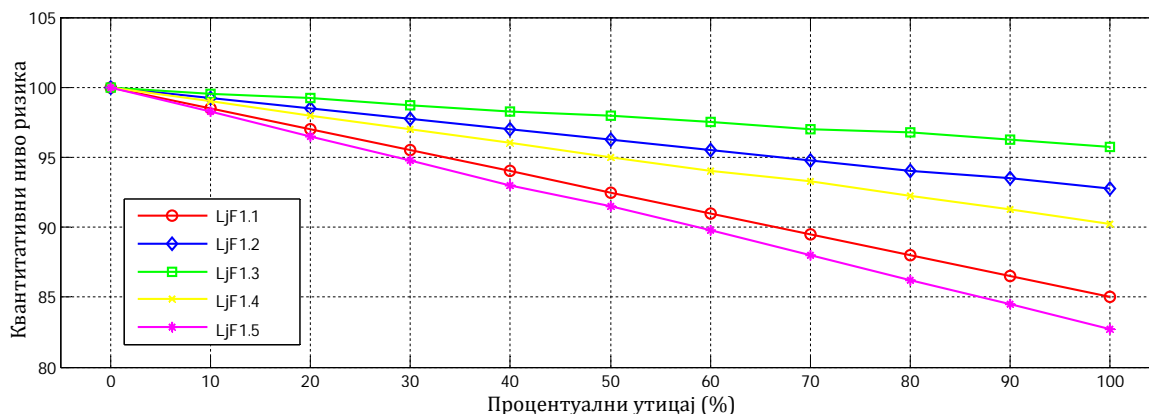
Тестирање обухвата анализу:

- промене нивоа појединачних подфактора у току дефинисаног временског периода,
- утицаја промене нивоа ризика комбинацијом промене изабраних фактора,
- максимални могући утицај изабраних подфактора на смањење ниво ризика и
- екстремни случајеви.

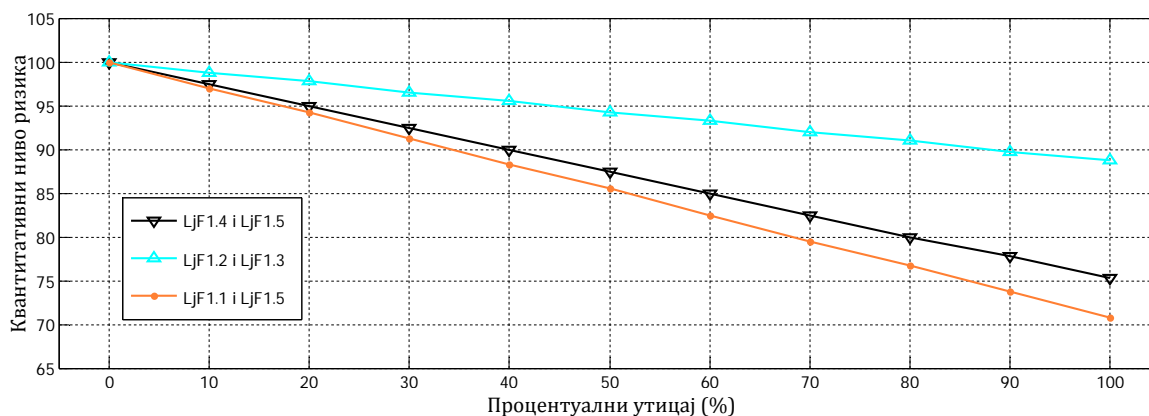
Следећи дијаграми имају за циљ да демонстрирају динамику односно промену нивоа ризика проузрокован појединачним утицајем изабраних подфактора и комбинованим утицајем изабраних подфактора, од минималног до максималног. На овај начин, одређује се максимални утицај подфактора на идентификовани ризик и на основу ових података може се закључити који подфактори имају највећи утицај. Ти подаци су неопходни у процесу доношења одлука за планирање и имплементацију активности за унапређење безбедности и здравља на радном месту односно смањења ризика.

На основу добијених дијаграма могуће је извршити детаљну анализу и дефинисати одређене закључке за даља унапређења.

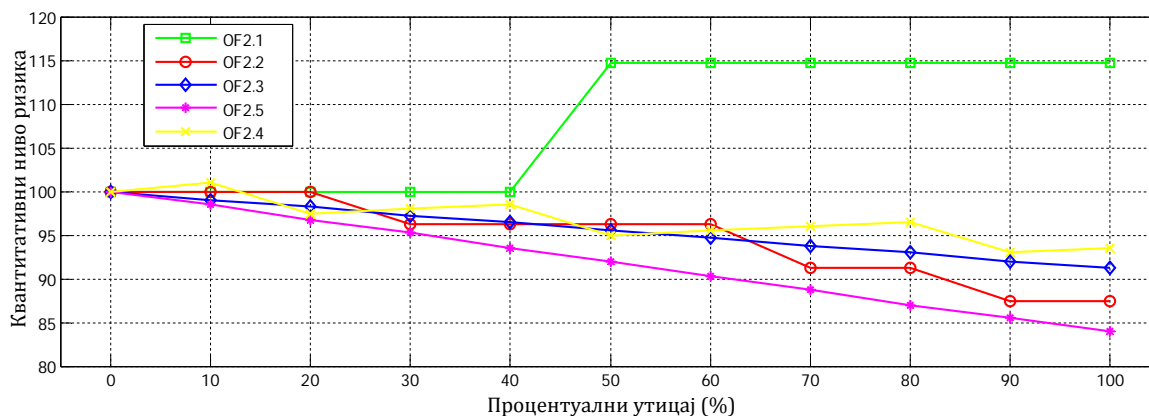
Дијаграми приказани на сликама 7.10 и 7.11 представљају утицај људских подфактора на ризик *P24*, дијаграми приказани на сликама 7.12 и 7.13 представљају утицај организационих подфактора на ризик *P1* и дијаграми приказани на сликама 7.14 и 7.15 представљају утицај техничко-технолошких подфактора на ризик *P18*. Такође, приказани су и комбиновани утицаји варирањем два или више подфактора да би се уочиле могући заједнички утицај на нивоу ризика.



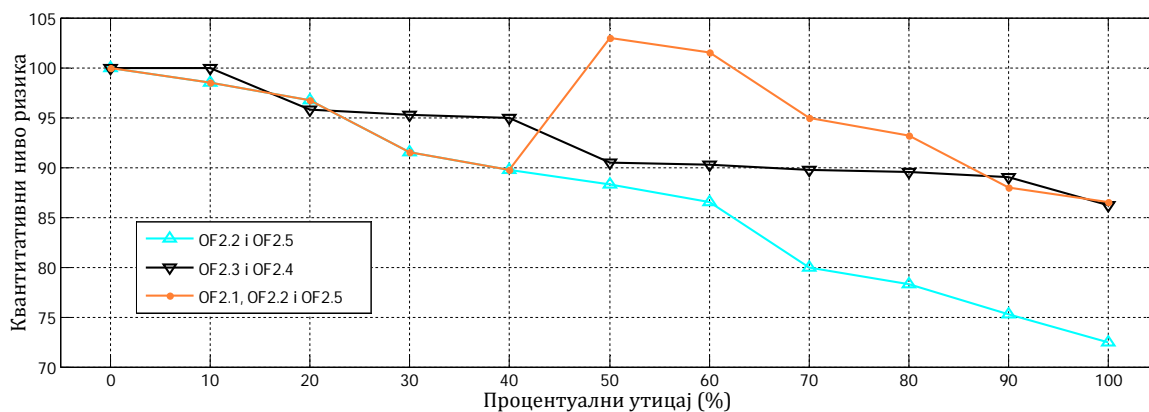
Слика 7.10 – Појединачни утицај људских подфактора на нивоу ризика *P24*



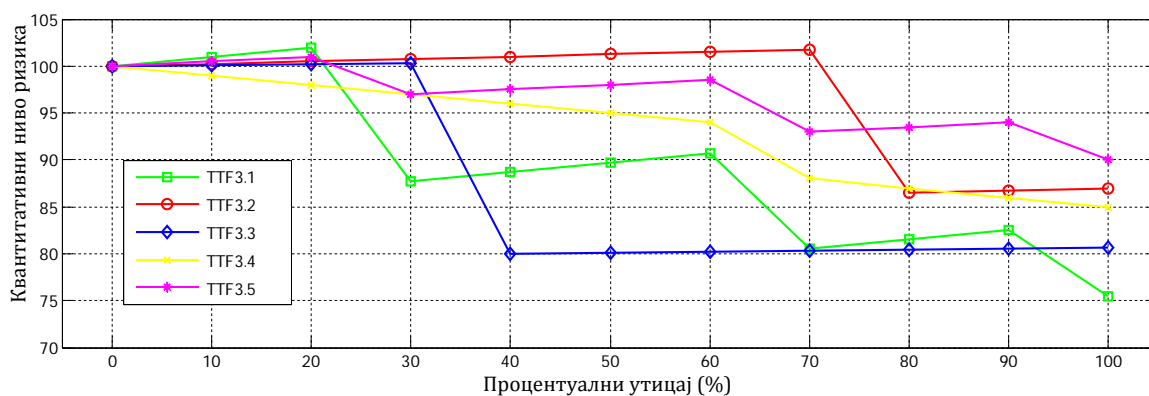
Слика 7.11 – Комбиновани утицај људских подфактора (ЉФ4 и ЉФ5, ЉФ2 и ЉФ3, ЉФ1 и ЉФ5) на нивоу ризика *P24*



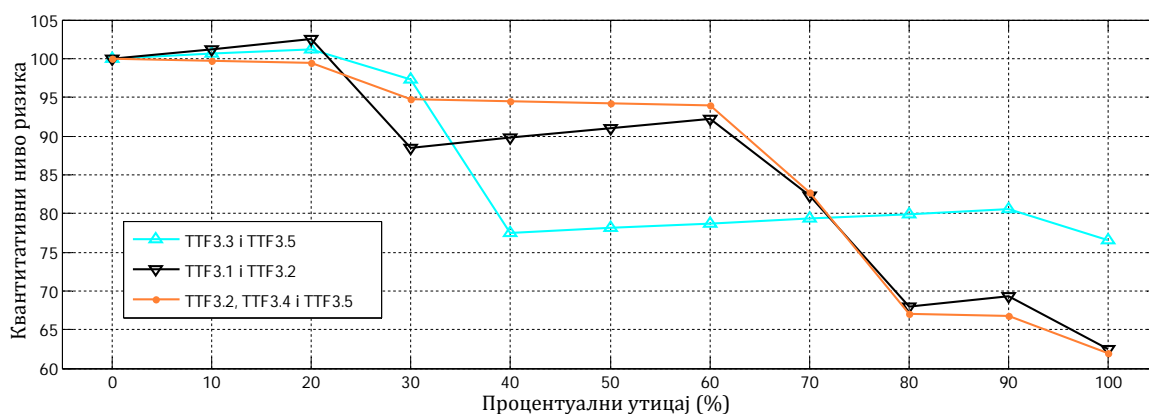
Слика 7.12 – Појединачни утицај организационих подфактора на нивоу ризика *P1*



Слика 7.13 – Комбиновани утицај организационих подфактора (OF2 и OF5, OF3 и OF4, OF1, OF2 и OF5) на ниво ризика P1



Слика 7.14 – Појединачни утицај техничко-технолошких подфактора на ниво ризика P18



Слика 7.15 – Комбиновани утицај техничко-технолошких подфактора (TTF3 и TTF5, TTF1 и TTF2, TTF2, TTF4 и TTF5) на ниво ризика P18

7.3 Дискусија добијених резултата могућих утицаја подфактора на ниво ризика

Утицај дефинисаних подфактора има различити утицај на ниво ризика, што је приказано на сликама у претходном потпоглављу. Општи утисак посматрањем и анализом представљених подфактора јесте да сви подфактори утичу на ниво ризика на различит и јединствен начин. То је потврда тврдње да су карактеристике, природа и

начин манифестовања утицаја подфактора различит чему се придаје јако велики значај у унапређеном моделу за процену ризика.

Прва разлика се огледа у временском тренутку манифестовања корекције подфактора. Како су ризици динамичког карактера тако и подфактори имају временску променљиву. Постоје три типа подфактора (табела 7.7) који могу да се дефинишу и чија природа манифестовања утиче на процес процене ризика. Сва три типа подфактора имају своје карактеристике и разлике се највише односе на временски период дужине утицаја изабраног подфактора.

Табела 7.7 – Три типа подфактора са аспекта природе утицаја на ниво ризика

| Континуални подфактори | Дисконтинуални подфактори | Комбиновани |
|--|---|---------------------------------|
| Карактеристике личности | Карактеристике и распоред радних активности | Темпо рада |
| Искуство | Информисање радника, процедуре и стандарди | Ниво одржавања средстава за рад |
| Ниво обучености | Ергономија радног места | |
| Понашање и однос према послу | Техничке карактеристике средстава за рад | |
| Међуљудски односи | Ниво аутоматизације опреме | |
| Организација и функционисање система БЗР | Карактеристике заштиних средстава | |
| | Карактеристике средстава личне заштите | |

Имплементација унапређења континуалних подфактора захтева дужи континуални временски интервал. Карактеристични примери су сви људски подфактори где је неопходно да прође одређени временски интервал да би се акумулирао и прихватио тражени ниво унапређења. Типичан пример јесте подфактор „Искуство“. Основни и главни параметар на основу којег се одређује ниво искуства радника јесте време рада у предузећу. Овај подфактор има континуалан карактер из разлога акумулирања знања на дневном, месечном или годишњем нивоу и може се закључити да ће неки радник бити значајно искусан на тренутним додељеним пословима уколико је временски интервал од пет до десет година. Дисконтинуални подфактори јасно одскачу од континуалних подфактора. Један од разлога јесте јер се највише односе на организационе и техничко-технолошке факторе, а други преставља природу имплементације корекција изабраних подфактора. Имплементација корекције код овог типа подфактора осликава се моменталном променом претходног затеченог стања односно одређен је пројектован тренутак када се очекује да тај подфактор буде у функцији. Као типичан пример ових подфактора јесте инсталација и функционално оспособљавање нове опреме и средстава за рад, монтажа нових заштитних средстава или набавка квалитетнијих и комплетнијих личних заштитних средстава. Постоје подфактори чија се природа манифестовања може објаснити и сврстати у обе поменуте групе подфактора. Као такви, приликом одређивања корекција и њихове имплементације, могуће је одредити принцип и понашање датог подфактора у датом тренутку и у одређеним захтеваним условима.

Такође, резултати симулације варирања подфактора и анализе утицаја подфактора на ниво ризика показали су још једну значајну карактеристику. Поједини подфактори су подложни релативно константним променама. Може се приметити да без обзира што су унапређења имплементирана ниво ризика се незнатно повећава. Те промене односно повећање нивоа ризика окарактерисане су степеном аутономне деградације („S.A.D.“) и имају не тако занемарљив утицај на промену нивоа ризика. Степен аутономне деградације дефинише се приликом избора корекције подфактора, при чему је остављена опција уноса нивоа степена аутономне деградације (слика 7.16).

| Stepen Autonomne Degradacije | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|--|------------------------|------------------------|------------------------|
| Ljudski faktori | | Organizacioni faktori | | Tehnicko-tehnoloski faktori | | | |
| | Godina | Kvartal | Mesec | | Godina | Kvartal | Mesec |
| <input type="radio"/> 1.1 Karakteristike licnosti | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="radio"/> 2.1 Tempo rada | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |
| <input type="radio"/> 1.2 Iskustvo | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="radio"/> 2.2 Karakter. i raspored radnih aktivnosti | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |
| <input type="radio"/> 1.3 Nivo obucenosti | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="radio"/> 2.3 Infor. radnika, procedure i standardi | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |
| <input type="radio"/> 1.4 Ponasanje i odnos prema poslu | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="radio"/> 2.4 Ergonomija radnog mesta | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |
| <input type="radio"/> 1.5 Medjuljudski odnosi | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="radio"/> 2.5 Organizacija i funkc. sistema BZR | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |
| | | | | <input type="radio"/> 3.1 Teh. karakteristike sredstava za rad | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |
| | | | | <input type="radio"/> 3.2 Nivo automatizacije opreme | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |
| | | | | <input type="radio"/> 3.3 Karakteristike zastitnih sredstava | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |
| | | | | <input type="radio"/> 3.4 Nivo održavanja sredstava za rad | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |
| | | | | <input type="radio"/> 3.5 Karakteristike sredstava licne zastite | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |

Слика 7.16 – Степен аутономне деградације

Степен аутономне деградације најчешће се односи на техничко-технолошке факторе, јер се ради углавном о опреми и уређајима који имају свој век трајања, али ова карактеристика се односи и на неке подфакторе из групе људских и организационих фактора. Нпр. подфактор „Ергономија радног места“ - услед константног и неограниченог коришћења основних средстава за рад, као што су столица, сто, ручни алат и сл., долази до пропадања и смањења комфорности и удобности на радном месту све до границе њихове неупотребљивости. Такође, подфактор „Ниво обучености“ неопходно је посматрати кроз дужи временски период, јер запослени у току одређеног периода, уколико дуже време не користе знање стечено кроз спроведене обуке и тренинге, може се очекивати да одређене делове те обуке нису у могућности да поново репродукују.

7.4 Тестирање и анализа могућности унапређеног модела на радном месту

Даља испитивања, тестирања и анализе могућности унапређеног модела за процену ризика заснива се на информацијама и подацима на реалном радном месту. На овај начин, верификује се развијени модел пре примене на производним предузећима. У овом делу биће представљен теоријски, али реалан сценарио који је могуће очекивати за било које предузеће генерално. Тренутне вредности приказане су у табели 7.8.

Карактеристике овог производног предузећа су:

- производни процеси предузећа пуштени су у рад пре мање од годину дана,
- упослен је знатан број нових радника, највећи број оних који су управо завршили одређени ниво образовања односно струке,
- тренутни обим посла захтева рад само у једној (преподневној) смени,
- на посматраном радном месту преовлађује мануелни рад (две трећине радног времена проводи се у неправилном седећем положају, преостало време

подразумева стајаћи положај и ручну манипулацију сировина и полупроизвода односно ручно подизање и преношење терета),

- радник устаје са радног места у просеку сваких сат времена,
- постојање средстава унутрашњег транспорта (виљушкар на електрични погон),
- употреба импровизованих ручних средстава за рад неопходни за несметан рад у процесу монтаже,
- од личних заштитних средстава користи се само најпростији облик рукавица и
- посматрано радно место налази се у истом објекту у којем се производе различити полупроизводи намењени за монтажу, односно није физички изоловано од микроклиматских утицаја настало као последица рада машина, као што су бука, вибрације, прашина и повишена температура.

Табела 7.8 – Тренутне вредности подфактора разматраног примера

| Подфактори | Тренутне вредности |
|---|--------------------|
| Карактеристике личности (ЉФ1.1) | 70 % |
| Искуство (ЉФ1.2) | 20 % |
| Ниво обучености (ЉФ1.3) | 20 % |
| Понашање и однос према послу (ЉФ1.4) | 50 % |
| Међуљудски односи (ЉФ1.5) | 60 % |
| Темпо рада (ОФ2.1) | 30 % |
| Карактеристике и распоред радних активности (ОФ2.2) | 40 % |
| Информисање радника, процедуре и стандарди (ОФ2.3) | 25 % |
| Ергономија радног места (ОФ2.4) | 10 % |
| Организација и функционисање система БЗР (ОФ2.5) | 30 % |
| Техничке карактеристике средстава за рад (ТТФ3.1) | 20% |
| Ниво аутоматизације опреме (ТТФ3.2) | 10 % |
| Карактеристике заштитних средстава (ТТФ3.3) | 20 % |
| Ниво одржавања средстава за рад (ТТФ3.4) | 50 % |
| Карактеристике средстава заштитних средстава (ТТФ3.5) | 30 % |

Разговором са руководством предузећа установљено је да су побољшања потребна и иста су неопходна имплементирати у следећих 12 месеци. С обзиром на могућности и оријентацију предузећа, у смислу даљег развоја и нових затева и потреба тржишта, изабрани су следећи подфактори за унапређење:

- „Искуство“, „Ниво обучености“ и „Понашање и однос према послу“.
- „Темпо рада“, „Информисање радника, процедуре и стандарди“ и „Ергономија радног места“.
- „Техничке карактеристике средстава за рад“ и „Карактеристике средстава заштитних средстава“.

Визуелним прегледом може се закључити да су изабрани подфактори далеко испод просека вредности осталих подфактора, али и за побољшање већег броја истих нису неопходна велика финансијска средства. Значајније улагање је неопходно за

унапређење подфактора „Техничке карактеристике средстава за рад“ и „Карактеристике средстава заштитних средстава“, али имајући у виду пројектовано повећање производње на основу потражње, да се ипак ради радном месту са претежно мануелним радом и спроведеној анализи трошкова и бенефита, ови подфактори узети су у даље разматрање.

Овакав сценарио јесте карактеристичан за предузећа која су тек на почетку свог пословања. На основу таквих информација, реално је очекивати да су унапређења усмерена и да прате планирани развој предузећа. Планирана унапређења изабраних подфактора дата су у табели 7.9.

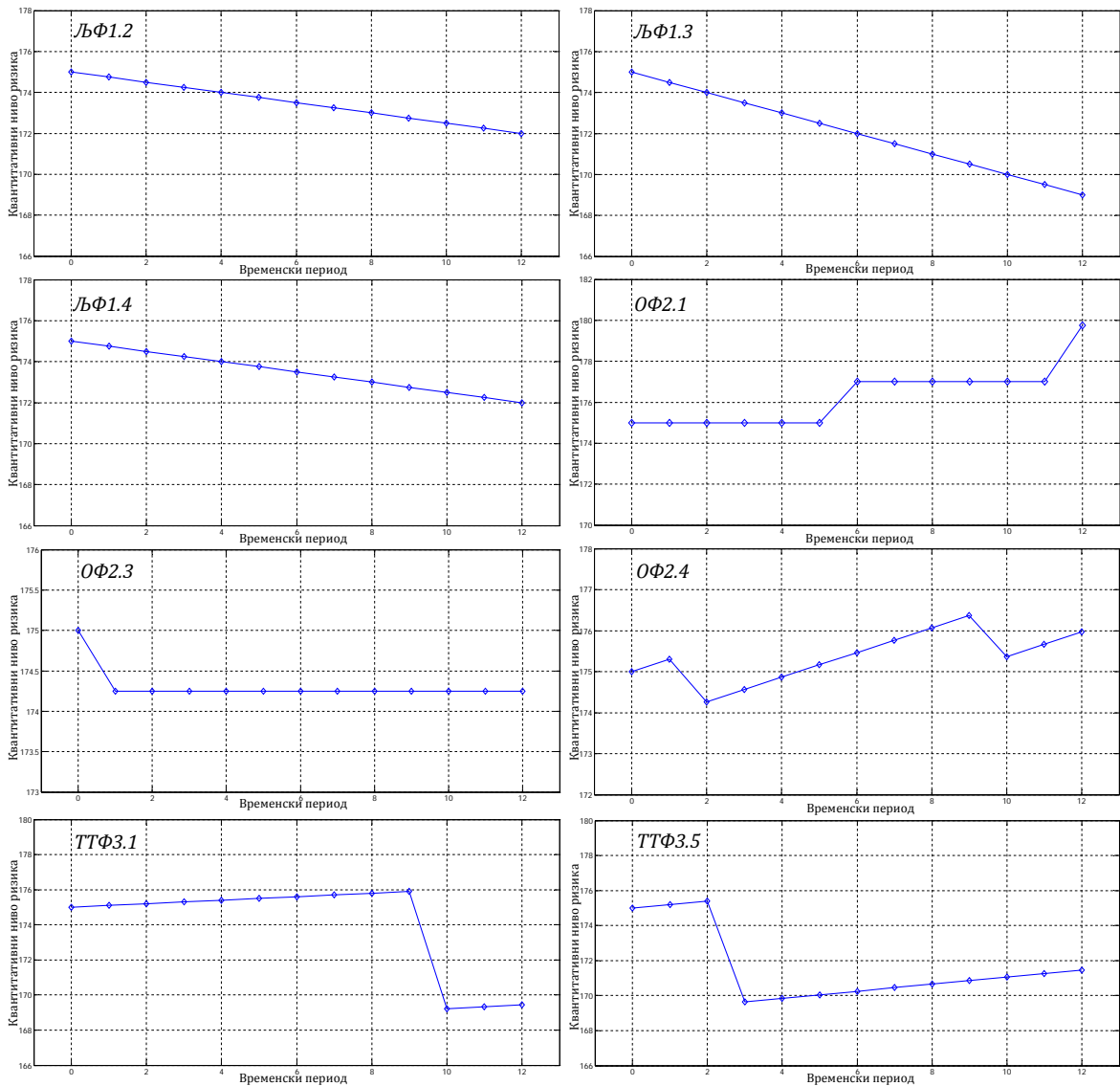
Табела 7.9 – Унапређење подфактора

| Подфактори | Задате вредности |
|---|------------------|
| Искуство (ЉФ1.2) | 10% |
| Ниво обучености (ЉФ1.3) | 20% |
| Понашање и однос према послу (ЉФ1.4) | 10% |
| Темпо рада (ОФ2.1) | 60% |
| Информисање радника, процедуре и стандарди (ОФ2.3) | 15% |
| Ергономија радног места (ОФ2.4) | 25% |
| Техничке карактеристике средстава за рад (ТТФ3.1) | 20% |
| Карактеристике средстава заштитних средстава (ТТФ3.5) | 20% |

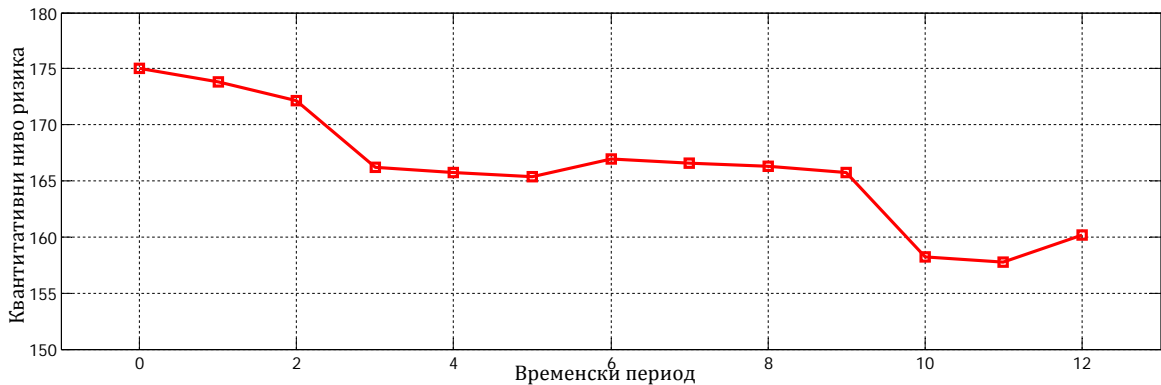
Људски фактори, узимајући њихову природу и карактеристику манифестовања у разматрање, мењају се континуално. Ниво подфактора „Ниво обучености“ и „Понашање и однос према послу“ сходно временском периоду за који се посматра, може се максимално унапредити за 20% и 10% респективно, кроз интензивну обуку, тренинге и индивидуални рад са главним инжењерима. Процењени ниво искуства радника за посматрани временски период је 10% на годишњем нивоу.

Организациони подфактор „Ергономија радног места“ има највећи утицај на посматрани ризик Р22. Међутим, узимајући у обзир статус и тренутне могућности предузећа, овај подфактор је могао да се унапреди за максимално 25%. Такође, подфактор „Информисање радника, процедуре и стандарди“ може на одређени начин смањити ниво ризика без значајнијих финансијских улагања. С тим у вези, организовани су састанци, на недељном нивоу, који су имали за циљ да упознају раднике за правилним начином рада и подигну ниво свести код радника кад је реч о безбедности и здрављу на раду. Додатак овоме, прописане су одређене процедуре и методологије за већи број радних активности. У току прве године очекује се упослење свих капацитета предузећа. Средином године повећања је производња за 30%, а на крају године за још 40%, што подразумева рад у две односно три смене респективно. Унапређење техничко-технолошких фактора генерално зависи од финансијских улагања. Унапређење подфактора „Карактеристике средстава заштитних средстава“ планирано је у првом кварталу године, док значајније улагање за унапређење подфактора „Техничке карактеристике средстава за рад“ пролонгирано за крај године.

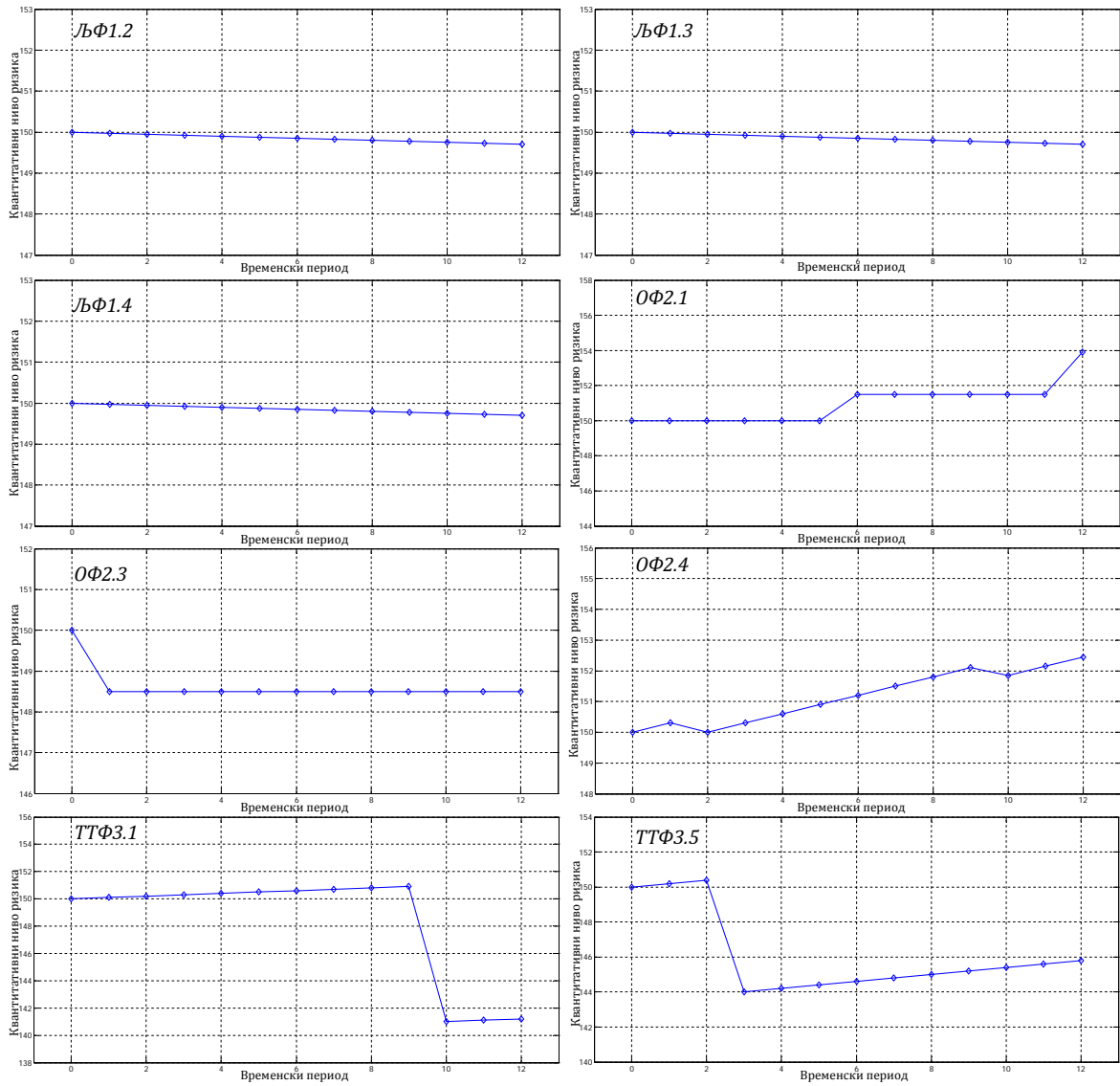
У даљем тексту биће приказан утицај коригованих подфактора на три изабрана ризика. На овај начин може се утврдити разлика у нивоу утицаја појединих подфактора на ризике $P7$, $P14$ и $P22$ респективно.



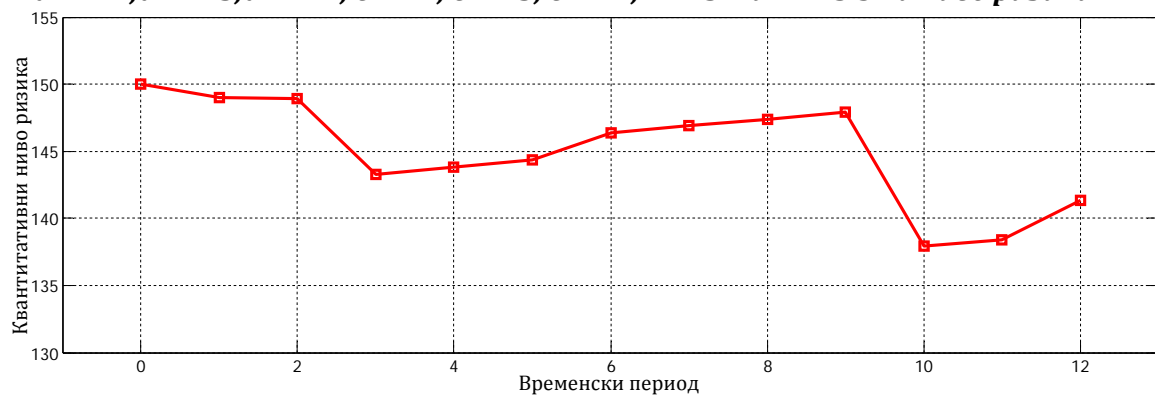
Слика 7.17 – Приказ појединачног утицаја подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4, ОФ2.1, ОФ2.3, ОФ2.4, ТТФ3.1 и ТТФ3.5 на ниво ризика $P7$



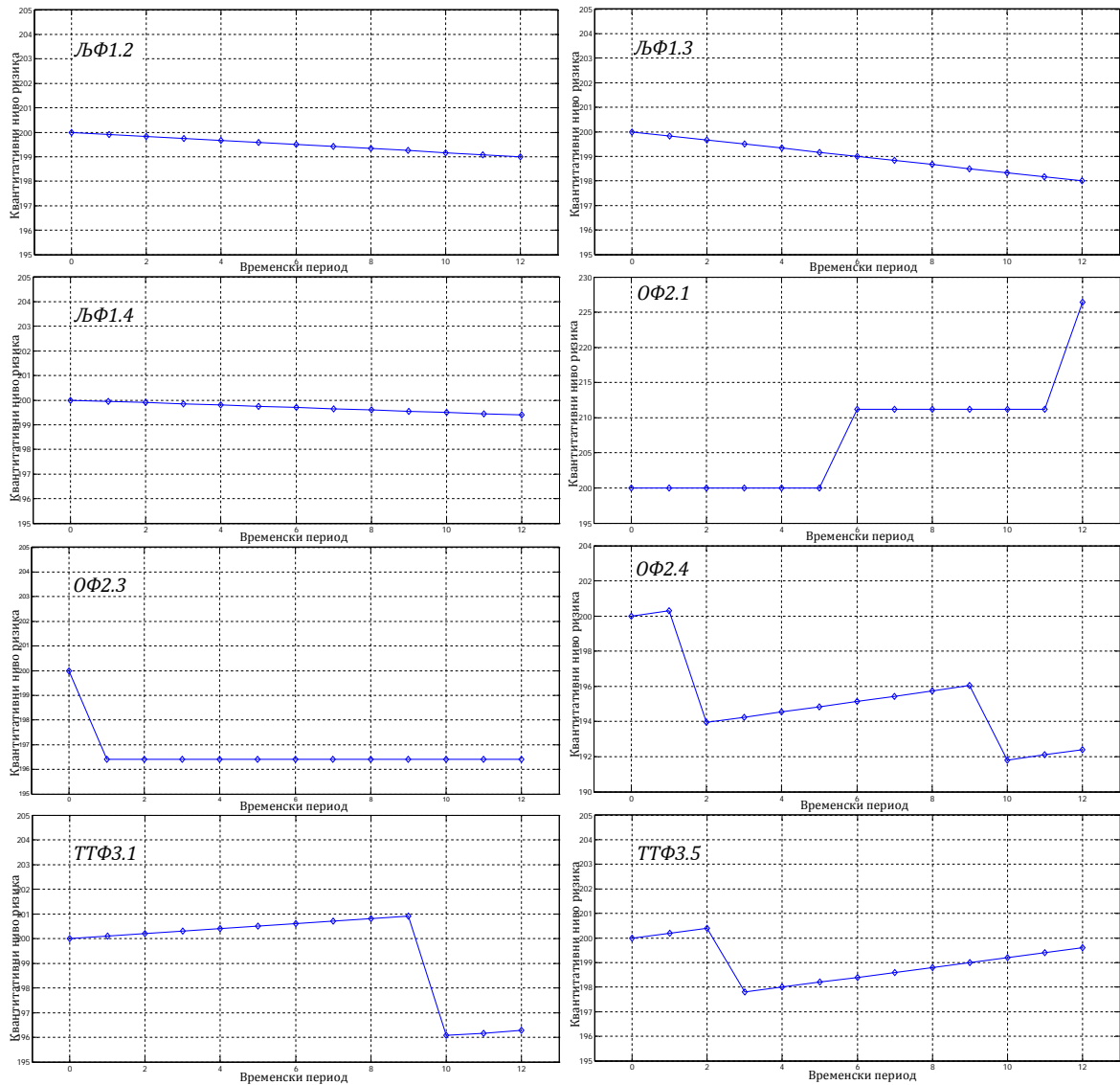
Слика 7.18 – Ниво ризика $P7$ у току једне године за посматрани пример



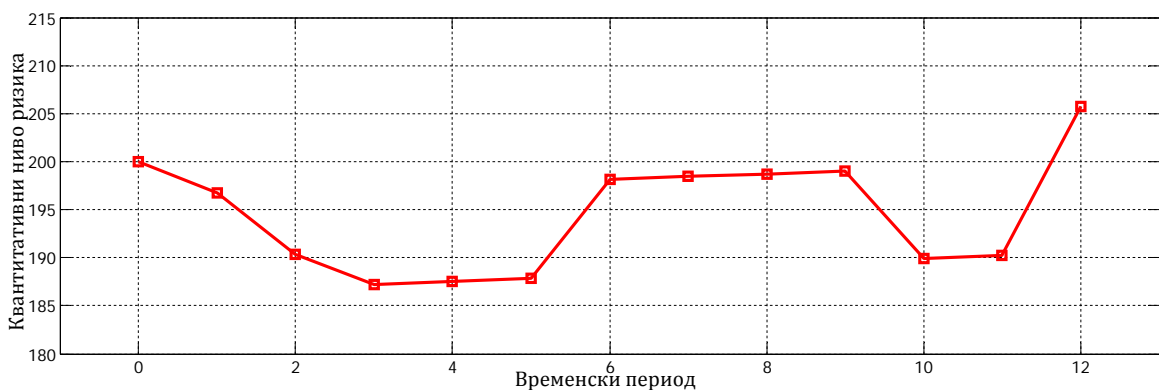
Слика 7.19 – Приказ појединачног утицаја подфактора ЛФ1.2, ЛФ1.3, ЛФ1.4, ОФ2.1, ОФ2.3, ОФ2.4, ТТФ3.1 и ТТФ3.5 на ниво ризика Р14



Слика 7.20 – Ниво ризика Р14 у току једне године за посматрани пример

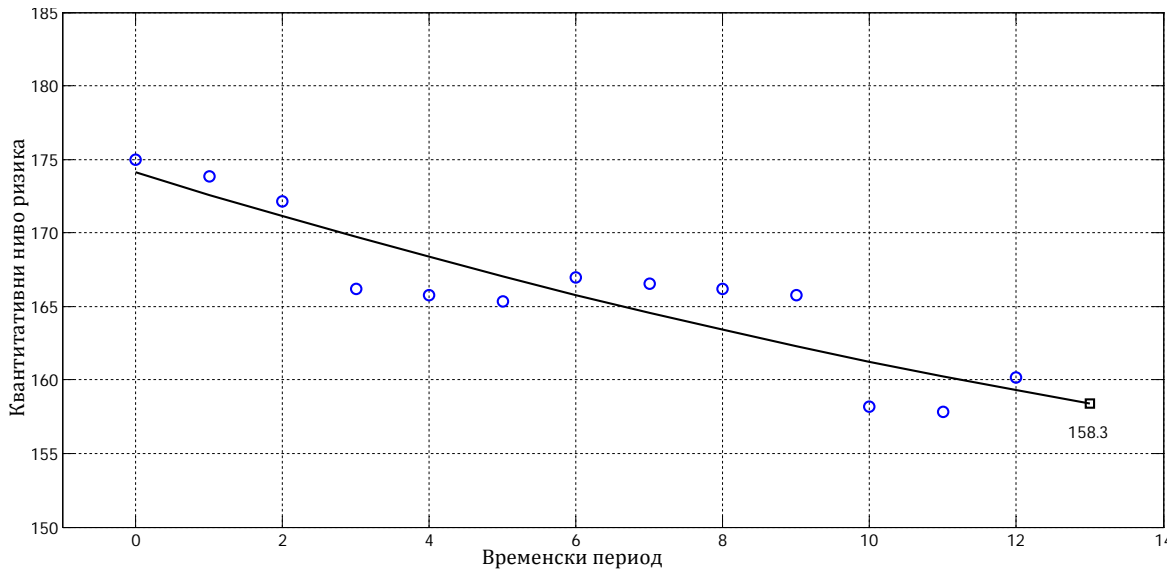


Слика 7.21 – Приказ појединачног утицаја подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4, ОФ2.1, ОФ2.3, ОФ2.4, ТТФ3.1 и ТТФ3.5 на ниво ризика P22

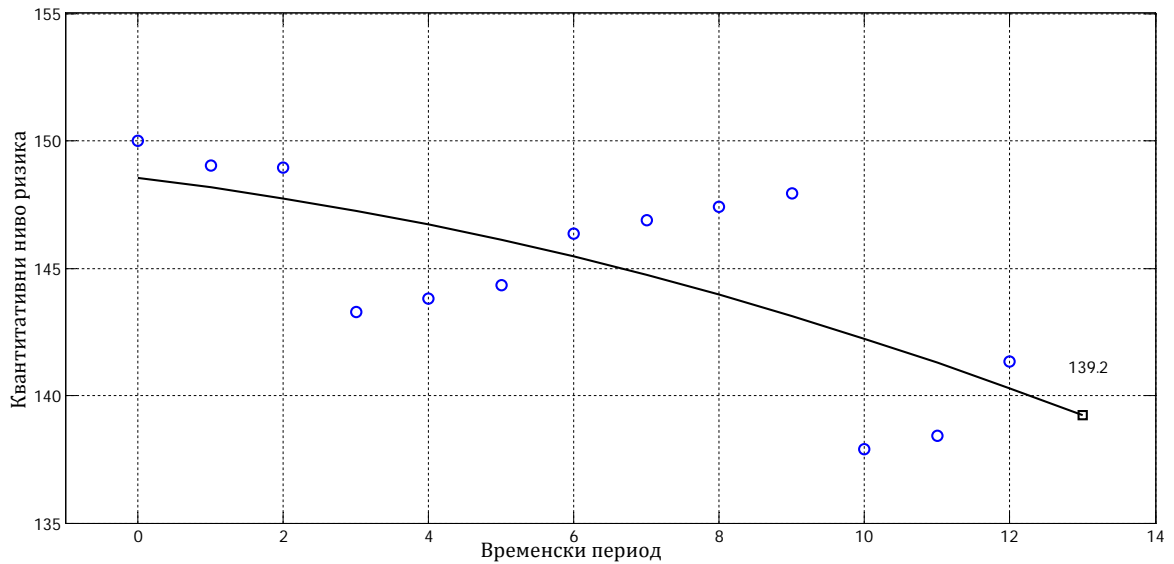


Слика 7.22 – Ниво ризика P22 у току једне године за посматрани пример

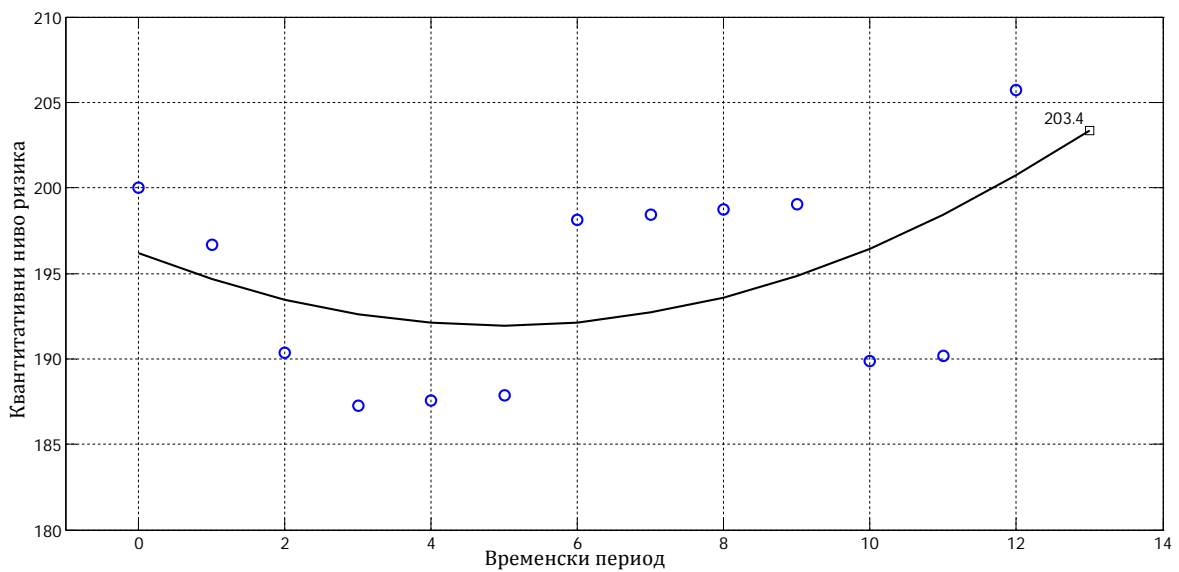
Након одређивања нивоа ризика након унапређења подфактора узетих у разматрање, следи фаза у којој се одређује ниво ризика за дефинисани будући временски период. У овом примеру дат је ниво ризика P7, P14 и P22 за следећи месец.



Слика 7.23 – Предикција нивоа ризика P7 за следећи месећ



Слика 7.24 – Предикција нивоа ризика P14 за следећи месећ



Слика 7.25 – Предикција нивоа ризика P22 за следећи месећ

Завршна фаза унапређеног модела представља поновни процес процене ризика за посматрано радно место. Конкретно, за приказане примере нивоа ризика (*P7*, *P14* и *P22*) извршен је поновни процес процене ризика након спроведених унапређења. Добијени су следећи резултати:

- за *P7* ниво ризика при поновном процепу процене ризика био је 150,
- за *P14* ниво ризика при поновном процепу процене ризика био је 120 и
- за *P22* ниво ризика при поновном процепу процене ризика био је 200,

Овај корак је неопходан да би се стекао увид у ниво тачности претходног процеса предикције, као и да би се резултат нове процене ризика уврстио у следећи процес предикције што значајно подиже тачност одређивања нивоа ризика. У приказаном примеру, резултати поновног процеса процене ризика су генерално приближни, са одређеним нивоом одступања. Очигледна одступања не представљају ограничење или слабост модела, већ поступак предикције има за циљ да на основу тренда и доступних података представи оквирну односно приближну вредност ризика која може да се очекује у будућем дефинисаном периоду.

Током тестирања и анализе максималних могућности унапређеног модела за процену ризика на радном месту примећена су два феномена који су саставни део унапређеног модела за процену ризика односно у некој мери утичу на крајње резултате. Значајно повећање вредности неких подфактора приликом корекције, не смањује ризик у мери која би се очекивала. Решење овог феномена налази се у делу поступка процене релативних важности подфактора. Уколико се пажљивије сагледају додељене вредности подфактора може се закључити да сваки подфактор има одређени, минимални утицај што у пракси не мора бити случај. То практично значи да је неопходно увести вредност која означава да посматрани подфактор нема утицаја на идентификовану опасност или штетност. Затим, дефинисани подфактори имају утицај на групу ризика, а не на појединачне опасности и штетности. На тај начин није могуће изоловати само један случај који се посматра, већ као саставни део веће целине. Овај приступ разматраће се као следећи корак односно као проблем даљег и будућег истраживања на овом пољу.

8

ПРИМЕНА РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА НА ПРОИЗВОДНИМ ПРЕДУЗЕЋИМА

Читава техника је осмишљена и постављена тако да би се на најлакши и најефикаснији начин смањио јаз између практичних инжењерских захтева и доношења одлука базираних на научним начелима и постулатима. Пошто је реч о реалним производним системима односно конкретне примене унапређеног модела за процену ризика у реалним окружењима, успешност модела је верификована на примеру предузећа који се налази у централној Србији, регион Шумадија. У даљем тексту унапређени модел за процену ризика је потврђен и верификован на примеру предузећа чије се пословање и производња базира на савременој производној филозофији (*lean* производња). Спровођење процеса процене ризика по развијеном унапређеном моделу подразумева реализацију јасно и прецизно дефинисаних појединачних фаза у претходном поглављу.

Период мониторинга, прикупљања информација, анализе података и имплементације одговарајућих мера трајао је укупно 24 месеца. Дефинисани временски период, према свим европским и светским нормативама сматра се идеалним, јер су препоруке да се комплетан процес процене ризика понавља сваке друге године од предходне спроведене процене. Посматрани временски период је подељен у две етапе. Прва етапа, у трајању од 14 месеци, подразумевала је монтажу кочионих црева по већ стандардизованој процедури и по првобитној организацији радних места. Друга етапа обухвата период од 10 месеци након одређених унапређења процеса, тока производње, структурне реорганизације предузећа и побољшања услова рада. Треба напоменути да су прва два до три месеца у другој етапи вршена реконструкција радних места, технолошких процеса и потпуно прилагођавање читавог погона предложеним мерама унапређења. Сва унапређења базирана су на имплементацији конкретних алата и метода савремених производних филозофија, при чему се водило рачуна о свим аспектима пословања, развоја и планираних ангажовања предузећа у будућем периоду.

Повећање потражње, увођење још значајнијег нивоа варијатета понуђених и тражених производа, нови потписани уговори о сарадњи, упошљавање нове радне снаге и проширивање капацитета генерално, имало је за последицу максимално унапређен систем безбедности и концепт *lean* филозофије у датом тренутку. На основу прикупљених података и информација, као и процењених нивоа ризика за посматрано радно место, успешно је спроведен процес екстраполације.

8.1 Карактеристике и специфичности посматраног предузећа

Конкретно предузеће припада групи малих и средњих предузећа у области производње различитих гумено-техничких компоненти за потребе аутомобилске индустрије. С обзиром на захтеве ауто индустрије и произвођачи компоненти односно добављачи имају обавезу да имплементирају концепт савремених производних филозофија и концепт безбедног и здравог радног места, како би уопште били у конкуренцији на светском тржишту. Према схватању савремених производних филозофија, потребно је одредити само једну целину у читавом предузећу тзв. модел зону у којој ће се спровести тестирање и верификација унапређеног модела за процену ризика. Уколико се модел покаже као адекватан, у смислу значаја резултата, донешених одлука и значајног смањења ризика од повређивања и обољења на раду, процес процене ризика, као такав, мултиплицира се на сва остала радна места истог предузећа.

Погон за монтажу кочионих црева је изабран као модел зона из неколико разлога. Један од најважнијих јесте да према тадашњој организацији радних места доминира интензиван мануелни рад. Поред мануелног рада (85% активности које се спроводе) користе се различита средства за рад и неопходна опрема специфичних карактеристика за одређену врсту радних активности. Погон за монтажу кочионих црева је подељен у десет логичких целина, које обухватају десет различитих операција и то:

- 1) сечење црева,
- 2) кримповање првог прикључка,
- 3) монтажа средњег прстена,
- 4) кримповање средњег прстена,
- 5) кримповање другог прикључка,
- 6) испитивање црева на притисак,
- 7) испитивање црева на кидање,
- 8) контрола сондом,
- 9) наношење датума производње и назива произвођача и
- 10) паковање.

На основу посматрања целокупног процеса монтаже и активности које се спроводе, долази се до закључка да се одређене операције спроводе у одређеном временском периоду и/или на одређеним типовима производа. Ова ситуација настаје услед велике варијабилности понуде производа заинтересованим купцима. Ово може да представља једну врсту оптерећења за запослене, које има за последицу прилагођавање радног места новонасталој ситуацији, али и предност у смислу познавања различитих технолошких поступака. Такође, неке операције се извршавају у дефинисаним

временским интервалима који зависе од брзине рада, технолошког поступка, стандардизованог рада, измене потражње (у смислу количине и врсте производа), врсте активности које спроводе, способности запослених и све у циљу побољшања квалитета производа и што већој ефикасности.

8.2 Тренутно стање посматраног производног предузећа

Дефинисање тренутног стања подразумевао је одређени временски период за прикупљање релевантних информација на основу којих би се донели закључци о нивоу тренутних вредности подфактора за сваку групу фактора. Прикупљање података заснивало се на системском приступу детаљног упознавања са процесом рада, потпун преглед евиденције запослених, прегледа техничке документације постојећих машина и опреме итд. Тренутне вредности људских подфактора јесу резултат детаљне анализе интервјуа и разговора са запосленим у људским ресурсима и одговорним особама за вођење разговора за пријем нових радника у радни однос, уз неопходну консултацију са особом задужену за психолошко профилисање. Увид у организациону структуру и комплетну документацију предузећа резултирало је одређивањем тренутних вредности организационих подфактора. Процена вредности ових подфактора заснива се на обиму и способности предузећа да одговори захтевима на тржишту, уведеним неопходних међународних стандарда као и специфичних захтева за област у којој предузеће послује и тренутно стање и ниво организације читавог система БЗР. Техничко-технолошки подфактори углавном се односе на комплетни асортиман средстава за рад и средстава за заштиту. Тренутне вредности за ове подфакторе се одређују из увида у техничку документацију машина, опреме и уређаја који се користе у процесу рада, из увида у извештаје о свим отказима и проблемима, издатим радним налозима и о броју повређених у претходном периоду. Тренутне вредности дефинисаних подфактора дате су у табели 8.1.

Табела 8.1 – Тренутне вредности подфактора

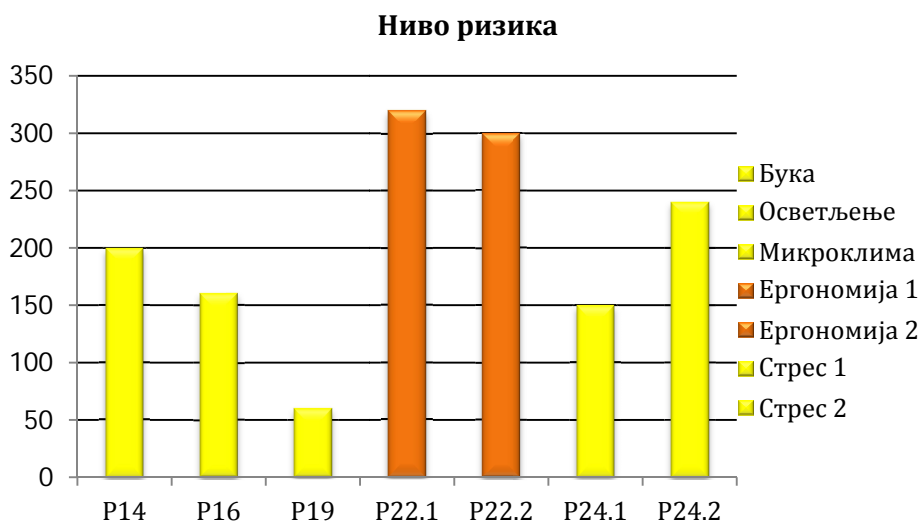
| Подфактори | Тренутне вредности |
|---|--------------------|
| Карактеристике личности (ЉФ1.1) | 75 % |
| Искуство (ЉФ1.2) | 20 % |
| Ниво обучености (ЉФ1.3) | 40 % |
| Понашање и однос према послу (ЉФ1.4) | 80 % |
| Међуљудски односи (ЉФ1.5) | 60 % |
| Темпо рада (ОФ2.1) | 100 % |
| Карактеристике и распоред радних активности (ОФ2.2) | 25 % |
| Информисање радника, процедуре и стандарди (ОФ2.3) | 20 % |
| Ергономија радног места (ОФ2.4) | 5 % |
| Организација и функционисање система БЗР (ОФ2.5) | 20 % |
| Техничке карактеристике средстава за рад (ТТФ3.1) | 15% |
| Ниво аутоматизације опреме (ТТФ3.2) | 10 % |
| Карактеристике заштитних средстава (ТТФ3.3) | 20 % |
| Ниво одржавања средстава за рад (ТТФ3.4) | 50 % |
| Карактеристике средстава заштитних средстава (ТТФ3.5) | 40 % |

На основу процењеног тренутног стања односно одређеног достигнутог нивоа дефинисаних подфактора на нивоу читавог предузећа могу се извести закључци, који се користе као база за планирање и имплементацију мера за њихово унапређење:

- Лјудски фактори: јасна и недвосмислена политика предузећа да запошљава младе људе пробраних особина, карактеристика, понашања и квалитета има за последицу да је тренутно стање подфактора „Обученост“ и „Искусство“ драстично ниже од осталих подфактора.
- Организациони фактори: велики број радних задатака, жеља да се достигну одлични резултати у временима испоруке, уговарања нових послова и рада у три смене има за последицу максималан тренутни ниво подфактора „Темпо рада“. Затим, на јако ниском тренутном нивоу налази се подфактор „Ергономија радног места“ који постаје значајан показатељ, јер у овом делу производног процеса предузећа доминира мануелни рад у неправилном и неадекватном седећем или стојећем положају, са рукама у неергономском положају у дужем временском периоду.
- Техничко-технолошки фактори: тренутна немогућност да се обезбеди савременији уређај за спровођење процеса рада и самим тим да се задовоље услови за безбедан и здрав рад, подфактори „Техничке карактеристике средстава за рад“, „Ниво аутоматизације опреме“ и „Карактеристике заштитних средстава“ су на веома ниском нивоу.

Уношење дефинисаних вредности и комплетан прорачун се спроводи у дефинисаном коду програма, ради олакшаног и бржег спровођења процеса процене ризика тренутног стања. Ово је још један вид унапређења, из разлога што се време проведено у извршавању непотребних операција односно чекање да се нека операција изврши представља један од основних губитака у савременом схватању производних филозофија. На слици 8.1 графички су приказани квантитативни ниво идентификованих ризика за посматрано радно место. Ризици су визуелно класификовани и то:

- ризици P16, P14, P19, P24.1 и P24.2 припадају групи умерених ризика и
- ризици P22.1 и P22.2 припадају групи високих ризика.

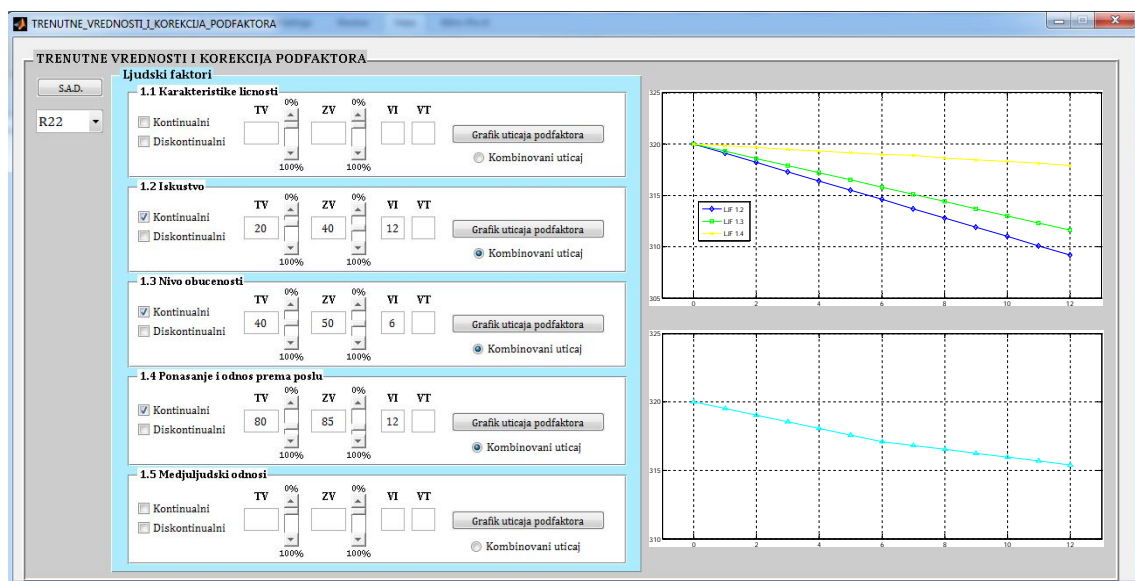


Слика 8.1 – Графички приказ нивоа процењених ризика

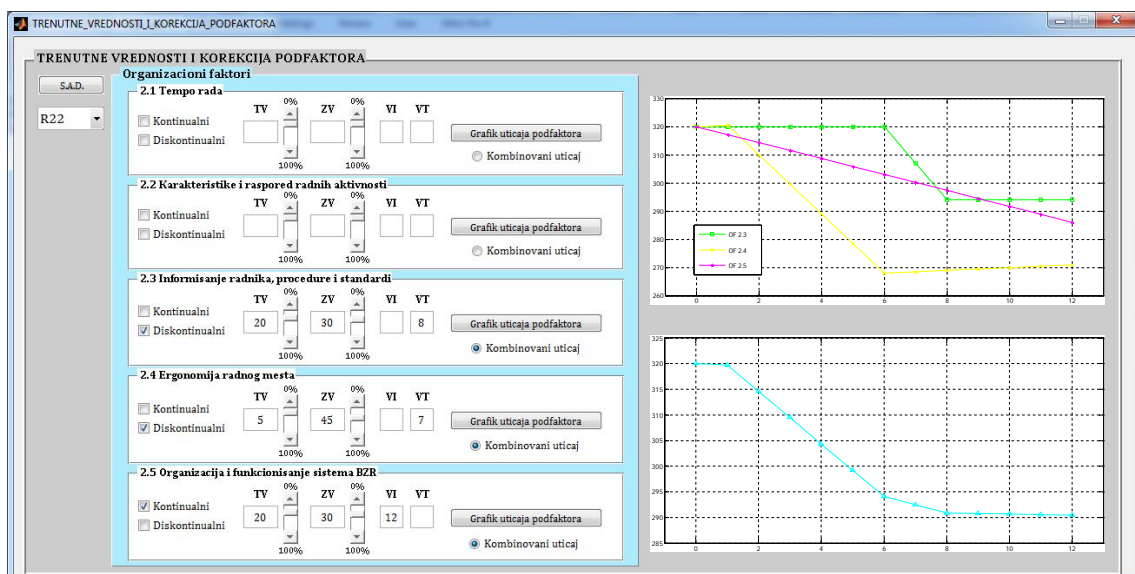
ПРИМЕНА РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА НА ПРОИЗВОДНИМ ПРЕДУЗЕЋИМА

На основу категоризације нивоа ризика врши се селекција који ризици улазе у разматрање за њихово смањивање, уз допуну резултатима добијених кроз спроведену елементарну анализу трошкова и бенефита. На тај начин, може да се избегне неки од нежељених сценарија, односно спречавања беспотребног губитка финансијских средстава. Поменутом анализом долази се до закључка, који се од идентификованих ризика узима у разматрање. Упоредивањем резултата процене 5 идентификованих ризика и утврђивања тренутног стања подфактора у предузећу може се уочити релативно поклапање резултата. На основу упоредне анализе ова два поступка доноси се одлука о циљној групи за унапређење. У конкретном случају, кључни проблеми који егзистирају су веома неповољни ергономски услови за рад и као такав узима се у разматрање за планирање и дефинисање активности за смањивање штетног утицаја.

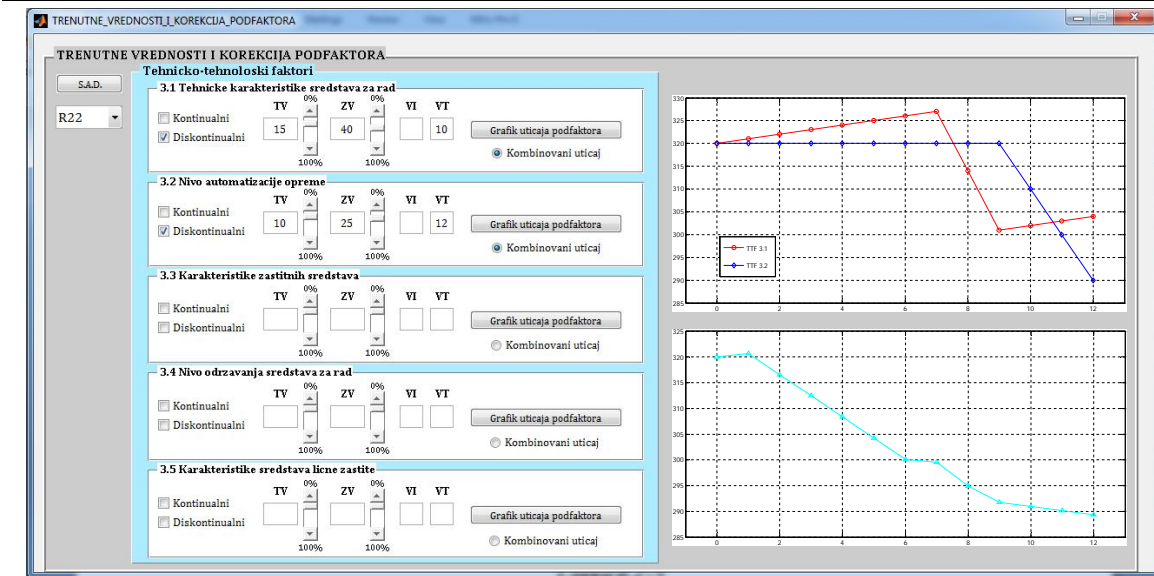
У наредном делу биће приказан детаљан утицај изабраних подфактора на ниво ризика који је означен као приоритетан – неповољни ергономски услови (P22).



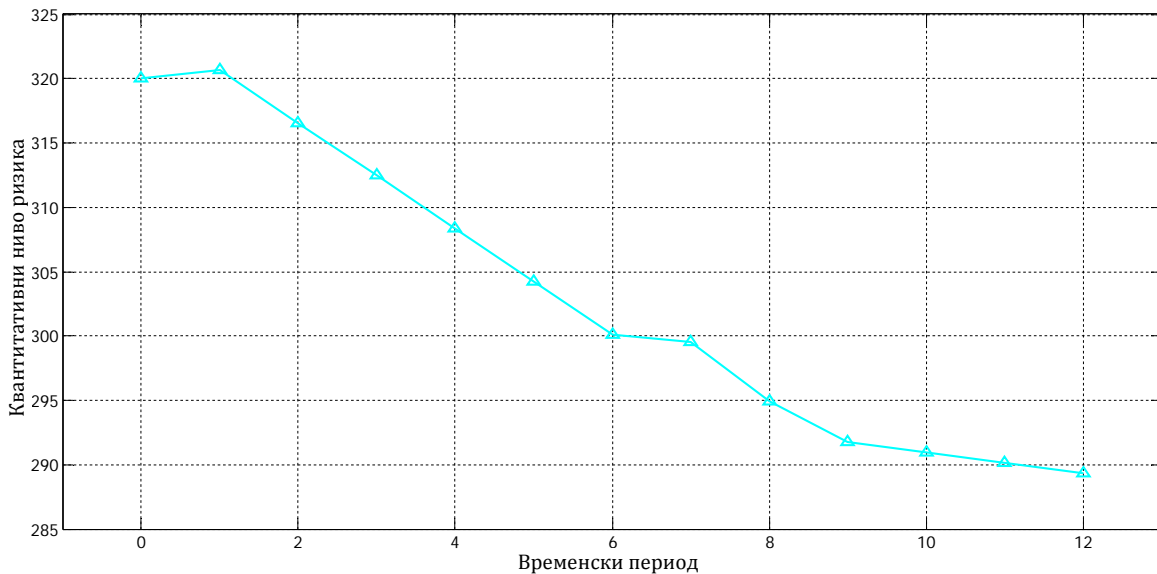
Слика 8.2 – Могући утицај подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4 и њихов утицај на ниво ризика



Слика 8.3 – Могући утицај подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4, ОФ2.3, ОФ2.4, ОФ2.5 и њихов утицај на ниво ризика



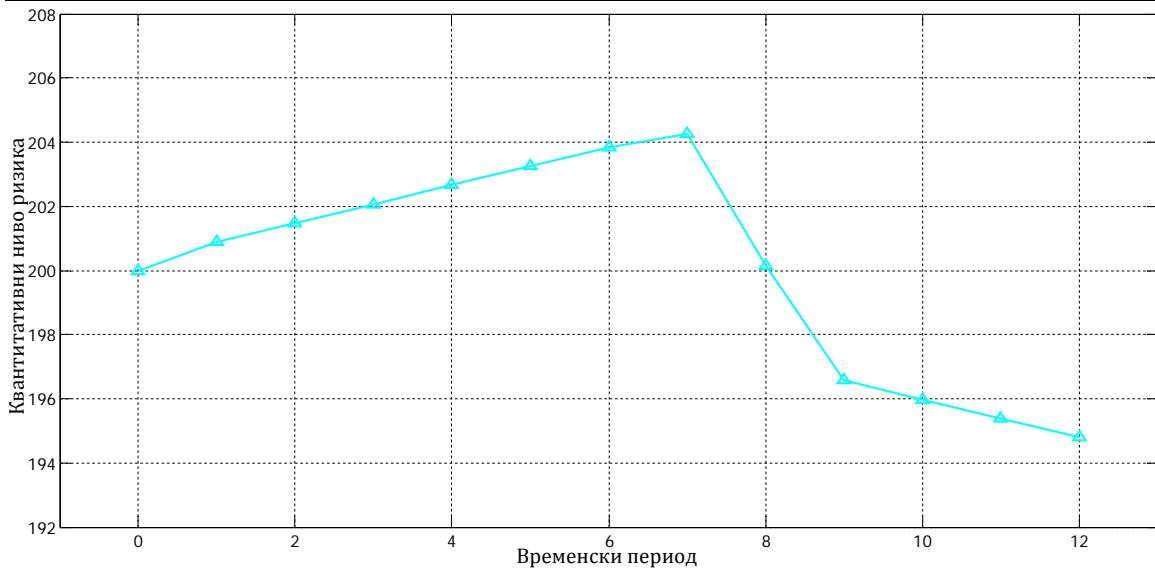
Слика 8.4 – Могући утицај подфактора ЉФ1.2, ЉФ1.3, ЉФ1.4, ОФ2.3, ОФ2.4, ОФ2.5, ТТФ3.1, ТТФ 3.2 и њихов утицај на ниво ризика



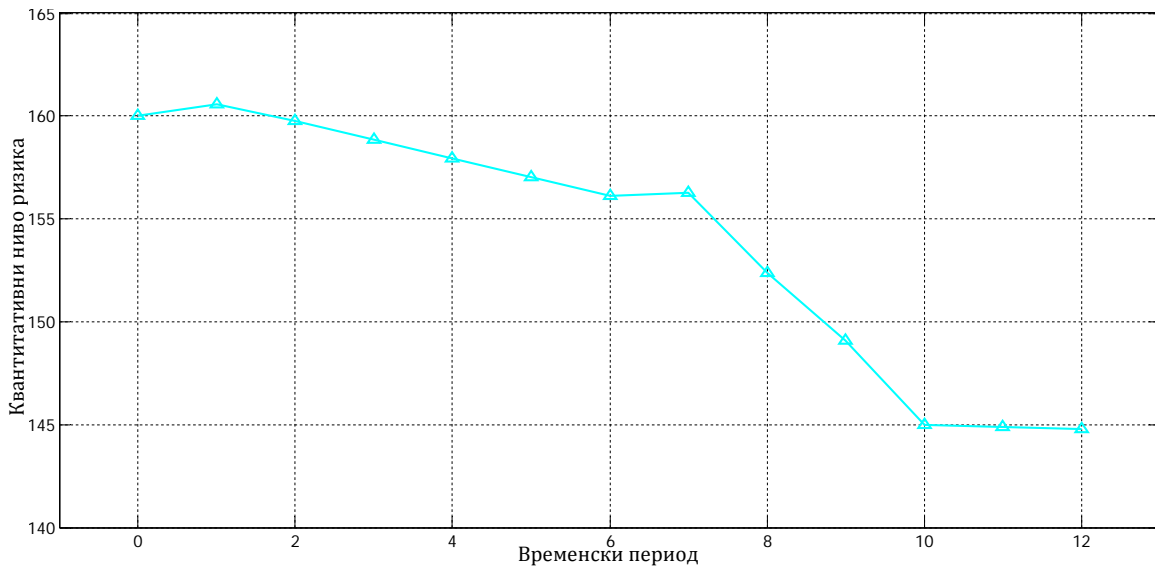
Слика 8.5 – Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик P22.1

У претходном делу приказан је детаљан утицај изабраних подфактора на ризик P22.1. За сваки подфактор одређен је временски интервал или временски тренутак када се очекује да побољшање односно унапређење подфактора буде имплементирано. Временски период је означен скалом од 0 до 12 временских јединица. У овом конкретном примеру једна временска јединица представља 2 месеца, што укупно одражава заокружен период од 24 месеца.

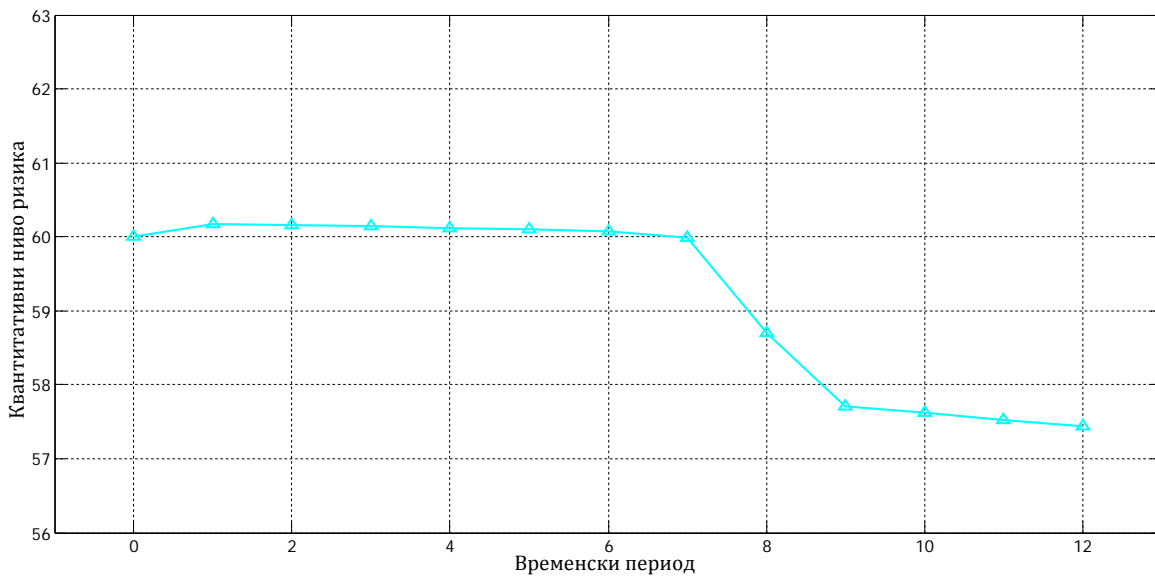
На следећим сликама биће представљени графици осталих идентификованих ризика у случају достизања коначног утицаја свих изабраних подфактора за посматрани временски период.



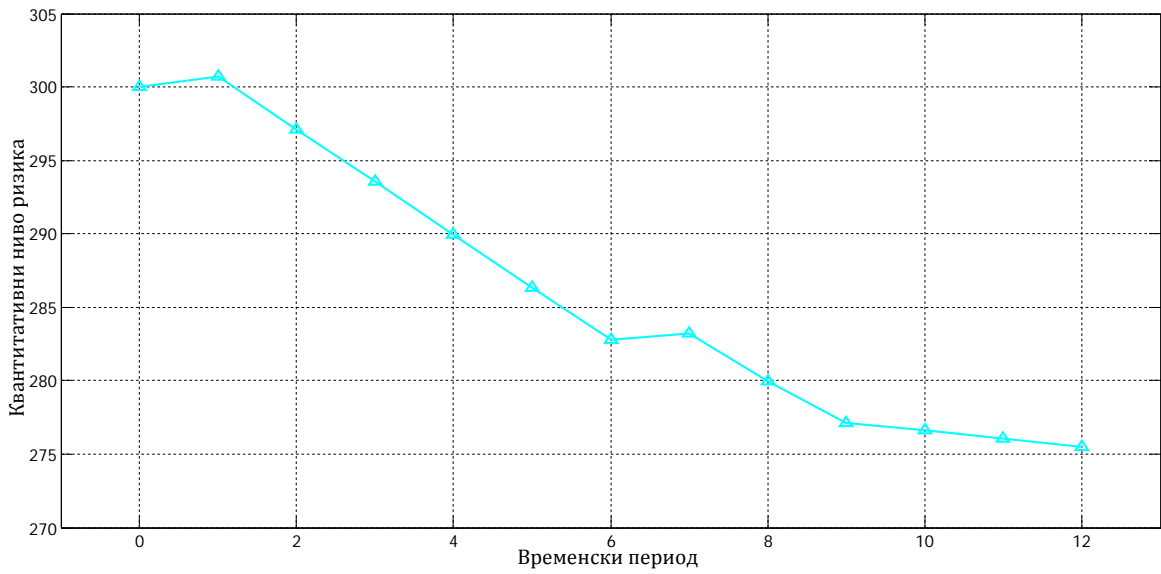
Слика 8.6 - Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик P14



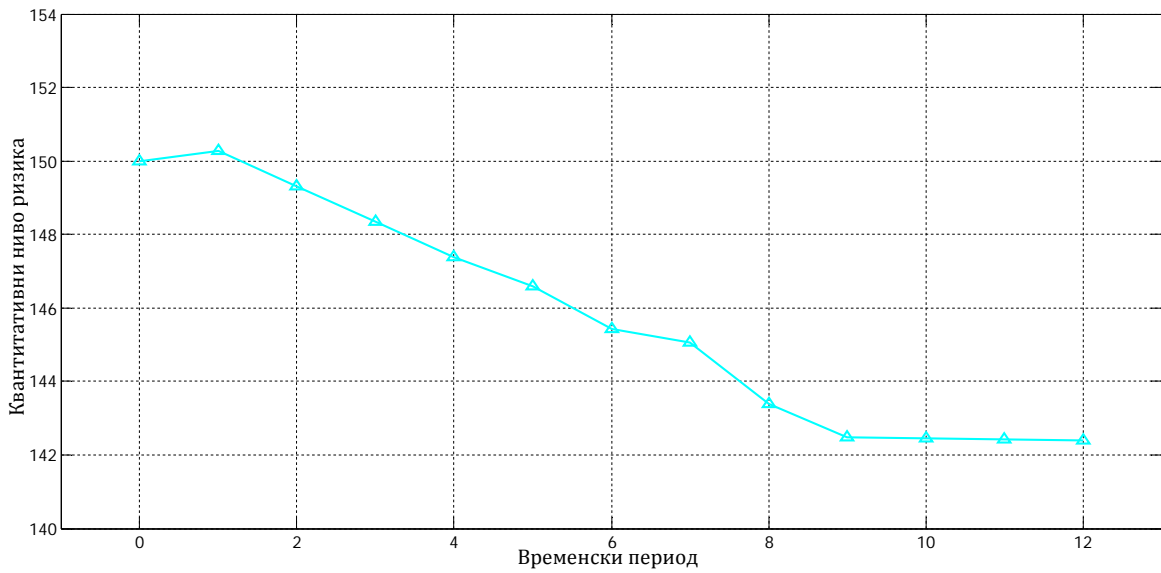
Слика 8.7 - Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик P16



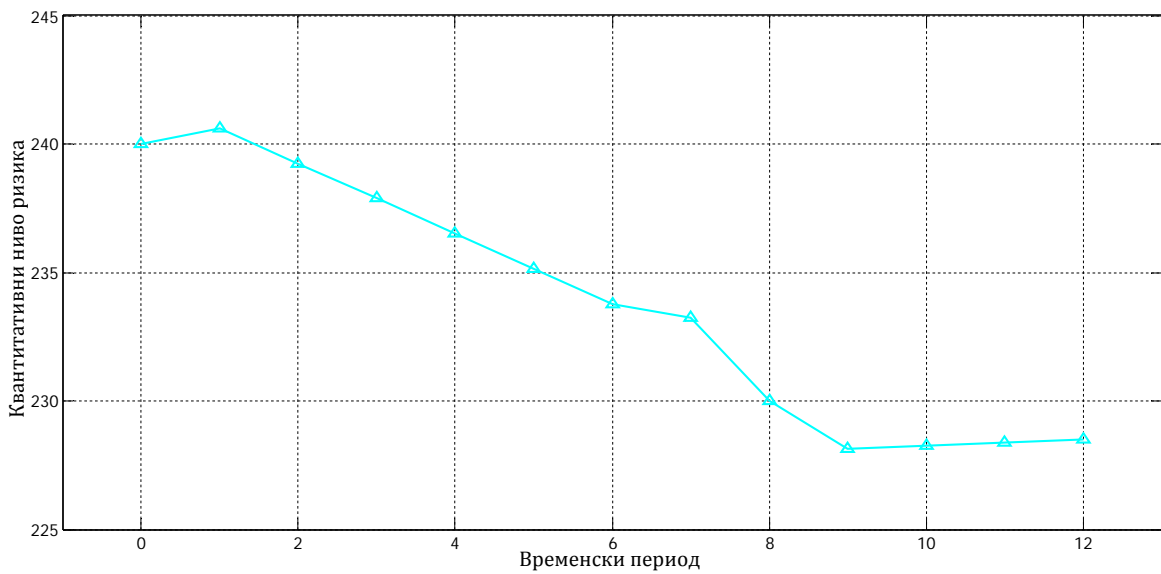
Слика 8.8 - Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик P19



Слика 8.9 - Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик P22.2

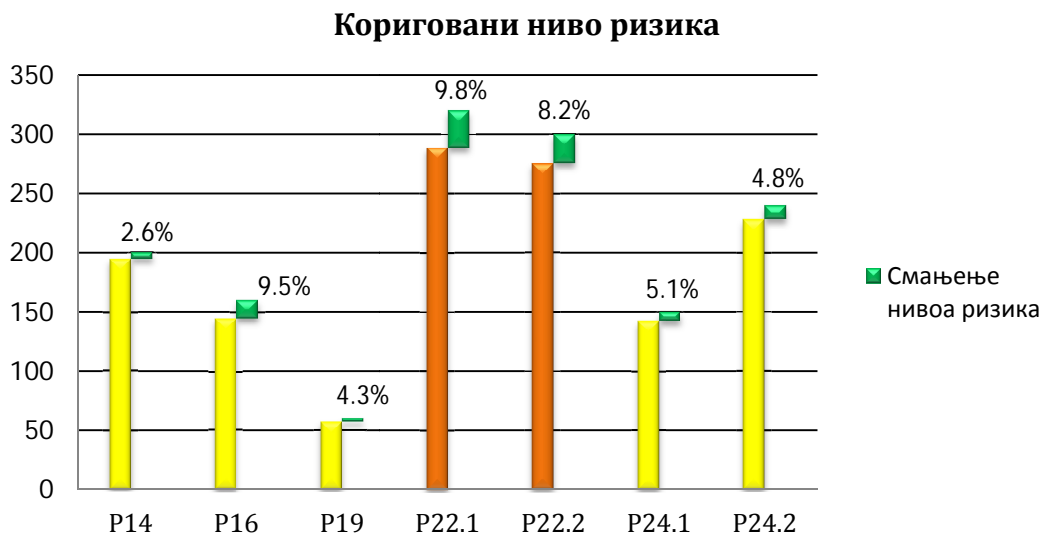


Слика 8.10 - Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик P24.1



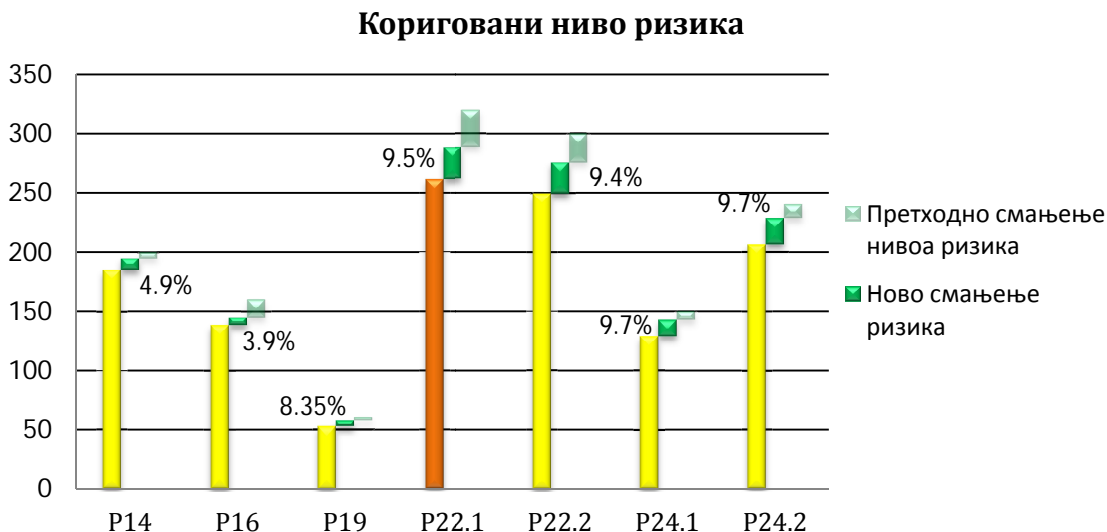
Слика 8.11 - Коначан утицај свих изабраних подфактора на ризик P24.2

Једини конкретан резултат, осим графичког тренда нивоа ризика, јесте однос квантитативног нивоа ризика и новонасталог односно преосталог ризика на посматраном радном месту. Тај однос је приказан на слици 8.12.



**Слика 8.12 – Смањење нивоа ризика планираним унапређењем
изабраних подфактора**

На слици 8.12 примећује се смањење нивоа идентификованих ризика за посматрано радно место. Такође, може се приметити да је смањење у распону од 2.6% до 9.8%. Очигледна разлика у процентима је утемељена у делу процене вредности релативних важности фактора и подфактора од стране експерата. Овакви проценти представљају реално стање нивоа ризика у предузећу након имплементације мера за њихово смањивање. Поред ових очигледних резултата, дошло се и до закључака о следећим корацима за њихово даље смањивање. Уколико се фокус задржи на ергономији радног места, значајније смањење ризика у овом делу односно смањење ризика са високог на умерени, може се постићи још једном, финансијски независном, врстом активности. Суштина се базира на унапређењу подфактора „*Карактеристике и распоред радних активности*“. Кључни елемент јесте формирање значајно бољег распореда радних активности у смислу реорганизације постојећих радних места, увођење принципа ротације радника, пажљиво планирање сменског рада, максимално прилагођавање радног места запосленом, обезбеђивање већег броја краћих пауза. То практично значи да је неопходно, уз мањи напор у планирању будуће поставке пословања, унапредити подфактор „*Карактеристике и распоред радних активности*“ за 50%. У том смислу, ниво ризика *P22.1* постаје значајно ближи преласку у нижу групу класификације ризика и као такав има значајан тренд опадања, а може се приметити да се ризик *P22.2* значајно смањило и после задњих унапређења припада групи умерених ризика. Такође, ова врста унапређења подфактора *ОФ2.2* има утицаја и на све остале идентификоване ризике за посматрано радно место. Детаљан утицај овог подфактора на смањење нивоа свих идентификованих ризика представљен је на слици 8.13.



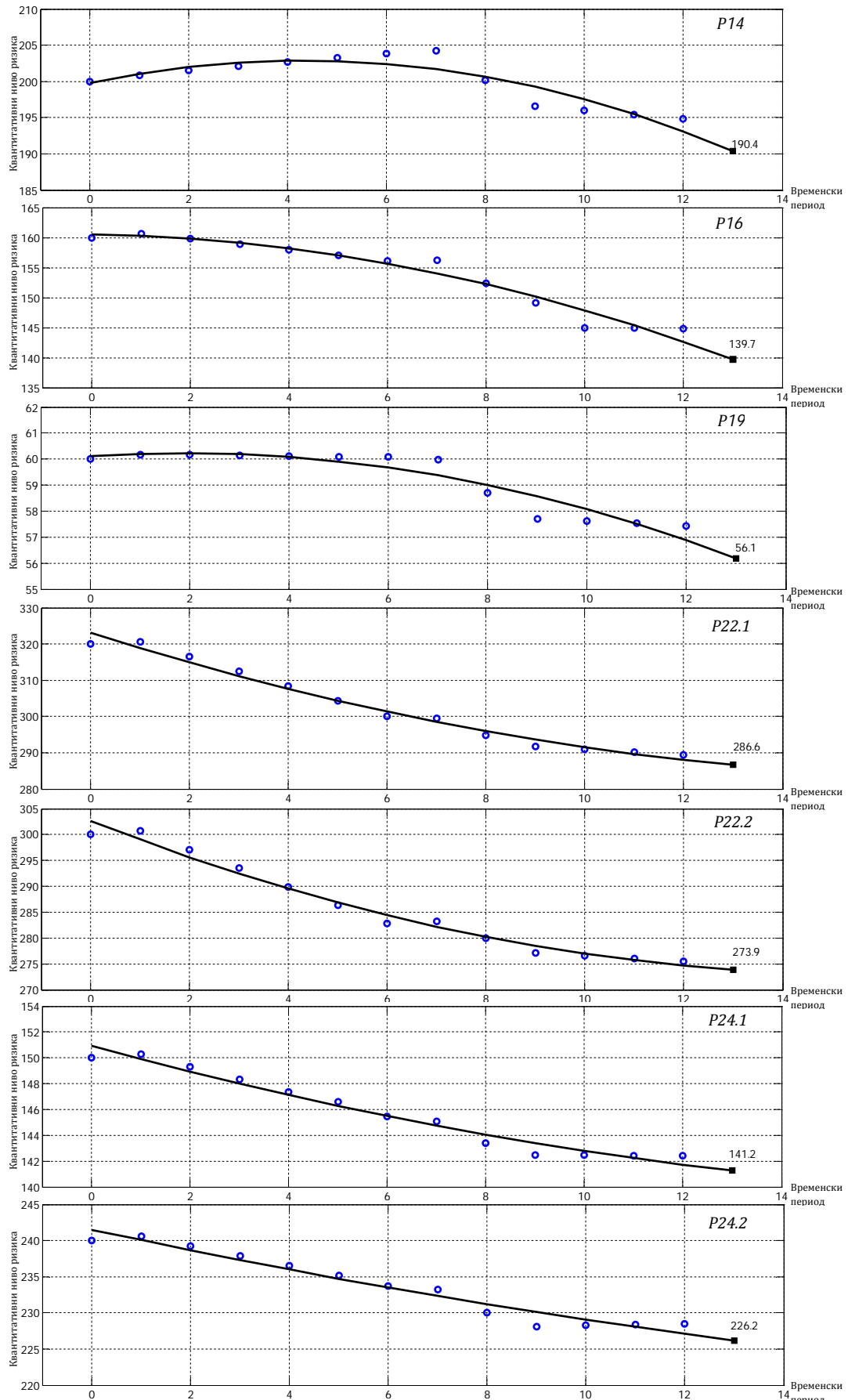
Слика 8.13 – Смањење нивоа ризика додатним унапређењима

8.3 Дискусија резултата

У првих 6 месеци вршена је интензивна обука запослених и тренинг на „*hands-on*“ опреми односно на едукативној опреми која симулира реално радно окружење. Следећих 6 месеци запослени су активно учествовали на образовним семинарима у држави и иностранству, радионицама различитих типова и развијали свест о прихватању и имплементирању резултата добре праксе, уз неизоставну сарадњу са научно-истраживачким високошколским установама. У преосталом периоду, унапређење подфактора „*Ниво обучености*“ и „*Понашање и однос према послу*“ зависило је од учинка запослених односно од процењеног нивоа квалитета извршења радних задатака. Карактеристична чињеница у овом примеру јесте максималан ниво подфактора „*Темпо рада*“ из разлога максималног искоришћења капацитета односно рада у три смене, великог варијетета понуђених производа и константне жеље да се освоје нова тржишта. Остали изабрани подфактори се континуално и константно значајно унапређују током прве године посматраног периода. Имплементација унапређења техничко-технолошких фактора окарактерисани су као највеће финансијско оптерећење, с тога и остављено за другу годину посматраног периода. На овај начин, предузеће је стекло увид у могућности смањења ризика односно побољшања услова рада и безбедности на радном месту без значајнијих улагања. Унапређење техничко-технолошких фактора огледало се кроз унапређење средстава за рад која се користе у процесу рада и одређеног вида аутоматизације процеса према условима који су у датом тренутку дозвољавали овакав тип реконструкције процеса.

Читав процес унапређеног модела за процену ризика на радном месту спроводи се брзо и једноставно, што је и главна предност овакве методологије и приступа проблему. Овакав прилаз омогућава једноставно одређивање квантитативне вредности ризика која може да се очекује у неком будућем тренутку. Предикција нивоа ризика у одређеном тренутку у будућности, применом процеса екстраполације, омогућава правовремено планирање мера и активности за његово достизање (уколико се ради о тренду опадања), односно смањивања (уколико се ради о тренду раста).

ПРИМЕНА РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА НА
ПРОИЗВОДНИМ ПРЕДУЗЕЋИМА



Слика 8.14 – Вредности идентификованих ризика (P14, P16, P19, P22.1, P22.2, P24.1, P24.2) у дефинисаном будућем тренутку применом екстраполације

У случају приказаном на слици 8.14 очигледан је тренд опадања, што практично значи да ниво ризика опада, односно да су имплементиране мере и спроведене активности имале великог утицаја на смањење нивоа ризика, при чему није узето у обзир додатно смањење ризика унапређењем подфактора *ОФ2.2*. Такође се може и тачно дефинисати, колико принцип екстраполације дозвољава, вредност нивоа процене ризика у будућем тренутку. Овакав приступ је веома значајан, јер омогућава значајне информације тиму стручњака и лица који су задужени за спровођење неопходних активности за унапређење безбедности и здравља на раду у динамичном и неизвесном окружењу. Оно чему се тежи јесте да се прошири зона утицаја спроведених активности, односно да се спроведене активности у модел зони прошире на остале погоне предузећа.

9

ЗАКЉУЧАК

Динамичност и константно мењање потражње у смислу варијабилности производа и услуга, као и повећање сложености пословно-производних система, уз максимално повећање ефективности опреме и запослених, за последицу има постојање великог броја проблема у области безбедности и здравља на раду. Брз темпо и развој тржишта намећу одређене захтеве који се односе на производњу, што се експлицитно одражава на одрживост система безбедности и здравља на раду, прецизније на процес процене ризика. Веза између запосленог и радног места јесте више него сложена и компликована, уколико се у разматрање обухвате сви припадајући утицајни фактори и подфактори. Идентификовање утицајних фактора и подфактора, као и процес унапређења и имплементације представља важан и јасно дефинисан задатак сваког пословно-производног система. Оваквим приступом, сваки пословно-производни систем биће у могућности да побољшавањем одређених подфактора достигне жељени односно пројектовани ниво ризика. Дефинисани људски, организациони и техничко-технолошки фактори имају веома јак утицај на читав процес процене ризика. Дефинисани подфактори морају да буду мерљиви и на одређени начин квантификовано уврштени у процес процене ризика. Кориговањем изабраних подфактора смањује се ниво ризика, што несумњиво показује значајност овог модела. Поред тога, употреба прогностичког алата значајно употпуњује проактивност модела помоћу којег је могуће на основу тренда одредити ниво ризика у дефинисаном тренутку у будућности. Главни мотив овакве врсте истраживања јесте непостојање конкретног приступа проблематици процеса процене ризика и недоследност у основним схватањима и постулатима који представљају срж области безбедности и здравља на раду.

Научни циљ докторске дисертације јесте развој модела за процену ризика помоћу савремених вишекритеријумских метода и прогностике који ће значајно унапредити објективност и максимално успешно утврдити, са што мањом границом грешке, могућу вредност нивоа ризика у будућем периоду.

Модел се значајно ослања на процене јако стручне групе људи из области безбедности и здравља на раду, окупљени у експертски тим. У експертском тиму су лица за

безбедност и здравље на раду са положеним државним стручним испитом; професори факултета, чија интересовања и област истраживања обухватају безбедност и здравље на раду; чланови савета за безбедност и здравље на раду у оквиру управе за безбедност и здравље на раду; дипломирани инжењери заштите на раду и лица задужена за безбедност и здравље на раду и индустријску безбедност у предузећима чије пословање са базира на савременим производним филозофијама. Њихов утицај највише се примећује у дефинисању и идентификовању релативне важности фактора и подфактора у односу на идентификоване ризике. Групно одлучивање има за циљ да у потпуности дефинише модел и постави оквир за будућу примену модела у реалном окружењу.

Унапређени модел за процену ризика је тестиран на пословно-производним системима чија се производња и пословање заснива на савременим производним филозофијама. На примеру предузећа, које припада малим и средњим предузећима из области производње различитих гумено-техничких компоненти за потребе аутомобилске индустрије, приказана је функционалност модела. Генерално, предмет докторске дисертације јесте развој модела за процену ризика, дефинисањем утицајних фактора и подфактора и њиховог релативног односа на идентификоване ризике, затим квантитативно одређивање нивоа процене ризика у дефинисаним временским периодима ради мониторинга стања, као и одређивање будућег нивоа ризика засновано на прогностичком приступу. Предложени модел даје јаку потпору одлучивању за унапређење и одржање целокупног система безбедности и здравља на раду у јако динамичном окружењу.

Током исцрпног и детаљног истраживања у широј области безбедности и здравља на раду везаној за конкретну проблематику процена ризика, након тестирања и верификовања унапређеног модела могу се изнети следећи закључци:

- Кроз велики број научних и стручних радова и кроз осталу релевантну литературу и примере добре праксе, доказано је да процес процене ризика јесте најзначајнија активност за смањење нежељених и непланираних догађаја. Имајући у виду овакву врсту констатације, процес процене ризика потребно и неопходно је унапредити и прилагодити сложеним пословно-производним системима, у којима се примењују савремени концепти управљања и који послују у променљивом, динамичном и неизвесном окружењу. Једна од главних карактеристика унапређеног модела јесте флексибилност и прилагодљивост таквом начину функционисања.
- Кључни аспект унапређеног модела лежи у значају и неопходности проактивног приступа у безбедности и здрављу на раду, јер су те проактивне активности најефикасније и директно усмерене ка узроку нежељених и непланираних догађаја, у смислу повећаног нивоа ризика. Такође, ове проактивне активности директно су усмерене ка спречавању да до нежељених и непланираних догађаја уопште не дође. Увођење оваквог приступа значајно се унапређује читав процес процене ризика и у значајној мери помера границе у области безбедности и здравља на раду, јер подразумева откривање раних сигнала за постојање могућности манифестовања нежељених и непланираних догађаја. Могућност да се у одређеном временском тренутку у будућности, на

основу тренда раста или опадања одреди ниво ризика, овом релативно новом приступу процесу процене ризика даје нову димензију, значај и научни ниво.

- Идентификација и дефинисање фактора и класификација подфактора у логичке целине имају велики значај и утицај на промену (повећање или смањење) нивоа ризика. Важност овог дела огледа се у мапирању и одређивању тренутног стања пословно-производног система у смислу одређивања граничне вредности нивоа подфактора у почетном тренутку. Затим, ниво корекције одређених параметара јасно је дефинисан тачним временским периодом имплементације, на основу којег се може, на релативно јасан начин, предпочити да се манипулацијом и варирањем више различитих подфактора може постићи конкретно смањење нивоа ризика.
- Релативан однос идентификованих фактора и подфактора су описивани унапред припремљеним лингвистичким исказима. Фактори и подфактори, према својим карактеристикама и значају, имају различите важности што за последицу има различите векторе тежине. Тежине се одређују помоћу теорије фази скупова, конкретно применом фази аналитичког хијерархијског процеса. Овим поступком значајно се подиже ниво објективности у процесу процене ризика, с обзиром на велику субјективност процењивача приликом идентификовања, оцењивања и класификовања ризика.
- Полазна тачка унапређеног модела за процену ризика јесу четири неизоставна чинилаца у процени ризика и то: могућност повређивања, тежина потенцијалне повреде, учесталост излагања и број изложених особа. Утицај фактора и подфактора је одређен на егзактан начин, који за последицу има мање субјективно оптерећење приликом процене и самим тим таква процена може се сматрати значајно тачнија. Променом односно варирањем нивоа могућности повређивања, јединог променљивог чиниоца, утиче се на промену нивоа ризика.
- Унапређени модел за процену ризика применом теорије фази скупова и прогностике подржава и програмски пакет за нумеричке прорачуне, *Matlab*, као оригинално пионирско решење за једноставан унос улазних података, израчунавање компликованих математичких операција и процентуални приказ смањења или повећања нивоа ризика. Ово софтверско решење максимално помаже доносиоцима одлука да на брз, једноставан и надасве квалитетан начин добију одговоре на горућа питања.

8.1 Будући правци истраживања

Ова докторска дисертација, у њеном коначном облику, сублимира и заокружује активан рад и истраживање у области безбедности и здравља на раду, специфично циљано на процес процене ризика. С обзиром да и одбрањени дипломски рад под насловом „Развој методологије за процену ризика при променљивим условима радне околине“ припада области безбедности и здравља на раду, може се посматрати да је ова докторска дисертација само наставак истраживања у овој области, да су резултати и изведени закључци зачетак будућег истраживања. Правци даљих истраживања су:

- Испитивање могућности идентификације интеракција односно међусобног односа између дефинисаних фактора и подфактора. На основу дефинисаних

интеракција, могло би да се одреди утицај промене вредности једног подфактора на вредност другог или других подфактора истовремено чиме би се обезбедила повратна информација о природи интеракције. Такође, тренутна структура модела је флексибилна, уколико је то неопходно, може се проширити и унапредити узимањем у обзир других, екстерних фактора.

- Развој и унапређење алгоритма и софтверског решења базирана на примени генетских алгоритама за оптимизацију могућих вредности корекција. Приказано је да је могуће извршити овакву врсту унапређења и оптимизација би се огледала у постављању ограничења у смислу финансијских ресурса и могућности имплементације мера за унапређење система безбедности и здравља на раду, односно који од предложених подфактора је могуће кориговати у условима финансијске нестабилности и неизвесности тржишта.
- Развојем информационих технологија и платформи за мобилне и таблет уређаје, постоји значајна потреба за развојем апликације која ће омогућити да у сваком тренутку запослени на пословима безбедности и здравља на раду може да одреди који су то најкритичнији подфактори и које кораке је неопходно предузети у датом тренутку за њихово унапређење.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mure, S., Demichela, M., *Fuzzy Application Procedure (FAP) for the risk assessment of occupational accidents*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 22, pp. 593–599, 2009.
- [2] Aven, T., *Selective critique of risk assessments with recommendations for improving methodology and practise*, Reliability Engineering and System Safety, Vol. 96, pp. 509–514, 2011.
- [3] Reid, S.G., *Acceptable risk*, У оквиру Blockley D.I., *Engineering Safety*, New York: McGraw-Hill, pp.138–166, 1992.
- [4] Stirling, A., *Risk a tturning point*, Journal of Risk Research, Vol. 1 pp. 97–109, 1998.
- [5] Renn, O., *Three decades of risk research: accomplishments and new challenges*, Journal of Risk Research, Vol.1, pp. 49–71, 1998.
- [6] Tickner, J., Kriebel. D., *The role of science and precaution in environmental and public health policy*, У оквиру Fisher E, Jones J, von Schomberg R, *Implementing the Precautionary Principle*, Northampton, MA, USA, Edward Elgar Publishing, 2006.
- [7] Michaels, D., *Doubt is their Product*, New York: Oxford University Press; 2008.
- [8] Pokorádi, L., *Application of fuzzy set theory for risk assessment*, Journal of KONBiN Vol. 2-3, 2010, DOI 10.2478/v10040-008-0177-5.
- [9] ISO 31000 Међународни стандард, *Risk management – Principles and guidelines*, International Organization for Standardization, 2009.
- [10] ISO/IEC 31010 Међународни стандард, *Risk management – Risk assessment techniques*, International Organization for Standardization, 2009.
- [11] Aven, T., *The risk concept—historical and recent development trends*, Reliability Engineering and System Safety, Vol. 99, pp. 33–44, 2012.
- [12] Aven, T., Renn, O., *On risk defined as an event where the outcome is uncertain*, Journal of Risk Research, Vol. 12, pp. 1–11, 2009.
- [13] Aven, T., Renn, O., Rosa, E.A., *The ontological status of the concept of risk*, Safety Science, Vol. 49, pp. 1074–1079, 2011.
- [14] Међународни водич, *ISO GUIDE 73- Risk management — Vocabulary*, International Organization for Standardization, 2009.
- [15] Aven, T., *Risk Analysis*, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 2008.
- [16] Aven, T., *Misconceptions of risk*, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 2010.
- [17] Althaus, C.E., *A disciplinary perspective on the epistemological status of risk*, Risk Analysis, Vol. 25, pp. 567–588. 2005.
- [18] Renn, O., *Concepts of Risk: A Classification*. У оквиру Krinsky, S., Golding, D., *Social Theories of Risk*, Westport, CT: Praeger, pp. 53–79, 1992.
- [19] Jaynes, J., *Risk Management: 10 Principles*, Butterworth-Heinemann, 2002.
- [20] Möller, N., *Safety and Decision-making*, PhD thesis, Stockholm, 2006.

-
- [21] Elms, D.G., *Risk assessment*, У оквиру Blockley, D., *Engineering Safety*, McGraw-Hill International Series in Civil Engineering, 1992.
- [22] Lootsma, F.A., *Fuzzy Logic for Planning and Decision-making*, Kluwer Academic, Boston, MA, USA, 1997.
- [23] European Agency for Safety and Health at Work, *Factsheet 81, Risk assessment — the key to healthy workplaces*, ISSN 1681-2123, 2008. (<http://osha.europa.eu/en/publications/factsheets/81>)
- [24] Службени гласник РС, *Закон о раду*, бр. 101/05
- [25] Службени гласник РС, *Закон о безбедности и здрављу на раду*, бр. 24/05, 61/05 и 54/09
- [26] European Agency for Safety and Health at Work, *Factsheet 76 - National economics and occupational safety and health*, ISSN 1681-2123, 2007. (<http://osha.europa.eu/en/publications/factsheets/76>)
- [27] European Agency for Safety and Health at Work, *Pan-European opinion poll on occupational safety and health Press Kit*, Ipsos MORI Social Research Institute, 2012.
- [28] Silva, S., Lima, M.L., Baptista, C., *OSCI: an organizational and safety climate inventory*, Safety Science, Vol.42, pp. 205–220, 2004.
- [29] Choudhry, R.M., Fang, D., Mohamed, S., *The nature of safety culture: A survey of the state-of-the-art*, Safety Science, Vol. 45 pp. 993-1012, 2007.
- [30] Carrillo, R.A., *Complexity and safety*, Journal of Safety Research, Vol. 42, pp.293–300, 2011.
- [31] Beer, M., Nohria, N., *Cracking the code of change*, Harvard Business Review, Vol. 78, pp.133–141, 2000.
- [32] Kotter, J.P., *Leading change: why transformation efforts fail*, Harvard Business Review, Vol. 73, pp. 59–67, 1995.
- [33] Strebels, P., *Why Do Employees Resist Change?* Harvard Business Review, Vol. 74, pp. 86–92, 1996.
- [34] Kotter, J.P., Schlesinger, L.A., *Choosing strategies for change*, Harvard Business Review, Vol.86, pp. 131–139, 2008.
- [35] Yaraghi, N., Langhe, R.G., *Critical success factors for risk management systems*, Journal of Risk Research, Vol. 14, pp. 551–581, 2011.
- [36] Grøtan, T.O., Størseth, F., Albrechtsen, E., *Scientific foundations of addressing risk in complex and dynamic environments*, Reliability Engineering and System Safety, Vol. 96 pp. 706–712, 2011.
- [37] Европска агенција за безбедност и здравље на раду, *Годишњи извештај*, 2011. (урл: http://osha.europa.eu/en/publications/annual_report/2011full)
- [38] Министарство рада САД-а - Управа за безбедност и здравље на раду, (урл: <http://www.osha.gov/oshstats/commonstats.html>), 2010.
- [39] Европска комисија – база података Eurostat, *Population and social conditions - Statistics in focus*, ISSN 1977-0316.
-

- [40] Ale, B., Aven, T., Jongejan, R., *Review and discussion of basic concepts and principles in integrated risk management*, У оквиру Reliability, Risk, and Safety, Theory and Applications, CRC Press 2010.
- [41] Raz, T., Hillson, D., *A Comparative Review of Risk Management Standards*, Risk Management: An International Journal, Vol. 7, pp. 53-66, 2005.
- [42] Aven, T., *On the new ISO guide on risk management terminology*, Reliability Engineering and System Safety, Vol. 96, pp. 719-726, 2011.
- [43] Leitch, M., *ISO 31000:2009 - The New International Standard on Risk Management*, Risk Analysis, Vol. 30, pp. 887-892, 2010.
- [44] European Agency for Safety and Health at Work, 2002a. *Research on changing world of work* (урл: <http://osha.europa.eu/en/publications/reports/205>).
- [45] Storrie, D., *Temporary agency work in the European Union*, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Dublin, 2002. (урл: <http://www.eurofound.europa.eu/pubdocs/2002/02/en/1/ef0202en.pdf>).
- [46] Papadopoulos, G., Georgiadou, P., Papazoglou, C., Michaliou, K., *Occupational and public health and safety in a changing work environment: An integrated approach for risk assessment and prevention*, Safety Science, Vol. 48, pp. 943-949, 2010.
- [47] Koukoulaki, T., *New trends in work environment – New effects on safety*, Safety Science, Vol. 48, pp. 936-942, 2010.
- [48] Manzey, D., Marold, J., Editorial, *Occupational accidents and safety: The challenge of globalization*, Safety Science, Vol.47, pp. 723-726, 2009.
- [49] Arunraj, N., Maiti, J., *Risk-based maintenance: techniques and applications*, Journal of Hazardous Materials, Vol. 142, pp. 653-661, 2007.
- [50] Tixier, J., Dusserre, G., Salvi, O., Gaston, D., *Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 15, pp. 291-303, 2002.
- [51] Khanzode, V.V., Maiti, J., Ray, P.K., *Occupational injury and accident research: A comprehensive review*, Safety Science, Vol. 50, pp. 1355-1367, 2012.
- [52] Eraslan, E., Dağdeviren, M., *A Cognitive Approach for Performance Measurement in Flexible Manufacturing Systems using Cognitive Maps*, У оквиру Karl Perusich, Cognitive Maps, InTech, 2010.
- [53] McCauley-Bell, P., Adedeji A.B., Badiru, B., *Fuzzy Modeling and Analytic Hierarchy Processing to Quantify Risk Levels Associated with Occupational Injuries-Part I: The Development of Fuzzy-Linguistic Risk Levels*, IEEE Transactions on fuzzy systems, Vol. 4, pp. 124-131, 1996.
- [54] Jeng-Wen Lin, Cheng-Wu Chen, Cheng-Yi Peng, *Potential hazard analysis and risk assessment of debris flow by fuzzy modeling*, Natural Hazards, Vol. 64, pp. 273-282, 2012.
- [55] Zadeh, L. A., *Fuzzy Sets*, Information and Control, Vol. 8, pp. 338-353, 1965.
- [56] Zadeh, L. A., *Toward a Theory of Fuzzy Systems*, У оквиру Aspects of Networks and Systems Theory, Oxford University Press Inc., pp. 469-490, 1971.

-
- [57] Zadeh, L.A., *A Rationale for Fuzzy Control*, У оквиру Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Systems: Selected Papers, Vol. 94, pp. 123-126, 1972.
- [58] Zadeh, L. A., *On the analysis of large-scale systems*, У оквиру Systems Approaches and Environmental Problems, Vandenhoeck and Ruprecht, Gottingen, pp. 23-37. 1974.
- [59] Zadeh, L. A., *Fuzzy Sets*, У оквиру Operations Research Support Methodology, Marcel Dekker Inc., New York, pp. 569-606, 1979.
- [60] Zadeh, L. A., *Possibility theory and soft data analysis*, У оквиру Mathematical Frontiers of the Social and Policy Sciences, Westview Press, Boulder, Colorado, pp. 69-129. 1981.
- [61] Kentel, E., *Uncertainty modeling in health risk assessment and groundwater resources management*, PhD Thesis, Georgia Institute of Technology, 2006.
- [62] Dubois, D., Prade, H., Sessa, S., *Recent Literature*, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 119, pp. 355-363, 2001.
- [63] Carr, V., Tah, J.H.M., *A Fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system*, Advances in Engineering Software, Vol. 32, pp. 847-857, 2001.
- [64] Leveson, N., *A new accident model for engineering safer systems*, Safety Science, Vol. 42, pp. 237–270, 2004.
- [65] Saaty, T.L., *A scaling method for priorities in hierarchical structures*, Journal of Mathematical Psychology, Vol. 15, pp. 234–281, 1977.
- [66] Karahalios, H., Yang, Z.L., Williams, V., Wang, J., *A proposed System of Hierarchical Scorecards to assess the implementation of maritime regulations*, Safety Science, Vol. 49, pp. 450–462, 2011.
- [67] Zheng, G., Zhu, N., Tian, Z., Chen, Y., Binhui S., *Application of a trapezoidal fuzzy AHP method for work safety evaluation and early warning rating of hot and humid environments*, Safety Science, Vol. 50, pp. 228–239, 2012.
- [68] Bagranoff, N.A., *Using an analytic hierarchy approach to design internal control system*, Journal of Accounting and EDP, Vol. 4, pp. 37–41, 1989.
- [69] Arbel, A.Y., Orgler, E., *An application of the AHP to bank strategic planning: the mergers and acquisitions process*, European Journal of Operational Research, Vol. 48, pp. 27–37, 1990.
- [70] Moutinho, L., *The use of the analytic hierarchy process (AHP) in goal assessment: the case of professional services companies*, Journal of Professional Services Marketing, Vol. 8, pp. 97–114, 1993.
- [71] Arunraj, N.S., Maiti, J., *Risk-based maintenance policy selection using AHP and goal programming*, Safety Science Vol. 48, pp. 238–247, 2010.
- [72] Chiang, C.M., Lai, C.M., *A study on the comprehensive indicator of indoor environment assessment for occupants' health in Taiwan*, Building and Environment, Vol. 37, pp. 387–392, 2002.
- [73] Patrick, E., Laurence, W., *Application of analytic hierarchy process techniques to streamlined life-cycle analysis of two anodizing processes*, Environment Science Technology, Vol. 33, pp. 1495–1500, 1999.
-

-
- [74] Willett, K., Sharda, R., *Using the analytic hierarchy process in water resources planning: selection of flood control projects*, Socio-Economic Planning Sciences, Vol. 25, pp. 102–112, 1991.
- [75] Saaty, T.L., *The analytic hierarchy process in conflict management*, International Journal of Conflict Management, Vol. 1, pp. 47–68, 1990.
- [76] Bozdog, C.E., Kahraman, C., Ruan, D., *Fuzzy group decision making for selection among computer integrated manufacturing systems*, Computers in Industry, Vol.5, pp. 13-29, 2003.
- [77] Buyukozkan, G., Ertay, T., Kahraman, C. & Ruan, D., *Determining the importance weights for the design requirements in the house of quality using the fuzzy analytic network approach*, International Journal of Intelligent Systems, Vol.19, pp. 443-461, 2004.
- [78] Xiaohua, W., Zhenmin, F., *Sustainable development of rural energy and its appraising system in Chine*, Renewable&Sustainable Energy Reviews, Vol. 6, pp. 395-404, 2002.
- [79] Suresh, N.C., Kaparathi, S., *Flexible automation investments: A synthesis of two multi-objective modeling approaches*, Computers & Industrial Engineering, Vol. 22, pp. 257-272, 1992.
- [80] Badri, M.A., *Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem*, International Journal of Production Economics, Vol. 62, pp. 237-248, 1999.
- [81] Kuo, R.J., Chi, S.C. & Kao, S.S. A decision support system for selection convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network, Computer in Industry, Vol. 47, pp. 199-214, 2002.
- [82] Mustafa, M.A., Al-Bahar, J.F., *Project risk assessment using the analytic hierarchy processes*, IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 38, pp. 46– 52, 1991.
- [83] Gaudenzi, B., Borghesi, A., *Managing risks in the supply chain using the AHP method*, International Journal of Logistics Management, Vol. 17, pp. 114–136, 2006.
- [84] Zayed, T., Amer, M., Pan, J., *Assessing risk and uncertainty inherent in Chinese highway projects using AHP*, International Journal of Project Management, Vol. 26, pp. 408–419, 2008.
- [85] Danijela Tadic, Marko Djapan, Mirjana Misita, Miladin Stefanovic, Dragan D. Milanovic, *A Fuzzy Model for Assessing Risk of Occupational Safety in the Processing Industry*, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, Vol. 13, pp. 115-126, 2012.
- [86] Miladin Stefanovic, Danijela Tadic, Marko Djapan, Ivan Macuzic, *Software for Occupational Health and Safety Risk Analysis Based on a Fuzzy Model*, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, Vol. 18, pp. 127-136, 2012.
- [87] Cengiz, K., Ufuk, C., Ziya, U., *Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP*. Logistics Information Management Vol. 16, pp. 382–394, 2003.
-

-
- [88] Chen, S.M., Evaluating weapon systems using fuzzy arithmetic operations, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 77, pp. 265–276, 1996.
- [89] Hauser, D., Tadikamalla, P., The analytic hierarchy process in an uncertain environment: a simulation approach, *European Journal of Operational Research*, Vol. 91, pp. 27–37, 1996.
- [90] Marko Đapan, Branislav Jeremić, Ivan Mačužić, Petar Todorović, Uroš Proso, Improvement of occupational health and safety training model, 5. International Quality Conference, Kragujevac, 2011, 20th May, pp. 517-524, ISBN 978-86-86663-68-9
- [91] Gupta, S.M., Nukala, S., A fuzzy AHP-based approach for selecting potential recovery facilities in a closed loop supply chain, Paper 3. 2005, (url: <http://hdl.handle.net/2047/d10009851>).
- [92] Van Laarhoven, P.J.M., Pedrycz, W., A fuzzy extension of Saaty's priority theory, *Fuzzy Set System*, Vol. 11, pp. 229–241, 1983.
- [93] Levary, R.R., Ke, W., A simulation approach for handling uncertainty in the analytic hierarchy process, *European Journal of Operational Research*, Vol. 106, pp. 116–122, 1998.
- [94] Li, S.C., Fuzzy Hierarchical Weight Analysis for Criteria of the Taiwan National Quality Award, *Kaoyuan Journal*, Vol. 11, pp. 259–279, 2005.
- [95] Carlsson, C., Fullér, R., Fuzzy multiple criteria decision making: recent developments, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 78, pp. 139–153, 1996.
- [96] Tam, C.M., Tong, T.L., Chiu, G.W., Fung, I.H., Non-structural fuzzy decision support system for evaluation of construction safety management system, *International Journal of Project Management*, Vol. 20, pp. 303–313, 2002.
- [97] Liu, J., Yang, J., Wang, J., Sii, H., Wang, Y., Fuzzy rule-based evidential reasoning approach for safety analysis, *International Journal of General Systems*, Vol. 33, pp. 183–204, 2004.
- [98] Oke, S.A., Owaba, O.E., Johnson, A.O., Omogoroye, O.O., A fuzzy safety control framework for oil platforms, *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 23, pp. 564–582, 2006.
- [99] Mure, S., Demichela, M., Piccinini, N., Assessment of the risk of occupational accidents using a fuzzy approach, *Cognition, Technology and Work*, Vol. 8, pp. 103–112, 2006.
- [100] Azadeh, A., Fam, I.M., Khoshnoud, M., Nikafrouz, M., Design and implementation of a fuzzy expert system for performance assessment of an integrated health, safety, environment (HSE) and ergonomics system: the case of a gas refinery, *Information Sciences*, Vol. 178, pp. 4280–4300, 2008.
- [101] Gurcanli, G.E., Mungen, U., An occupational safety risk analysis method at construction sites using fuzzy sets, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 39, pp. 371–387, 2009.
- [102] Mcykone, T.E., Deshpande, A.W., Can fuzzy LOGIC bring complex environmental problems into focus? *Environment Science Technology*, Vol. 39, pp. 42–47, 2005.
-

-
- [103] Zaddeh, L.A., The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning – I, *Information Sciences*, Vol. 8, pp. 199–249, 1975.
- [104] Shi Shiliang, Jiang Min, Liu Yong, Li Runqiu, Risk assessment on falling from height based on AHP-fuzzy, 2012 International Symposium on Safety Science and Technology, *Procedia Engineering*, Vol. 45, pp. 112 – 118, 2012.
- [105] Weck, M., Klocke, F., Schell, H., Ruenauer, E., Evaluating alternative production cycles using the extended fuzzy AHP method, *European Journal of Operational Research*, Vol. 100, pp. 351–366, 1997.
- [106] Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, NY, 1980.
- [107] Saaty, T.L., Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process, *Management Science*, Vol. 32, pp. 841–855, 1986.
- [108] Vaidya, O. S., Kumar, S., Analytic hierarchy process: An overview of applications, *European Journal of Operational Research*, Vol. 169, pp. 1–29, 2006.
- [109] Jallon, R., Imbeau, D., Marcellis-Warin, N., Development of an indirect-cost calculation model suitable for workplace use, *Journal of Safety Research*, Vol. 42, pp. 149–164, 2011.
- [110] APEGGA, *Guideline for Management of Risk in Professional Practice*, The Association of Professional Engineers, Geologist and Geophysicists of Alberta, 2006.
- [111] Seçkiner, S. U., Dağdeviren, M., Kurt, M., Analytic network process approach for quantifying risk levels associated with occupational injuries, *TEKNOLOJİ*, Vol. 10, pp. 153-165, 2007.
- [112] Belkebir, E., Rousselle, C., Duboudin, C., Bodin, L., Bonvallot, N., Haber's rule duration adjustments should not be used systematically for risk assessment in public health decision-making, *Toxicology Letters*, Vol. 204, pp. 148– 155, 2011.
- [113] Wua, T. C., Hsu, M. F., Credit risk assessment and decision making by a fusion approach, *Knowledge-Based Systems*, Vol. 35, pp. 102–110, 2012.
- [114] Fabiano, B., Currò, F., Palazzi, E., Pastorino, R., A framework for risk assessment and decision-making strategies in dangerous good transportation, *Journal of Hazardous Materials*, Vol.93, pp. 1–15, 2002.
- [115] Zeng, J., An, M., Smith, N. J., Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment, *International Journal of Project Management*, Vol. 25, pp. 589–600, 2007.
- [116] Finizio, A. Villa, S., Environmental risk assessment for pesticides A tool for decision making, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 22, pp. 235–248, 2002.
- [117] Saaty T. L., *The Analytic Network Process*, *Iranian Journal of Operations Research*, Vol. 1, pp. 1-27, 2008.
- [118] Liu, H. T., Tsai, Y. L., A fuzzy risk assessment approach for occupational hazards in the construction industry, *Safety Science*, Vol. 50, pp. 10671078, 2012.
- [119] Đapan Marko, Branislav Jeremić, Ivan Mačužić, Miladin Stefanović, Aleksandar Aleksić, Importance of Occupational Health and Safety Management System
-

- Implementation, 4. International Quality Conference, Quality Festival 2010, Kragujevac, 2010, 19.-21. May 2010, pp. 219 - 228, ISBN 978-86-86663-49-8.
- [120] Joseph Ricciardielli, Jelena Pantić, Branislav Jeremić, Ivan Mačužić, Marko Đapan, Lean philosophy in quality control, 6. International Quality Conference, Kragujevac, 2012, pp. 315-320, ISBN 978-86-86663-82-5
- [121] Kumar, G., Maiti, J., Modeling risk based maintenance using fuzzy analytic network process, *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, pp. 9946–9954, 2012.
- [122] Saaty, T. L., Shih, H.S., Structures in decision making: On the subjective geometry of hierarchies and networks, *European Journal of Operational Research*, Vol. 199, pp. 867–872, 2009.
- [123] Altshuller, G.S., Innovation algorithm, Technical Innovation Center, Worcester, MA. 1974.
- [124] Marhavilas P.K., Koulouriotis D., Gemeni, V., Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000 – 2009, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* Vol. 24, pp. 477–523, 2011.
- [125] Ayyub, B.M., Risk analysis in engineering and economics, Champan & Hall/CRC, USA, 2003.
- [126] Reniers, G.L.L., Dullaert, W., Ale, B.J.M., Soudan, K., Developing an external domino prevention framework: Hazwim. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 18, pp. 127–138, 2005.
- [127] Landau, K., Rohmert, W., Brauchler, R., Task analysis: Part I - Guidelines for the practitioner. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 22, pp. 3–11, 1998.
- [128] Brauchler, R., Landau, K., Task analysis: Part II - the scientific basis (knowledge base for the guide). *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 22, pp. 13–35, 1998.
- [129] Kontogiannis, T., Leopoulos, V., Marmaras, N., A comparison of accident analysis techniques for safety-critical man-machine systems, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 25, pp. 327–347, 2000.
- [130] Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D. E., A risk estimation methodological framework using quantitative assessment techniques and real accidents' data: application in an aluminum extrusion industry, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 21, pp. 596–603, 2008.
- [131] Henselwood, F., Phillips, G.A., matrix-based risk assessment approach for addressing linear hazards such as pipelines, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 19, pp. 433–441, 2006.
- [132] Woodruff, J. M., Consequence and likelihood in risk estimation: a matter of balance in UK health and safety risk assessment practice, *Safety Science*, Vol. 43, pp. 345–353, 2005.

- [133] Kosmowski, K. T., Functional safety concept for hazardous systems and new challenges, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 19, pp. 298–305, 2006.
- [134] van der Voort, M.M., Klein, A.J.J., de Maaijer, M., van den Berg, A.C., van Deursen, J.R., Versloot, N.H.A., A quantitative risk assessment tool for the external safety of industrial plants with a dust explosion hazard, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 20, pp. 375–386, 2007.
- [135] Cozzani, V., Antonioni, G., Spadoni, G., Quantitative assessment of domino scenarios by a GIS-based software tool, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 19, pp. 463–477, 2006.
- [136] Trucco, P., Cavallin, M., A quantitative approach to clinical risk assessment: the CREA method. *Safety Science*, Vol. 44, pp. 491–513, 2006.
- [137] Vaidogas, E.R., First step towards preventing losses due to mechanical damage from abnormal actions: Knowledge-based forecasting the actions, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 19, pp. 375–385, 2006.
- [138] Suddle, S., The weighted risk analysis. *Safety Science*, Vol. 47, pp. 668–679, 2009.
- [139] HSE – Health and Safety Executive – Reducing error and influencing behavior, HSE Books, ISBN 9780717624522, 1999.
- [140] Marcoulaki, E.C., Papazoglou, I.A., Konstandinidou, M. Prediction of occupational accident statistics and work time loss distributions using Bayesian analysis, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 47, pp. 668–679, 2012.
- [141] Stranks, J., *Human Factors and Behavioural Safety*, Elsevier Ltd, 2007.
- [142] Cacciabue, P.C., *Human error risk management for engineering systems: a methodology for design, safety assessment, accident investigation and training*, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 83, pp. 229–240, 2004.
- [143] Reason, J., *Human Factors*, Cambridge University Press, 1990.
- [144] Badenhorst, F.W., van Tonder, J., Determining the factors causing human error deficiencies at a public utility company, *Journal of Human Resource Management*, Vol. 2, pp. 62–69, 2004.
- [145] Anderson, M., Behavioural safety and major accident hazards: magic bullet or shot in the dark? *Conference Proceedings, Hazards XVIII Symposium, IChemE, UMIST, Manchester, 2004*.
- [146] Shaluf, I.M., Ahmadun, FR., Shariff, A.R., Technological disaster factors, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 16, pp. 513–521, 2003.
- [147] Øien, K., Utne, I.B., Herrera, I.A., Building Safety indicators: Part 1 – Theoretical foundation, *Safety Science*, Vol. 49, pp. 148–161, 2011.
- [148] HSE and CIA (Chemical Industries Association), *Developing process safety indicators: A step-by-step guide for chemical and major hazard industries*. Health and Safety Executive, 2006.

-
- [149] Øien, K., Utne, I.B., Tinmannsvik, R.K., Massaiu, S., Building Safety indicators: Part 2 – Application, practices and results, *Safety Science*, Vol. 49, pp. 162–171, 2011.
- [150] Dağdeviren, M., Yüksel, İ., Developing a fuzzy analytic hierarchy process (AHP) model for behavior-based safety management, *Information Sciences*, Vol. 178, pp. 1717–1733, 2008.
- [151] Berglund, M., Karlton, J., Human, technological and organizational aspects influencing the production scheduling process, 18th International Conference on Production Research, Special session on “Human and Organizational Factors in Industrial Planning and Scheduling – HOPS”, Salerno, Italy, 2005.
- [152] Mearns, K., Flin, R., Gordon, R., Fleming, M., Human and organizational factors in offshore safety, *Work & Stress*, Vol. 15, pp. 144–160, 2001.
- [153] Cacciabue P.C., Human factors impact on risk analysis of complex systems, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 71, pp. 101–116, 2000.
- [154] Wanga, Y.F., Roohia, S.F., Hua, X.M., Xie, M., Investigations of Human and Organizational Factors in hazardous vapor accidents, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 191, pp. 69–82, 2011.
- [155] Daniellou, F., Simard, M., Boissières, I., Human and organizational factors of safety: a state of the art, Number 2011-01 of the Cahiers de la Sécurité Industrielle, Foundation for an Industrial Safety Culture, Toulouse, France, 2011.
Доступно на: <http://www.FonCSI.org/en/cahiers/>.
- [156] Shrivastava, P., Technological and Organizational Roots of Industrial Crises: Lessons from Exxon Valdez and Bhopal, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 45, pp. 237–253, 1994.
- [157] Schönbeck, M., Rausand, M., Rouvroye, J., Human and organisational factors in the operational phase of safety instrumented systems: A new approach, *Safety Science*, Vol. 48, pp. 310–318, 2010.
- [158] Øien, K., A framework for the establishment of organiyational risk indicators, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 74, pp. 147–167, 2001.
- [159] Qifeng, N., Shiliang, S., Runqiu, L., Research and application of safety assessment method of gas explosion accident in coal mine based on GRA-ANP-FCE, *Procedia Engineering*, Vol. 45, pp. 106–111, 2012.
- [160] Yucel, G., Cebi, S., Hoegel, B., Ozok, A.F., A fuzzy risk assessment model for hospital information system implementation, *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, pp. 1211–1218, 2011.
- [161] Dulac, N., A Framework for Dynamic Safety and Risk Management Modeling in Complex Engineering Systems, PhD thesis, MIT, 2007
- [162] Sulzer-Azaroff, B., Austin, J., Does BBS work? Behavior-based safety and injury reduction: A survey of the evidence, *Professional Safety*, Vol. 45, pp. 19–24, 2000.
- [163] Sawacha, E., Naoum, S., Fong, D., Factors affecting safety performance on construction sites, *International Journal of Project Management*, Vol. 17, pp. 309–315, 1999.
-

-
- [164] Shirouyehzad, H., Khodadadi-Karimvand, M., Dabestani, R., Prioritizing Critical Success Factors Influencing Safety, Using TOPSIS, *International Journal of Business and Social Science*, Vol. 2, pp. 295–300, 2011.
- [165] Aksorn, T., Hadikusumo B.H.W., Critical success factors influencing safety program performance in Thai Construction projects, *Safety Science*, Vol. 46, pp. 709–727, 2008.
- [166] European Agency for Safety and Health at Work, New trends in accident prevention due to the changing world of work, 2002, доступно на: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/208>
- [167] Ware, J., A systematic analysis to identify, mitigate, quantify, and measure risk factors contributing to falls in nasa ground support operations, PhD thesis, Florida, 2009.
- [168] Zimmermann, H.J., *Fuzzy Set Theory and Its Applications*, Kluwer Nijhoff, Publishing Boston, 2001.
- [169] Beriha, G.S., Patnaik, B., Mahapatra, S.S., Padhee, S., Assessment of safety performance in Indian industries using fuzzy approach, *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, pp. 3311–3323, 2012.
- [170] Jalali Naieni, S.Gh.R., Makui, A., Ghousi, R., An Approach for Accident Forecasting Using Fuzzy Logic Rules: A Case Mining of Lift Truck Accident Forecasting in One of the Iranian Car Manufacturers, *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, Vol. 23, pp. 53-64, 2012.
- [171] Zheng, X., Liu, M., An overview of accident forecasting methodologies, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 22, pp. 484–491, 2009.
- [172] Dağdeviren, M., Yüksel, İ., Kurt, M., A fuzzy analytic network process (ANP) model to identify faulty behavior risk (FBR) in work system, *Safety Science*, Vol. 46, pp. 771–783, 2008.
- [173] Vargas, L.G., An overview of the Analytic hierarchy process and its applications, *European Journal of Operational Research*, Vol. 48 pp. 2–8, 1990.
- [174] Saaty, T.L., How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research*, Vol. 48 pp. 9–26, 1990.
- [175] Zahedi, F., The Analytic Hierarchy Process — A Survey of the Method and its Applications, *Interfaces*, Vol. 16, pp. 96–108, 1986.
- [176] Fiat Group WCM Development Center, WCM – Training material.
- [177] Yamashina H., WCM – Training material, presentation.
- [178] Massone, L., *World Class Manufacturing*, Manufacturing Academy, 2007.
- [179] Мачужић, И., Проактивни приступ у стратегији одржавања хидрауличких система, Докторска дисертација, Крагујевац, 2011.
- [180] Yamashina, H., Challenge to world-class manufacturing, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 17, pp. 132–143, 2000.
- [181] Wornack J.P., Jones D.T., Roos D., *The Machine That Changed The World*, Rawson Associates, Maxwell Macmillan International, 1990.
-

- [182] Saurin, T.A., Ferreira, C.F., The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 39, pp. 403–412, 2009.
- [183] Jackson, P.R., Mullarkey, S., Lean production teams and health in garment manufacture, *Journal of Occupational Health Psychology*, Vol. 5, pp. 231–245, 2000.
- [184] Hafez, R.B., *Lean Safety: Transforming your safety program with lean management*, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2010.
- [185] B11.TR7-2007, *Designing for Safety and Lean Manufacturing – A guide on integrating safety and lean manufacturing principles in the use of machinery*, American National Standards Institute, 2007
- [186] Тадић, Д., *Операциона истраживања у управљању производњом*, Универзитетски уџбеник, Машински факултет Крагујевац, 2009.
- [187] Ansoff, I., *Corporate Strategy*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1965.
- [188] Gore, W.J., Dyson, J.W., *The Making of Decision*, Free Press, 1964.
- [189] Conti, R., Angelis, J., Cooper, C., Faragher, B., Gill, C., The effects of lean production on worker job stress, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 26, pp. 1013–1038, 2006.
- [190] Reiman, T., Oedewald, P., Measuring maintenance culture and maintenance core task with Culture questionnaire – a case study in the power industry, *Safety Science*, Vol. 42, pp. 859–889. 2004.
- [191] International Atomic Energy Agency (IAEA), *Safety Cultures (Safety Series No. 75-INSAG-4)*, A Report by the International Nuclear Safety Advisory Group, Vienna, 1991.
- [192] Edwards, J.R.D., Davey, J., Armstrong, K., Returning to the roots of culture: A review and re-conceptualisation of safety culture, *Safety Science*, Vol. 55, pp. 70–80, 2013.
- [193] Guldenmund, F.W., The nature of safety culture: a review of theory and research, *Safety Science*, Vol.34, pp. 215–257, 2000.
- [194] He, A., Xu, S., Fu, G., Study on the Basic Problems of Safety Culture, *Procedia Engineering*, Vol. 43, pp. 245–249, 2012.
- [195] Shrivastava, P., Mitroff, I., Miller, D., Miglani, A., Understanding industrial crises, *Journal of Management Studies*. Vol. 25, pp. 285–303, 1988.
- [196] Ђапан, М., *Развој методологије за процену ризика при променљивим условима радне околине*, Дипломски рад, Машински факултет у Крагујевцу, Универзитет у Крагујевцу, 2008.
- [197] Европска агенција за безбедност и здравље на раду
(урл: <https://osha.europa.eu>)
- [198] Извршно тело за безбедност и здравље Велике Британије
(урл: <http://www.hse.gov.uk>)
- [199] Директорат за безбедност и здравље на раду САД-а
(урл: <https://www.osha.gov>)

-
- [200] Stranks, J., Health & Safety Handbook - a practical guide to health and safety law, management policies and procedures, Kogan Page Limited, United Kingdom 2006, ISBN 0 7494 4392 8
- [201] HSE – Health and Safety Executive, Five steps to risk assessment - INDG163 (rev3), (урл: www.hse.gov.uk/pubns/indg163.pdf)
- [202] Европска агенција за безбедност и здравље на раду, Risk Assessment Tool, 2006, (урл: <http://hwi.osha.europa.eu>)
- [203] DJapan, M., Tadic, D., Macuzic, I., Jeremic, B., Giagloglou, E., A New Model for Evaluation of Safety Grade of Indicators based on a Fuzzy Logic, Chemical Engineering Transaction – Selected papers of Prognostics and System Health Management Conference PHM 2013, Vol. 33, pp. 463-468, 2013
- [204] Staples Advantage, Putting Employee Safety First Can Improve Your Bottom Line, White Paper, 2013
- [205] Bhagwati, K., Managing Safety - A Guide for Executives, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006.
- [206] Bischoff, H.J., Risk Profiles in Modern Work Life, У оквиру Hans-Jürgen Bischoff Risks in Modern Society – Topics in Safety, Risk, Reliability and Quality, Springer, 2008.
- [207] International Civil Aviation Organization, Safety Management Manual (SMM) Doc 9859 AN/474 – 3rd edition, 2012.
- [208] Reason, J., Managing the risks of organizational accidents, Ashgate Publishing Limited, 1997.
- [209] Европска агенција за безбедност и здравље на раду, Risk assessment essentials, (урл: https://osha.europa.eu/en/publications/promotional_material/rat2007)
- [210] McDonald, D., Practical Machinery Safety, Elsevier, ISBN 0-7506-6270-0, 2004.
- [211] Heinrich, H.W., Industrial accident investigation – A Scientific Approach, McGraw-Hill Book Company, New York and London, 1941.
- [212] Zhou, Y., Bo, J., Wei, T., A Review of Current Prognostics and hHealth Management System Related Standards, Chemical Engineering Transactions, Vol. 33, pp. 277-282, DOI: 10.3303/CET1333047
- [213] Sheppard, J.W., Wilmering, T.J., Recent Advances in IEEE Standards for Diagnosis and Diagnostic Maturation[C]. IEEE Aerospace Conference, 2006 , Big Sky.
- [214] John W. Sheppard, Mark A. Kaufman, Timothy J. Wilmering. IEEE Standards for Prognostics and Health Management[C]. IEEE AUTOTESTCON 2008.
- [215] Међународни стандард ISO 13381-1:2004, Condition monitoring and diagnostics of machines – Prognostics -, Part 1: General guidelines
- [216] Tobon-Meijia, D.A., Medjaher, K., Zerhouni, N., The ISO 13381-1 Standard's Failure Prognostics Process Through an Example, IEEE Prognostics & System Health Management Conference, PHM 2010, Macao, China, 2010.
- [217] Apostolakis, G.E., How useful is quantitative risk assessment? RiskAnalysis, Vol. 24, pp. 515–520, 2004.
-

-
- [218] Watson, S.R., The meaning of probability in probabilistic safety analysis, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 45, pp. 261-269, 1994.
- [219] Östberg, G., On the meaning of probability in the context of probabilistic safety assessment. *Reliability Engineering and System Safety* Vol. 23, pp. 305–308, 1988.
- [220] Parry, G.W., On the meaning of probability in probabilistic safety assessment. *Reliability Engineering & System Safety* Vol. 23, pp. 309–314, 1988.
- [221] Kaplan, S, Will the real probability please stand up? *Reliability Engineering & System Safety* Vol. 23, pp. 285–292, 1988.
- [222] Apostolakis, G.E., The interpretation of probability in probabilistic safety assessments. *Reliability Engineering & System Safety* Vol. 23, pp. 247–252, 1988.
- [223] Martz, H.F., Waller, R.A., On the meaning of probability. *Reliability Engineering & System Safety* Vol. 23, pp. 299–304, 1988.
- [224] Aven, T., Reniers, G., How to define and interpret a probability in a risk and safety setting, *Safety Science* Vol. 51, pp. 223-231, 2013.
- [225] MathWorks, Matlab, (урл: <http://www.mathworks.com/>)
- [226] Shikdar, A.A., Sawaqed, N.M., Worker productivity, and occupational health and safety issues in selected countries, *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 45, pp. 563-572, 2003.
- [227] Antes, M.K., Miri, M.F., Flamberg, S.A., Selection and Design of Cost-Effective Risk Reduction Systems, *Process Safety Progress*, Vol. 20, pp. 197-203, 2001.
- [228] Caputo, A.C., Pelagagge, P.M., Palumbo, M, Economic optimization of industrial safety measures using genetic algorithms, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 24, pp. 541-551, 2011.
- [229] Jongejan, R.B., Vrijling, J.K., The optimization of system safety: Rationality, insurance and optimal protection, *У оквиру Martorell, S., Soares, C.G., Barnett, J., Safety, Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods and Applications*, Taylor & Francis Group, London, 2009.
- [230] Caputo, A.C., Pelagagge, P.M., Salini, P., A multicriteria knapsack approach to economic optimization of industrial safety measures, *Safety Science*, Vol. 51, pp. 354-360, 2013.
- [231] Lee J., Ni J., Djurdjanovic D., Qiu H., Liao H., Intelligent prognostic tools and e-maintenance, *Computers in Industry* Vol. 57, pp. 476-489, 2006.
- [232] Milojević, S.I., Guberinić, V.R., Stohastički model prognoze potražnje rezervnih delova, *Vojnotehnički glasnik/Military technical courier*, Vol. LX, 2012.
- [233] Bass, M.S., Kwakernaak, H., Rating and Ranking of Multiple-aspect Alternatives using fuzzy sets, *Automatica*, Vol. 3, pp. 47–58, 1977.
- [234] Dubois, D., Prade, H., Decision-making under Fuzziness, *У оквиру Yager, R.R., In Advances in Fuzzy Set Theory and Applications*, North-Holland, pp. 279-302. 1979.
- [235] Dubois, D., Prade, H., *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*, Academic press, Inc., 1980.
-

-
- [236] Zadeh, L.A., The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning, *Information Sciences*, Vol. 8, pp. 199–249, 1975.
- [237] Kahraman, C., Introduction: Fuzzy theory and technology, *Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, Vol. 15, pp. 103-105, 2009.
- [238] Kaharaman, C., Ruan, D., Doğan, I., Fuzzy group decision making for facility selection, *Information Sciences*, Vol. 157, pp. 135-153, 2003.
- [239] Kaur, P., Chakraborty, S., A new approach to vendor selection problem with impact factor as an indirect measure of quality, *Journal of Modern Mathematics and Statistics*, Vol. 1, pp. 1-8, 2007.
- [240] Klir, G., Yuan, B., *Fuzzy sets and fuzzy logic, theory and applications*, Prentice Hall, New Jersey, 1995.
- [241] Klir, G.J., Folger, T.A., *Fuzzy Sets, Uncertainty and Informations*, Prentice-Hall, New Jersey, 1988.
- [242] Chang, D.Y., Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, Vol. 95, pp. 649-655, 1996.
- [243] Hicks, A., Theis, T., Residential energy-efficient lighting adoption survey. *Energy Efficiency*, DOI 10.1007/s12053-013-9226-6, 2013.
- [244] Chan, S.T.F., Kumar, N., *Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach*, *International Journal of Production Research*, Vol. 46, pp. 417-431, 2007.
- [245] Xi, X., Qin, Q., *Product quality evaluation system based on AHP fuzzy comprehensive evaluation*, *Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol. 6, pp.356-366, 2013.
- [246] Gumus, T.A., *Evaluation of hazardous waste transportation firms using a two step fuzzy AHP and TOPSIS methodology*, *Expert systems with Applications*, Vol. 36, pp.4067-4074, 2009.
- [247] Tadić, D., Gumus, T.A., Arsovski, S., Aleksić, A., Stefanović, M., *An evaluation of quality goals by using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodology*, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, Vol. 25, pp. 547-556, 2013.

ДОДАТАК 1

Основне дефиниције и правила примене фази скупова

Фази скупови су представљени својом функцијом припадности чији параметри су облик, гранулација и локација. Одређивање облика функције припадности зависи од проблема који се разматра, субјективног уверења доносиоца одлука, њиховог знања и искуства о разматраном проблему, података из литературе и др. Међутим, субјективност у одређивању функције припадности је најслабија тачка у теорији фази скупова. У литератури се најчешће користе троугаони облик функције расподеле могућности који нуди добар компромис између дескриптивне моћи и сложености рачунања. У овој докторској дисертацији коришћени су троугаони фази бројеви. Фази скупови вишег реда немају значајну улогу у моделирању лингвистичких варијабли које егзистирају у реалним менаџмент проблемима [240]. Гранулација се дефинише као број фази бројева којима се моделирају третиране лингвистичке променљиве. У [22] је предложено да се користи највише седам категорија фази бројева. Оваква подела категоризације почива на истраживању психолога да човек може истовремено да перципира највише седам различитих појмова.

Домен фази скупова може се дефинисати на различитим мерним скалама. Врло често се користи стандардна или Сатијева скала мера која је дефинисана на скупу реалних бројева у интервалу [1-9]. Вредност 1 означава најмању вредност лингвистичке променљиве, а вредност 9 највећу вредност лингвистичке променљиве. Осим ове скале врло често се користи скала која је дефинисана на скупу реалних бројева на интервалу [0-1], или "школска" скала која је дефинисана на интервалу [1-5]. Вредности на овим скалама се исто тумаче као и на стандардној скали мера [174]. Надаље, представљене су основне дефиниције фази скупова [168] [234] [241].

Дефиниција 1.

Неизвесност подразумева да у одређеној ситуацији особа не располаже релевантним информацијама како да опише, пропише или предвиди карактеристике система користећи прецизне бројеве [168].

Дефиниција 2.

Лингвистичка променљива је променљива чије вредности су исказане лингвистичким терминима.

Дефиниција 3.

Формално фази скуп \tilde{A} се дефинише као скуп уређених парова:

$$\tilde{A} = \left\{ x, \mu_{\tilde{A}}(x) \mid x \in X, 0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) \leq 1 \right\}$$

где је фази скуп \tilde{A} дефинисан на универзалном скупу $X \in R$. У општем случају скуп X може да буде коначан или бесконачан. Функција припадности фази скупу \tilde{A} је означена као $\mu_{\tilde{A}}(x)$.

Дефиниција 4.

Фази број \tilde{A} је конвексан нормализован фази скуп \tilde{A} дефинисан на скупу реалних бројева R тако да: (1) постоји тачно једно $x_0 \in R$ за које је $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 1$ и (2) $\mu_{\tilde{A}}(x)$ је непрекидна функција за све остале вредности $x_0 \in R$.

Дефиниција 5.

Фази број \tilde{A} је троугаони фази број дефинисан на скупу реалних бројева R ако је његова функција припадности $\mu_{\tilde{A}}(x): R \rightarrow [0,1]$ једнака:

$$\left. \begin{array}{ll} \frac{x-l}{m-l} & x \in [l,m] \\ \frac{x-u}{m-u} & x \in [m,u] \\ 0 & \text{у осталим} \\ & \text{случајевима} \end{array} \right\}$$

где је $l \leq m \leq u$ и да је домен фази скупа дефинисан на универзалном скупу X , при чему са l означена горња гранична вредност, са u доња гранична вредност и са m модална вредност.

Троугаони фази број може да се означи као (l, m, u) . Домен је дефинисан на скупу X чији су елементи $\{x \in R \mid l < x < u\}$. Уколико се догоди случај да је $l=m=u$, то је не фази број.

Дефиниција 6.

Операције на фази скуповима су засноване на теоремама дефинисане у [235]. Разматрајмо два фази броја $\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x)\}$ и $\tilde{B} = \{y, \mu_{\tilde{B}}(y)\}$. Функције припадности разматраних фази бројева су непрекидне и њихове вредности припадају интервалу од нула до један. Нека је са $*$ означена операција са фази бројевима. Тада је $\tilde{A} * \tilde{B}$ такође фази број који је означен као $\tilde{C} = \tilde{A} * \tilde{B}$ тако да $\tilde{C} = \{z, \mu_{\tilde{C}}(z)\}$. Вредности у домену фази

скупа \tilde{C} , могу да се израчунају као $z=x*y$ и $\mu_{\tilde{C}}(z) = \sup_{z=x*y} \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y))$.

Разматрајмо два троугаона фази броја $\tilde{A} = (l_1, m_1, u_1)$ и $\tilde{B} = (l_2, m_2, u_2)$. Операције над троугаоним фази бројевима приказане су следећим исказима:

1. $(l_1, m_1, u_1) + (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$
2. $(l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2)$
3. $(l_1, m_1, u_1) : (l_2, m_2, u_2) = (l_1 : u_2, m_1 : m_2, u_1 : l_2)$
4. $\lambda \cdot (l_1, m_1, u_1) = (\lambda \cdot l_1, \lambda \cdot m_1, \lambda \cdot u_1)$
5. $(\lambda, \lambda, \lambda) + (l_1, m_1, u_1) = (\lambda + l_1, \lambda + m_1, \lambda + u_1)$
6. $(l_1, m_1, u_1)^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right)$

Дефиниција 7.

Дефазификација је операција која одређује скаларну или јасну вредност која је најбољи представник фази скупа.

ДОДАТАК 2

Математичка основа методе за поређење фази бројева

Одређивање мере веровања да је један фази број већи од свих осталих је надаље приказана [233], [234]

Нека су \tilde{A} и \tilde{B} два фази броја чији домени су дефинисани на скупу реалних R на следећи начин:

$$\tilde{A} = (x; l_1, m_1, u_1) \quad (4.3)$$

$$\tilde{B} = (y; l_2, m_2, u_2) \quad (4.4)$$

где су l_1, l_2 најмања и u_1, u_2 највећа вредност у доменима, а m_1, m_2 су модалне вредности фази бројева \tilde{A} и \tilde{B} , респективно.

Нека важи:

$$m_2 < m_1, l_1 < l_2, u_1 < u_2 \quad (4.5)$$

Мера веровања да је фази број \tilde{A} већи или једнак фази броју \tilde{B} је означена као $Bel(\tilde{A} \geq \tilde{B})$. Уколико $m_1 > m_2$ онда следи да је $Bel(\tilde{A} \geq \tilde{B}) = 1$. Мера веровања да је фази број \tilde{B} већи или једнак фази броју \tilde{A} , $Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A})$, може се израчунати на следећи начин:

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) = \sup_{x \geq y} \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)) \quad (4.6)$$

$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A})$ је једнако ординати тачке пресека фази бројева \tilde{A} и \tilde{B} .

Када су \tilde{A} и \tilde{B} троугаони фази бројеви тада се мера веровања рачуна према изразу:

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \quad (4.7)$$

Мера веровања да је фази број \tilde{A} већи или једнак од K фази бројева $\tilde{B}_1, \dots, \tilde{B}_k, \dots, \tilde{B}_K$ [233], [234] може да се одреди на основу процедуре која је надаље приказана:

$$Bel\left(\tilde{A} \geq \left(\tilde{B}_1, \dots, \tilde{B}_k, \dots, \tilde{B}_K\right)\right) = \quad (4.8)$$

$$\sup_{\substack{t \geq t_1 \\ \dots \\ t \geq t_k \\ \dots \\ t \geq t_K}} \min \left(\mu_{\tilde{A}}(t), \mu_{\tilde{B}_1}(t_1), \dots, \mu_{\tilde{B}_k}(t_k), \dots, \mu_{\tilde{B}_K}(t_K) \right) =$$

$$\text{Bel} \left(\left(\tilde{A} \geq \tilde{B}_1 \right) \text{ and } \left(\tilde{A} \geq \tilde{B}_2 \right), \dots, \left(\tilde{A} \geq \tilde{B}_K \right) \right) =$$

$$\min_{k=1, \dots, K} \text{Bel} \left(\tilde{A} \geq \tilde{B}_k \right)$$

| | Површине у околини радног места Средства унутрашњег транспорта Покретни делови машина и опреме Делови са оштрим и опасним површ. Површине са високим или ниским темп. Радно место на висини Коришћење ручног алата Судови и инсталације под притиском Електроинсталација и електро опрема Опасности од пожара Опасност од експлозије Хемијске штет. и прашина у ваздуху Опасне материје на радном месту Повишен ниво буке Повишене вибрације (рука или тело) Неадекватно осветљење Штетна зрачења ЕМ поље на радном месту Неповољни микроклиматски услови Неповољни климатски услови Ручна манипулација теретом Неповољни ергономски услови Билошке штетности Појачани стрес, насиље, притисак Физички и психофизички напори | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| ЉФ1.1 | Р ₃ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₅ | Р ₂ | |
| ЉФ1.2 | Р ₅ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₂ | |
| ЉФ1.3 | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₃ | |
| ЉФ1.4 | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₃ | |
| ЉФ1.5 | Р ₂ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₃ | |
| ОФ2.1 | Р ₅ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₆ | |
| ОФ2.2 | Р ₄ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₆ | |
| ОФ2.3 | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₅ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₆ | Р ₆ | |
| ОФ2.4 | Р ₅ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₆ | |
| ОФ2.5 | Р ₄ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₅ | |
| ТФ3.1 | Р ₂ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | |
| ТФ3.2 | Р ₂ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₃ | |
| ТФ3.3 | Р ₂ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₃ | |
| ТФ3.4 | Р ₂ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | |
| ТФ3.5 | Р ₃ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | |

| | Површине у околини радног места Средства унутрашњег транспорта Покретни делови машина и опреме Делови са оштрим и опасним површ. Површине са високим или ниским темп. Радно место на висини Коришћење ручног алата Судови и инсталације под притиском Електроинсталација и електро опрема Опасности од пожара Опасност од експлозије Хемијске штет. и прашина у ваздуху Опасне материје на радном месту Повишен ниво буке Повишене вибрације (рука или тело) Неадекватно осветљење Штетна зрачења ЕМ поље на радном месту Неповољни микроклиматски услови Неповољни климатски услови Ручна манипулација теретом Неповољни ергономски услови Билошке штетности Појачани стрес, насиље, притисак Физички и психофизички напори | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| ЉФ1.1 | Р ₄ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₆ | Р ₆ | |
| ЉФ1.2 | Р ₇ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₂ | |
| ЉФ1.3 | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₂ | |
| ЉФ1.4 | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₄ | |
| ЉФ1.5 | Р ₁ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₅ | |
| ОФ2.1 | Р ₆ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₇ | |
| ОФ2.2 | Р ₅ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₄ | |
| ОФ2.3 | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | |
| ОФ2.4 | Р ₃ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₄ | |
| ОФ2.5 | Р ₇ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₅ | |
| ТФ3.1 | Р ₁ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | |
| ТФ3.2 | Р ₃ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₅ | |
| ТФ3.3 | Р ₇ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₄ | |
| ТФ3.4 | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₁ | Р ₃ | |
| ТФ3.5 | Р ₂ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₂ | |

| | Површине у околини радног места | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Површине у околини радног места | Р ₃ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₆ |
| Средства унутрашњег транспорта | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₁ |
| Покретни делови машина и опреме | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₁ |
| Делови са оштрим и опасним површ. | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₃ |
| Површине са високим или ниским темп. | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₇ | Р ₃ |
| Радно место на висини | Р ₃ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₄ | Р ₅ |
| Коришћење ручног алата | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₁ |
| Судови и инсталације под притиском | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₂ |
| Електроинсталација и електро опрема | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₂ |
| Опасности од пожара | Р ₃ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₁ |
| Опасност од експлозије | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₂ |
| Хемијске штет. и прашина у ваздуху | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₂ |
| Опасне материје на радном месту | Р ₁ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ |
| Повишен ниво буке | Р ₃ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₁ |
| Повишене вибрације (рука или тело) | Р ₁ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₆ |
| Неадекватно осветљење | Р ₇ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ |
| Штетна зрачења | Р ₁ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₆ |
| ЕМ поље на радном месту | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₂ |
| Неповољни микроклиматски услови | Р ₁ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₆ |
| Неповољни климатски услови | Р ₁ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₂ |
| Ручна манипулација теретом | Р ₇ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ |
| Неповољни ергономски услови | Р ₆ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₂ |
| Билошке штетности | Р ₁ | Р ₃ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ |
| Појачани стрес, насиље, притисак | Р ₇ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₂ |
| Физички и психофизички напори | Р ₃ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₁ |

| | Површине у околини радног места | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Површине у околини радног места | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₁ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₁ |
| Средства унутрашњег транспорта | Р ₄ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₂ |
| Покретни делови машина и опреме | Р ₃ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₆ | Р ₃ | Р ₃ |
| Делови са оштрим и опасним површ. | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₅ | Р ₁ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₅ |
| Површине са високим или ниским темп. | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ |
| Радно место на висини | Р ₆ | Р ₇ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₄ | Р ₆ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₂ |
| Коришћење ручног алата | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ |
| Судови и инсталације под притиском | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₂ |
| Електроинсталација и електро опрема | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₇ | Р ₂ | Р ₂ |
| Опасности од пожара | Р ₃ | Р ₃ | Р ₂ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₅ | Р ₂ | Р ₁ |
| Опасност од експлозије | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₃ | Р ₅ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₁ | Р ₂ | Р ₃ | Р ₁ | Р ₄ | Р ₇ | Р ₇ | Р ₁ | Р ₃ | Р ₂ |
| Хемијске штет. и прашина у ваздуху | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₄ | Р ₅ | Р ₆ | Р ₆ | Р ₆ | Р _{6</} | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | Површине у околини радног места | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
| | Средства унутрашњег транспорта | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Покретни делови машина и опреме | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Делови са оштрим и опасним површ. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Површине са високим или ниским темп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Радно место на висини | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Коришћење ручног алата | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Судови и инсталације под притиском | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Електронинсталација и електро опрема | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Опасности од пожара | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Опасност од експлозије | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Хемијске штет. и прашина у ваздуху | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Опасне материје на радном месту | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Повишен ниво буке | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Повишене вибрације (рука или тело) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Неадекватно осветљење | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Штетна зрачења | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ЕМ поље на радном месту | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Неповољни микроклиматски услови | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Неповољни климатски услови | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ручна манипулација теретом | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Неповољни ергономски услови | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Билошке штетности | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Појачани стрес, насиље, притисак | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Физички и психофизички напори | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ЉФ1.1 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 |
| ЉФ1.2 | R4 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 |
| ЉФ1.3 | R4 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 |
| ЉФ1.4 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 |
| ЉФ1.5 | R5 | R4 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 |
| ОФ2.1 | R2 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 |
| ОФ2.2 | R2 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 |
| ОФ2.3 | R5 | R6 | R5 | R4 | R5 | R5 | R3 | R5 | R5 | R3 | R5 | R5 | R5 | R4 | R4 | R5 | R6 | R6 | R6 | R5 | R5 | R6 | R6 | R6 | R6 | R5 |
| ОФ2.4 | R5 | R4 | R5 | R5 | R6 | R6 | R6 | R4 | R3 | R1 | R1 | R1 | R1 | R1 | R1 | R1 | R1 | R1 | R1 | R5 | R5 | R6 | R6 | R6 | R6 | R5 |
| ОФ2.5 | R5 | R5 | R6 | R6 | R5 | R6 | R4 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R6 | R6 | R5 | R5 | R6 | R7 | R7 | R6 | R6 | R7 | R6 | R7 | R4 | R5 |
| ТФ3.1 | R3 | R3 | R4 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R7 | R7 | R7 | R7 | R2 | R6 | R6 | R6 | R6 | R5 | R5 | R6 | R6 | R5 |
| ТФ3.2 | R3 | R4 | R4 | R5 | R5 | R2 | R1 | R4 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R6 | R6 | R4 | R5 | R5 | R5 | R6 | R5 | R5 | R5 | R6 | R6 |
| ТФ3.3 | R2 | R3 | R6 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R6 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R1 | R7 | R7 | R6 | R5 | R6 | R5 | R6 | R6 | R5 | R4 |
| ТФ3.4 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R7 | R7 | R7 | R5 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R5 | R6 | R6 | R5 | R5 |
| ТФ3.5 | R1 | R1 | R4 | R3 | R6 | R6 | R7 | R2 | R5 | R1 | R1 | R1 | R1 | R5 | R5 | R2 | R7 | R6 | R7 | R7 | R6 | R5 | R7 | R5 | R4 | R4 |

| | Површине у околини радног места | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
| | Средства унутрашњег транспорта | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Покретни делови машина и опреме | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Делови са оштрим и опасним површ. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Површине са високим или ниским темп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Радно место на висини | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Коришћење ручног алата | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Судови и инсталације под притиском | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Електронинсталација и електро опрема | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Опасности од пожара | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Опасност од експлозије | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Хемијске штет. и прашина у ваздуху | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Опасне материје на радном месту | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Повишен ниво буке | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Повишене вибрације (рука или тело) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Неадекватно осветљење | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Штетна зрачења | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ЕМ поље на радном месту | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Неповољни микроклиматски услови | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Неповољни климатски услови | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ручна манипулација теретом | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Неповољни ергономски услови | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Билошке штетности | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Појачани стрес, насиље, притисак | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Физички и психофизички напори | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ЉФ1.1 | R1 | R1 | R2 | R2 | R2 | R5 | R3 | R2 | R2 | R2 | R2 | R1 | R2 | R4 | R5 | R3 | R2 | R1 | R3 | R3 | R3 | R3 | R2 | R6 | R5 | R5 |
| ЉФ1.2 | R3 | R2 | R3 | R3 | R4 | R5 | R3 | R3 | R3 | R3 | R2 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R1 | R2 | R4 | R4 | R3 | R4 | R4 | R4 |
| ЉФ1.3 | R2 | R5 | R4 | R4 | R5 | R5 | R6 | R4 | R4 | R5 | R5 | R4 | R5 | R1 | R4 | R1 | R5 | R4 | R2 | R1 | R6 | R4 | R5 | R2 | R3 | R3 |
| ЉФ1.4 | R4 | R4 | R5 | R5 | R3 | R3 | R4 | R2 | R2 | R4 | R4 | R5 | R2 | R1 | R2 | R5 | R4 | R2 | R3 | R5 | R4 | R2 | R2 | R3 | R1 | R1 |
| ЉФ1.5 | R3 | R3 | R1 | R1 | R1 | R2 | R2 | R1 | R1 | R1 | R1 | R2 | R1 | R2 | R1 | R4 | R1 | R2 | R4 | R4 | R2 | R2 | R2 | R5 | R2 | R2 |
| ОФ2.1 | R3 | R2 | R1 | R2 | R1 | R2 | R1 | R1 | R1 | R2 | R1 | R3 | R1 | R1 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R5 | R1 | R5 | R4 | R4 |
| ОФ2.2 | R1 | R4 | R4 | R1 | R2 | R4 | R2 | R3 | R2 | R3 | R2 | R4 | R2 | R4 | R4 | R5 | R4 | R3 | R4 | R5 | R6 | R3 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| ОФ2.3 | R3 | R3 | R5 | R4 | R4 | R5 | R4 | R4 | R3 | R4 | R3 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | R3 | R1 | R2 | R2 | R1 | R4 | R6 | R2 | R2 | R2 |
| ОФ2.4 | R1 | R1 | R3 | R4 | R4 | R5 | R2 | R2 | R2 | R1 | R2 | R1 | R2 | R1 | R5 | R3 | R2 | R1 | R2 | R2 | R4 | R6 | R2 | R2 | R6 | R6 |
| ОФ2.5 | R2 | R5 | R2 | R3 | R5 | R6 | R3 | R5 | R4 | R5 | R4 | R5 | R4 | R2 | R2 | R1 | R5 | R4 | R5 | R3 | R4 | R4 | R4 | R4 | R3 | R3 |
| ТФ3.1 | R2 | R4 | R6 | R3 | R3 | R3 | R5 | R6 | R5 | R3 | R5 | R5 | R4 | R6 | R6 | R4 | R4 | R5 | R5 | R4 | R2 | R4 | R2 | R2 | R5 | R5 |
| ТФ3.2 | R3 | R3 | R4 | R2 | R2 | R2 | R1 | R4 | R2 | R4 | R2 | R2 | R2 | R2 | R2 | R4 | R5 | R3 | R4 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R4 | R4 |
| ТФ3.3 | R5 | R2 | R2 | R5 | R4 | R4 | R2 | R3 | R3 | R2 | R4 | R6 | R5 | R3 | R2 | R2 | R4 | R3 | R2 | R2 | R4 | R2 | R5 | R2 | R2 | R2 |
| ТФ3.4 | R2 | R5 | R5 | R2 | R3 | R5 | R3 | R5 | R5 | R5 | R3 | R4 | R3 | R5 | R5 | R3 | R2 | R2 | R2 | R4 | R3 | R1 | R4 | R3 | R3 | R3 |
| ТФ3.5 | R4 | R1 | R3 | R4 | R5 | R4 | R6 | R2 | R3 | R2 | R3 | R5 | R4 | R4 | R4 | R1 | R1 | R2 | R3 | R2 | R4 | R2 | R5 | R2 | R2 | R2 |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------|-------|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Површине у околини радног места | | | | | Средства унутрашњег транспорта | | | | | Покретни делови машина и опреме | | | | | Делови са оштрим и опасним површ. | | | | | Површине са високим или ниским темп. | | | | | Радно место на висини | | | | | Коришћење ручног алата | | | | | Судови и инсталације под притиском | | | | | Електронинсталација и електро опрема | | | | | Опасности од пожара | | | | | Опасност од експлозије | | | | | Хемијске штет. и прашина у ваздуху | | | | | Опасне материје на радном месту | | | | | Повишен ниво буке | | | | | Повишене вибрације (рука или тело) | | | | | Неадекватно осветљење | | | | | Штетна зрачења | | | | | ЕМ поље на радном месту | | | | | Неповољни микроклиматски услови | | | | | Неповољни климатски услови | | | | | Ручна манипулација теретом | | | | | Неповољни ергономски услови | | | | | Билошке штетности | | | | | Појачани стрес, насиље, притисак | | | | | Физички и психифизички напори | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ЉФ1.1 | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₆ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₆ | ЉФ1.2 | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | ЉФ1.3 | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | ЉФ1.4 | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | ЉФ1.5 | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | ОФ2.1 | R ₃ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₆ | R ₁ | R ₇ | R ₇ | ОФ2.2 | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₆ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₂ | R ₅ | R ₂ | R ₆ | ОФ2.3 | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | ОФ2.4 | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₁ | R ₁ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₂ | R ₃ | R ₆ | ОФ2.5 | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ |
| ЉФ1.2 | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | ЉФ1.3 | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | ЉФ1.4 | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | ЉФ1.5 | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | ОФ2.1 | R ₃ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₆ | R ₁ | R ₇ | R ₇ | ОФ2.2 | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₆ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₂ | R ₅ | R ₂ | R ₆ | ОФ2.3 | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | ОФ2.4 | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₁ | R ₁ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₂ | R ₃ | R ₆ | ОФ2.5 | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ЉФ1.3 | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₃ | R ₃ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | ЉФ1.4 | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | ЉФ1.5 | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | ОФ2.1 | R ₃ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₆ | R ₁ | R ₇ | R ₇ | ОФ2.2 | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₆ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₂ | R ₅ | R ₂ | R ₆ | ОФ2.3 | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | ОФ2.4 | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₁ | R ₁ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₂ | R ₃ | R ₆ | ОФ2.5 | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ЉФ1.4 | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | ЉФ1.5 | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | ОФ2.1 | R ₃ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₆ | R ₁ | R ₇ | R ₇ | ОФ2.2 | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₆ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₂ | R ₅ | R ₂ | R ₆ | ОФ2.3 | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | ОФ2.4 | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₁ | R ₁ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₂ | R ₃ | R ₆ | ОФ2.5 | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ЉФ1.5 | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | ОФ2.1 | R ₃ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₆ | R ₁ | R ₇ | R ₇ | ОФ2.2 | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₆ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₂ | R ₅ | R ₂ | R ₆ | ОФ2.3 | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | ОФ2.4 | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₁ | R ₁ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₂ | R ₃ | R ₆ | ОФ2.5 | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОФ2.1 | R ₃ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₅ | R ₆ | R ₁ | R ₇ | R ₇ | ОФ2.2 | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₆ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₂ | R ₅ | R ₂ | R ₆ | ОФ2.3 | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | ОФ2.4 | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₁ | R ₁ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₂ | R ₃ | R ₆ | ОФ2.5 | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОФ2.2 | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₇ | R ₆ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₂ | R ₄ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₂ | R ₅ | R ₂ | R ₆ | ОФ2.3 | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | ОФ2.4 | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₁ | R ₁ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₂ | R ₃ | R ₆ | ОФ2.5 | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОФ2.3 | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₃ | R ₄ | R ₆ | R ₄ | R ₅ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | ОФ2.4 | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₁ | R ₁ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₂ | R ₃ | R ₆ | ОФ2.5 | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОФ2.4 | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₁ | R ₁ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₂ | R ₃ | R ₆ | ОФ2.5 | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОФ2.5 | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₇ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ТФ3.1 | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₁ | R ₆ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₇ | R ₆ | R ₇ | R ₇ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ТФ3.2 | R ₁ | R ₅ | R ₅ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₂ | R ₁ | R ₅ | R ₂ | R ₁ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ТФ3.3 | R ₁ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₅ | R ₆ | R ₅ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₄ | R ₇ | R ₇ | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₇ | R ₅ | R ₁ | R ₂ | R ₁ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ТФ3.4 | R ₇ | R ₂ | R ₂ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₄ | R ₆ | R ₆ | R ₅ | R ₆ | R ₄ | R ₆ | R ₁ | R ₁ | R ₁ | R ₇ | R ₁ | R ₁ | ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ТФ3.5 | R ₃ | R ₁ | R ₂ | R ₅ | R ₄ | R ₄ | R ₅ | R ₃ | R ₃ | R ₂ | R ₂ | R ₆ | R ₄ | R ₃ | R ₁ | R ₁ | R ₃ | R ₁ | R ₃ | R ₆ | R ₃ | R ₅ | R ₅ | R ₃ | R ₁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |