

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Информатика у инжењерству

Предмет: Организација производње и операциона истраживања

Број индекса: 331/2010

Марија С. Захар Ђорђевић

**Нов фази експертски систем за управљање
безбедношћу процеса и производа у ланцу
исхране
мастер рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. **др Данијела Тадић, ван. проф.**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да

Препоручена литература:

[1] Zimmermann, H.J. (1996). *Fuzzy set Theory and its applications*. Boston

[2] Dubois, D., Prade, H. (1979). Decision-making under fuzziness, *Advances in Fuzzy Set Theory and Applications*, 279-302

[3] Полишчук, Ј. (2004). *Експертни системи*. Подгорица: Електротехнички факултет

...

Крагујевац, 2012.

ментор:

Др Данијела Тадић, ван. проф.

РЕЗИМЕ

Безбедност хране у свим прехранбеним гранама индустрије добија све већи значај, не само због законских обавеза и новчаних казни због непоштовања истих, већ и због озбиљних финансијских последица које могу бити резултат смањења потражње, или чак потпуног бојкота производа одређеног произвођача, уколико се установи да је својим производом довео у питање здравље потрошача. Стандарди су постали неопходни због значајног пораста болести које су изазване зараженом храном, како у развијеним земљама, тако и у земљама у развоју. Осим ризика по здравље, болести изазване поквареном храном могу значајно повећати економске трошкове укључујући медицинске третмане, одсуство са посла, исплату осигурања и законску компензацију. Као резултат тога, неколико земаља је развило националне стандарде за снабдевање безбедном храном, а поједине компаније и групе у области производње хране су развиле своје стандарде или програме за контролу својих снабдевача. У овом раду разматра се проблем одређивања безбедности производних процеса, а самим тим и производа у ланцима исхране помоћу експертског система који је заснован на фази логици. Модел треба да омогући HACCP тиму да лакше уочи мање сигурне процесе и да правовремено реагује сходно процедурама које су прописане у документима квалитета ISO 22000:2005, Систем менаџмента безбедности хране.

Кључне речи: безбедност хране, ланац снабдевања, фази логика, експертски систем.

ABSTRACT

Food safety in all food industries is gaining increasing importance, not only because of legal obligations and penalties for violating them, but because of serious financial consequences that may result from reduced demand, or even a complete boycott of the product manufacturer, if it is established that their product has compromised the health of consumers. The standards have become necessary due to the significant increase of illnesses caused by infected food in both developed countries and developing countries. In addition to health risks, diseases caused by tainted food can significantly increase the economic costs, including medical treatment, absence from work, insurance payments and legal compensation. As a result, several countries have developed national standards for safe food supply, and individual and group companies in the area of food production have developed their own standards or programs for the control of its suppliers. This paper discusses the problem of determining the safety of production processes, and therefore the products in the food chain by using the expert system based on fuzzy logic. The model should enable the HACCP team to help identify less secure processes and to react promptly in accordance with the procedures prescribed in the documents of ISO 22000:2005, Food safety management system.

Keywords: food safety, supply chain, fuzzy logic, expert system.

САДРЖАЈ

1. УВОД	5
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	7
3. ПОСТАВКА ПРОБЛЕМА.....	10
3.1 Системи управљања безбедношћу хране	10
3.2 Ланци снабдевања и процесни приступ	13
3.3 Структура предложеног модела.....	15
4. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ.....	18
4.1 Основне дефиниције фази скупова.....	18
4.2 Моделирање релативне важности циљева квалитета у сваком делу ланца снабдевања	21
4.3 Моделирање вредности циљева квалитета	22
4.4 Предложен фази модел за управљање безбедношћу хране у ланцу снабдевања ..	23
4.5 Алгоритам предложеног модела.....	25
5. РАЧУНАРСКИ ПРОГРАМ ЗА УПРАВЉАЊЕ БЕЗБЕДНОШЋУ ПРОЦЕСА И ПРОИЗВОДА У ЛАНЦУ ИСХРАНЕ.....	27
5.1 Експертски системи	27
5.2 Опис програма	31
6. СТУДИЈА СЛУЧАЈА (CASE STUDY).....	38
6.1 Демонстрација направљеног фази експертског система	39
6.2 Дискусија резултата	43
7. ЗАКЉУЧАК	45
РЕФЕРЕНЦЕ	46
ДОДАТАК 1: Метод за поређење континуалних фази бројева.....	49

1. УВОД

Безбедност и квалитет хране (укључујући и воду) су од изузетног значаја за све учеснике у дугом и веома сложенем “ланцу хране/исхране”, мада су веома важни и за друштво у целини. Ипак, за безбедност и квалитет ове велике и разноврсне групе производа највише су заинтересовани купци и крајњи корисници – потрошачи. Нажалост, када је у питању храна, и у другој декади XXI века човечанство се још увек суочава са озбиљним проблемима. Овде се пре свега мисли на недовољну расположивост, те бројне и растуће проблеме у погледу безбедности и квалитета хране.

Нажалост, мора се напоменути да у свету са преко 7 милијарди становника, више од 1.2 милијарде људи нема, или нема довољно, хране и воде. Додатни проблем представљају углавном високе цене прехранбених производа у свету, због чега је храна теже доступна ширем кругу корисника. Озбиљни проблеми се јављају и у погледу безбедности хране, јер само од дијареје у свету годишње оболи више од 1.5 милијарде људи, уз око 3 милиона смртних случајева. Значајни проблеми се јављају и у погледу квалитета хране, где због различитих неусаглашености повраћај и опозив прехранбених производа учествују са око 9-12% у укупном годишњем промету хране у свету [1].

Обезбеђење високо квалитетне хране је један од главних човекових напора још од првих дана егзистенције људи. Безбедност хране је основни захтев за квалитет хране, а током производње, прераде, складиштења и чувања намирница оне се могу контаминирати различитим материјама из средине. Поставља се питање како факторе ризика свести на што мању меру и обезбедити употребну исправност прехранбених производа. Један од могућих путева за решавање овог проблема јесте примена *НАССР* (*Hazard Analysis Critical Control Points*) система, који се разликује од традиционалног начина контроле квалитета и безбедности намирница [2]. У пракси, то је најчешће коришћен систем, а његова примена подразумева поштовање стандардних оперативних процедура и упутстава којима се смањују ризици по безбедности хране у ланцима исхране.

У овом раду развијен је нов фази експертски систем помоћу кога је могуће релативно једноставно одредити безбедност процеса и производа у ланцу исхране током одређеног временског периода.

Рад је организован у седам глава. Надаље је дат кратак сажетак сваке главе.

У другој глави овог рада дат је сажет приказ литературе која се бави проблемима одређивања безбедности процеса и производа у ланцу исхране, фази логиком, као и применом фази логике на проблеме везане за процену ризика безбедности хране.

У литератури могу да се нађу различити приступи за израчунавање тежине критеријума у разноликим менаџмент проблемима. Такође, у изложеним радовима развијене су различите методе агрегације фази процена доносиоца одлука. Овај приступ може да елиминира проблеме који су егзистирали у традиционалном приступу када су вредности параметара биле задаване интервално. Приказани су и радови у којима је предложен неки нов приступ за процену ризика безбедности хране у ланцима снабдевања храном.

Детаљнији опис ланаца снабдевања, процесни приступ и регулативе које се користе за контролу безбедности хране дате су у Глави 3. Такође, представљена је структура предложеног модела за управљање безбедношћу процеса и производа у ланцу исхране.

Ланац снабдевања се састоји од свих ентитета (предузећа или појединаца) непосредно и посредно укључених у процесе и токове производа, услуга, информација, новца и знања, од крајњих снабдевача до крајњих купаца, са циљем да се задовоље реалне потребе крајњих купаца уз максимизирање укупне профитабилности ланца снабдевања. При томе је важно усагласити све процесе у којима учествују ова предузећа, јер су они међусобно повезани. Када је у питању безбедност хране, традиционални системи контроле су замењени новим, при чему се највише користе добре праксе, *HACCP* и *ISO 22000:2005*. Предложен модел разматра три кључна процеса у ланцу снабдевања храном: 1) примарну производњу, 2) прераду и 3) складиштење, послуживање и конзумирање, а у оквиру сваког од њих дефинисани су одговарајући циљеви квалитета.

У четвртој глави објашњене су основне теорије фази скупова, као и предложен фази модел за управљање безбедношћу хране и дат је алгоритам овог модела.

Различити извори и типови неизвесности прате процену безбедности. Снажно средство при моделирању непрецизности, произвољности и нејасноће може да буде теорија фази скупова. Када је непрецизност у питању, ова теорија пружа моћан алат за одређивање тежине критеријума према којима се оцењују алтернативе у разноликим менаџмент проблемима. Што се тиче произвољности, ефикаснија је од пробабилистичких приступа. Када се посматра нејасноћа, теорија фази скупова боље описује лингвистичке исказе од осталих математичких теорија. У присуству непрецизних, апроксимативних и нејасних података она може да симулира људски начин размишљања у процесу доношења одлука [3]. Предложен фази модел на основу матрице парова упоређења циљева квалитета одређује циљ са најлошијим перформансама, као и период у коме је најлошије управљање безбедношћу производа. Такође, омогућава одређивање оцене успешности управљања безбедношћу хране у целом ланцу снабдевања.

Експертски систем је софтверски систем који омогућава стручно решавање проблема у датом пољу или примењеној области извођењем закључака из базе знања, развијене вештином неког стручњака – експерта. Ови системи користе формалне начине представљања знања које човек – експерт поседује и методе логичког закључивања, да путем одговарајућих рачунарских програма обезбеде експертски савет или мишљење о проблему за који је корисник заинтересован. У Глави 5 развијен је нов фази експертски систем који је направљен помоћу програмског језика *Javascript*, а који служи за процену безбедности процеса и производа у ланцу исхране. Овај програм на основу релативних важности циљева квалитета, као и вредности ових циљева, одређује циљ који је најмање безбедан, даје сугестију на питање који су циљеви критични, одређује временски период када је управљање најлошије и приказује оцену управљања безбедношћу у делу ланца снабдевања храном који се посматра.

У шестој глави развијен фази експертски систем је илустрован примером у коме егзистирају реални подаци добијени у једном ланцу снабдевања храном који послује у централној Србији. Приказан је поступак дискусије добијених резултата.

Закључци су дати у Глави 7.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

За анализирање и праћење процеса и сировина које се користе у свакој фази процеса током времена могу да се користе индекси природне безбедности. На основу индекса природне безбедности могуће је контролисати и повећавати безбедност током реализације процеса. Приступ одређивању природне безбедности процеса први је дефинисао Keltz раних седамдесетих година XX века. Основни принципи на којима је заснован овај приступ су здрав разум, избегавање и минимизирање залиха опасних материјала и циљање ка умереним алтернативним процесима [5]. Елементи који га чине су: интензивирање, замена, слабљење, ограничење ефекта, поједностављивање, рана процена, избегавање *knock-on* ефекта, решавање статуса, немогућност прављења нетачних склопова, толеранција, једноставност контроле и административна контрола/процедуре. Развијени приступ је веома лако разумети, генерално је прихваћен али га је тешко имплементирати у пракси. У суштини, безбедност треба размотрити и њоме се бавити у целом животном циклусу процесног система или постројења [6].

Обзиром да је *HACCP* прихваћен као важан алат за идентификацију и контролу безбедности хране, постоји много радова чији је циљ да обезбеде смернице како да организације укључене у ланац хране оцењују, а потом и верификују *HACCP* систем. У [7] је приказана верификација и оцењивање *HACCP* система са освртом на практична искуства а.д. “Компанија Фиделинка” Суботица. Показана је улога и значај који имају ове активности за функционисање успостављеног *HACCP* система, али и на целокупно функционисање компаније. *HACCP* предвиђа успостављање поступака, који треба да потврде да је *HACCP* план адекватан за контролу идентификованих опасности и да целокупан систем функционише како је предвиђено. Нагласак је стављен на примењене методе, одговорности, учесталост спровођења и значај уредног вођења записа и њихове анализе.

У раду [2] су приказани ефекти примене *QMS/HACCP* у пракси. Показано је да је сигурна производња меса у сваком тренутку, води се евиденција о сигурности производа, задовољавају се захтеви потрошача, као и стандарди, државни прописи и правила. Суштина *QMS/HACCP* система јесте тражење грешака које могу довести до опасности по здравље људи још у току технолошког процеса производње меса. Осим тога, потребно је да се грешке откривају и отклањају на време, јер сврха интегрисаног система управљања квалитетом и безбедношћу хране јесте правовремено утврђивање свих узрока и узрочника који могу потенцијално представљати ризик. Евидентно је да је *HACCP* концепт у својих седам основних принципа, успешно имплементиран у предузећу “Кланица” а.д. Дивци, и ефикасно доприноси безбедности и здравственој сигурности хране, у овом случају јунећег и свињског меса.

У раду [8] разматра се велики број питања која утичу на еволуцију регулације безбедности хране. Основни циљ аутора овог рада је да истакне оне факторе који се сматрају кључним за разумевање савремених контрола безбедности хране, како у јавним тако и у приватним сферама. Ова питања обухватају критеријуме који су примењени за процену потребе/оправданости за регулисање безбедности хране, односе између јавних и приватних система за контролу безбедности хране, алтернативне облике које јавна регулација безбедности хране може да усвоји, стратешке одговоре на регулацију безбедности хране, као и пословне импликације националног надзора безбедности хране.

Одређивање тежине циљева квалитета је сложен задатак и може се посматрати као задатак сам за себе. Генерално, важност циљева квалитета може да буде задата на следеће начине: нормализовано, релативним односом важности, лингвистичким исказима или чак комбиновано [9].

У многим радовима који могу да се нађу у литератури релативна тежина се одређује према процедури која је развијена у конвенцијалној *AHP* (*Analytic Hierarchy Process*) методи ([10], [11], [12], [13], [14]). У овом приступу, менаџмент тим своје процене исказује помоћу нумеричке скале која је дефинисана на скупу реалних бројева који припадају интервалу [1-9]. Вредност 1, односно вредност 9, означава да сваки разматрани пар циљева квалитета у сваком делу ланца снабдевања релативног односа важности има једнаку, односно екстремну важност, респективно. Ова скала је једноставна и лака за коришћење, али није увек могуће мишљење доносиоца одлуке пресликати у прецизан број.

Релативан однос важности разматраних величина је у многим радовима ([15], [16], [17], [18]) задат преко матрице парова упоређења, где су елементи ове матрице лингвистички искази. Сматра се да је овај приступ близак људском начину размишљања. Уведена је претпоставка да је знатно реалније да чланови менаџмент тима своје процене исказују користећи лингвистичке исказе. *Chang* ([19]) је развио метод помоћу кога се одређује вектор тежине разматраних величина ако су елементи матрице релативног односа важности сваког пара разматраних критеријума описани фази бројевима, док је релативан однос важности задат помоћу споменутих лингвистичких исказа и у [20], [21], [22], [23].

Тежина ентитета (у овом раду то су циљеви квалитета) се у многим радовима одређује комбиновањем претходна два описана приступа. У [24] претпостављено је да су тежине критеријума задате преко матрице парова упоређења релативног односа важности критеријума. Аутори сматрају да је овај начин задавања и израчунавања тежине ентитета више поуздан у односу на поступак када се тежине ентитета добијају директним проценама. Сходно разматраном проблему, у раду је уведена претпоставка да се релативан однос важности сваког пара разматраних ентитета може описати помоћу три лингвистичка исказа. Ови лингвистички искази су моделирани троугаоним фази бројевима који су дефинисани на стандардној скали мера. Користећи концепт једнаких могућности за сваки изабрани ниво функције расподеле могућности рачуна се вектор тежина разматраних критеријума помоћу методе сопственог вектора. Финално, тежина сваког ентитета је описана дискретним фази бројем.

У раду [28], предложен је нов приступ за процену ризика безбедности хране у ланцима снабдевања храном. Користе се концепти и теорије фази скупова и аналитичког хијерархијског процеса. Новина овог истраживања лежи у извођењу структуриране процене ризика, и успостављању индикатора ризика безбедности хране. Оно предвиђа једну вредност која репрезентује оцену ризика и која може ефикасно бити искоришћена при укључивању сигурносних циљева у планиране операције. Може функционисати као део практичног алата за менаџмент безбедности хране, и помоћи менаџерима да разумеју како се ризик мења и преноси кроз ланац снабдевања.

У раду [29] коришћен је побољшан алгоритам промене степена припадности који обухвата три корака израчунавања која се могу сажети као “ефикасност, поређење и састављање”. У раду је примењен нов алгоритам фази евалуације за безбедност хране, а резултати евалуације показују валидност овог модела, те модел може заменити динамичку евалуацију безбедности хране у неком региону или држави.

Према неким ауторима, неизвесне информације могу на много бољи начин да се репрезентују помоћу генерализованих фази бројева него обичним фази бројевима. У [30], предложен је модел анализе ризика безбедности хране на основу генерализованих фази бројева. Прво је предложена измењена мера сличности. Затим је корак по корак представљен модел анализе ризика безбедности хране. Представљена су измењена правила операција за фази бројеве, а на крају је нумерички пример анализе ризика безбедности хране коришћен да се покаже ефикасност предложене методе.

У студији [31] одређује се ниво безбедности житарица. За илустрацију модела коришћени су подаци о житарицама које се набављају из Кине, за период између 1997. и 2007. године. Улазни подаци засновани су на три категорије, продуктивним индексима, потрошачким индексима и индексима катастрофа, а укупно има једанаест улазних индекса са две функције припадности за сваки улаз. Излаз из система је ниво безбедности житарица. Користи се адаптиван систем неуро-фази закључивања (*ANFIS*) за предвиђање нивоа безбедности. Модел вишеслојне перцептрон неуронске мреже коришћен је за поређење са радом *ANFIS*-а. Резултат овог истраживања показује да резултујућа вредност регресије код *ANFIS*-а је око 0.99, што је боље него код неуронских мрежа, где је око 0.60. Дакле, приказано је да дати модел нуди боље предвиђање нивоа безбедности житарица.

За рану процену микробиолошких опасности у ланцима исхране у [32] је развијен фази алат за процену ризика – *FRAT*. Параметри за описивање почетног нивоа ризика, потенцијалне промене током прераде и потрошачки препарат, као и фактори везани за потрошњу и утицај на здравље дефинисани су од стране корисника. Улази су описани лингвистичким исказима, а моделирани су фази скуповима. Интервална аритметика је коришћена за рачунање изложености ризику. Четири примера микробиолошких опасности у ланцима исхране коришћена су да покажу функције овог алата.

3. ПОСТАВКА ПРОБЛЕМА

Традиционални системи контроле хране испитивањем финалног производа све мање се сматрају адекватним, те тако овај систем контроле тзв. “инспекција-детекција” бива замењен интегрисаним обликом контроле који је популарно назван “од њиве до трпезе” или “од штале до тањира” [33].

Свим људима потребна је довољна количина хране и воде да би преживели, при чему цене хране и воде морају бити приступачне, а сама храна и вода морају имати адекватну нутритивну вредност и степен безбедности. Због тога, врло је важно да потрошачи имају поверења у безбедност и сигурност хране и воде коју конзумирају, као и да садржај састојака тих производа одговара онима наведеним у декларацији. То поверење настаје применом система управљања безбедношћу храном, одговарајућим поузданим испитивањима и контролама [34].

3.1 Системи управљања безбедношћу хране

Традиционални систем управљања безбедношћу хране [35] је имао следеће главне карактеристике:

- надлежни органи су мање или више детаљно “прописивали” произвођачима “како да раде”,
- систем је био базиран примарно на службеним инспекцијама и лабораторијским испитивањима готовог производа.

Иако је овај систем имао добрих резултата и многих заслуга за унапређење безбедности хране, временом је постало јасно да он има и значајних слабости. Један од примера слабости традиционалног система је чињеница да здраве животиње фекално излучују узрочнике далеко најчешћих алиментарних обољења (нпр. *Salmonella*, *Campylobacter*, *E. Coli*), који затим контаминирају производе током процеса његовог добијања, а који се не могу детектовати постморталним прегледом меса. Тај проблем не може да реши лабораторијско испитивање готовог производа јер би за статистички значајне и поуздане резултате било потребно свакодневно испитивати огроман број узорака – што је споро, скупо и практично неизводљиво. Слабости традиционалног система укључују и његову реактивну природу; претходно поменути проблеми са безбедношћу хране најчешће се констатују тек након што су се они десили и, стога, систем се бави последицама радије него елиминисањем узрока проблема.

Из тих разлога, почео је да се развија модерни, модификовани систем за безбедност хране у коме је главни фокус на хигијени производних процеса и превенцији. При томе, тежиште се ставља на “предвиђање” где и који проблеми могу да се појаве дуж целог ланца хране, а затим на оптимизацију хигијенске праксе и односних контролних мера на најважнијим тачкама у ланцу – у циљу елиминисања тих могућих проблема.

GMP (*Good Manufacturing Practices*) и **GHP** (*Good Hygiene Practices*) представљају општа правила (“најбоље праксе”) за хигијенску производњу, руковање и припрему различитих производа који се користе као храна. Иако ова правила нису специфична ни за процес ни за производ, они садрже опште инструкције како да се одређени тип намирнице произведе на хигијенски начин и представљају основу (предуслов) на коме се затим гради “виши” ниво контроле [35].

HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) је системски превентивни приступ безбедности хране и односи се на физичке, хемијске и биолошке опасности, као превентивни поступак, којим произвођач посматра, врши контролу, идентификује и анализира извесне критичне тачке у производњи хране, на којима највероватније може доћи до њихове контаминације.

Овај приступ се преводи као Анализа ризика и критичне контролне тачке, а његова примена у области производње прехранбених производа је почела у компанији “*Pillsbury*” у сарадњи са Националном службом за аеронаутику и космичка истраживања (NASA), лабораторијама “*Natick*” Војске САД-а и пројектном групом из Ваздухопловно-космичке лабораторије САД-а [33]. Примена овог система почетком 60-тих је довела до производње хране за потребе космичког програма САД-а за коју је постојала 100%-на сигурност да није загађена бактеријским и вирусним патогенима и токсинима, као и да не постоји било каква хемијска или физичка опасност која би могла да доведе до болести или повреде астронаута. HACCP систем као нови концепт у производњи хране први пут је представљен јавности 1971. године, а када је NAS (*National Academy of Science*) 1985. препоручила HACCP систем, он је почео да се користи и примењује широм света.

HACCP представља систематски превентивни приступ којим се осигурава сигурност хране. Темелји се на идентификацији и анализи специфичних опасности и утврђивању превентивних мера којима се ризик производње и настанка потенцијално опасне хране уклања или своди на прихватљиву меру. Његов једини директан циљ јесте да обезбеди контролу процеса производње хране на начин да финални производ не представља опасност по потрошача. То је јасно структуриран и дефинисан систем који подразумева дисциплинован приступ са фокусом на превентивно деловање, а само по потреби непосредну контролу и надзор опасности у одређеним критичним контролним тачкама производног процеса [36].

У пракси, то је најчешће коришћен систем, који се заснива на анализи и контроли:

- потенцијалних биолошких, хемијских и физичких опасности којима су изложене сировине,
- могућих опасности при руковању, производњи, дистрибуцији и конзумирању крајњег производа.

Овај систем прилагођен је свим врстама прехранбених производа и свим врстама производње и руковања храном. Његова примена подразумева поштовање стандардних оперативних процедура и упутстава којима се смањују ризици по безбедности хране у ланцима исхране.

HACCP је примењив у свим фазама производње једног артикла. Од производње сировине, преко прераде и дистрибуције, па све до крајњег корисника. Сви који долазе у додир са производом у било којој фази његове обраде, прераде или дистрибуције треба да примењују принципе HACCP.

Када се HACCP постави на јаке темеље добре произвођачке праксе и стандардних санитационих оперативних процедура онда он омогућава произвођачима хране, без обзира на њихову величину и капацитете, здраву основу за стицање поверења код својих купаца и потрошача у вези безбедности њихових производа [36].

ISO 22000:2005 је први међународни стандард за менаџмент безбедности хране, издат 1. септембра 2005. године од стране Међународне организације за стандардизацију (ISO). Овај стандард се односи на све организације у ланцу исхране и дефинише захтеве Система управљања безбедношћу хране [37].

По први пут, постоји индустријски стандард који је:

- међународно признат и развијен на основу глобалних потреба,
- свеобухватан систем управљања безбедношћу хране,
- прикладан за све организације у ланцу снабдевања храном,
- заснован на *НАССР* начелима *Codex Alimentarius* комисије.

Још важније, ово је први стандард који могу користити сви чланови ланца снабдевања храном, од “фарме до трпезе”. То укључује и добављаче непрехрамбених производа и услуга, као што су произвођачи опреме и амбалаже, као и даваоци логистичких услуга. Погодан је за организације свих величина, како за пекаре са 10 запослених, тако и за међународне произвођаче хране или супермаркете који запошљавају хиљаде радника.

Овим стандардом утврђују се захтеви за Систем управљања безбедношћу хране и могу га применити све организације у ланцу снабдевања храном, укључујући и оне које имају удела и утицаја на њих, што значи да се може успешно применити на:

- примарне произвођаче хране, укључујући и прерађиваче хране,
- малопродају и испоруку хране,
- производњу сточне хране,
- произвођаче опреме и материјала за паковање,
- произвођаче адитива и додатака,
- произвођаче средстава за чишћење.

Стандард је иначе постао неопходан због значајног пораста болести које су изазване зараженом храном, како у развијеним земљама, тако и у земљама у развоју. Осим ризика по здравље, болести изазване поквареном храном могу значајно повећати економске трошкове укључујући медицинске третмане, одсуство са посла, исплату осигурања и законску компензацију.

ISO 22000:2005 може да се имплементира самостално или интегрално са другим системима квалитета са којима је потпуно компатибилан, а постоји могућност надоградње већ постојећег система квалитета [37].

У суштини, управљање безбедношћу хране је еволуирало са традиционалних службених инспекција и тестирања крајњег производа у организовани али флексибилнији систем базиран на доброј произвођачкој/хигијенској пракси (*GMP/GHP*) и *НАССР*, у коме се од произвођача захтева да идентификује опасности (хазарде) које угрожавају безбедност производа и да их елиминише или контролише. Лабораторијска испитивања производа на нивоу производње и/или промета данас имају за главни циљ да верификују да ли цео систем ефикасно ради, радије него да та испитивања, сама за себе, буду главна врста контроле. Данас, у модерном управљању безбедношћу хране, надлежни органи, с једне стране, помажу произвођачима у постизању безбедности хране више на саветодавни и консултативни начин и, с друге, проверавају да ли систем за безбедност хране који спроводи произвођач функционише успешно – кроз службене провере (аудите) [35].

3.2 Ланци снабдевања и процесни приступ

Ланац снабдевања храном и водом се брзо мења због фактора као што су повећан степен урбанизације, технолошки развој у области обраде и прераде, измењени захтеви и потребе потрошача, као и све већа глобализација ланаца снабдевања. Такође, потрошачи у развијеним земљама показују све више интересовања за начин настанка хране коју конзумирају, односно за изворе воде и садржај минерала флаширане воде. Потрошачи су забринути и због утицаја на животну средину и због пословне етике када је реч о производима које конзумирају [34].

Термин “Ланац снабдевања” настао је као последица начина посматрања целог процеса снабдевања купца производом (или услугом) који му је потребан. Наиме, посматрање почиње од краја физичког процеса снабдевања, од купца. Купац је заинтересован за неки производ, тај производ продаје неки продавац који је производ набавио од неког дистрибутера (велепродаје), који га је набавио од произвођача, који је морао набавити сировине и полупроизоде за тај производ од неког добављача. Практично, сваки учесник у овом низу (ланцу) представља једну карику која спаја извор сировина са купцем [38].

У општем смислу, ланац снабдевања (слика 3.1) обухвата све учеснике и процесе од произвођача сировина до крајњег потрошача али се из перспективе оперативног управљања класично разматрају три основне компоненте: снабдевање, складиштење и дистрибуција. Према традиционалном приступу, ово су линеарни системи којима је сировина – улаз, а готов производ у рукама купца – излаз [39].

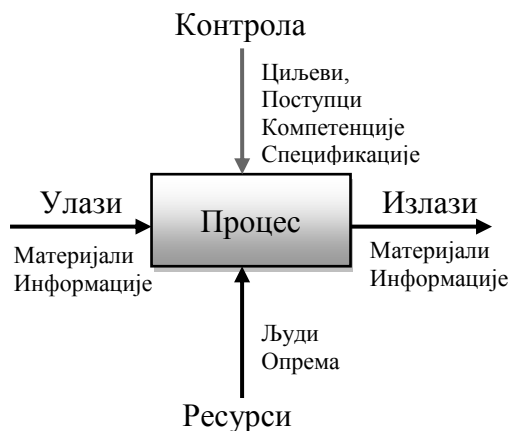


Слика 3.1 - Ланац снабдевања [40]

Управљање ланцима снабдевања (*SCM - Supply Chain Management*) обухвата токове материјала, производа, услуга и информација од почетног снабдевача до крајњег корисника. Оно захтева координацију између различитих учесника као што су произвођачи, снабдевачи, дистрибутери, превозници и продавци. Циљ управљања јесте испорука правог производа, на право место, у право време, под правим условима и са правом ценом [39]. Визија ланца снабдевања једног кључног, централно позиционираног предузећа у дистрибутивном каналу треба да буде генератор поставке свих робних и информатичких токова, од примарне производње, преко обраде материјала, креирање финалног производа, његове дистрибуције и конзумације од стране крајњих корисника [41].

SCM представља интеграцију кључних пословних процеса и треба да буде тако постављен да интегрише све пословне функције, и то не само у једном предузећу већ дуж целог дистрибутивног ланца, при чему се пословни процес дефинише као збир активности које захтевају једну или више врсти улаза и дају излаз који има вредност за купца [33].

Дакле, процес (слика 3.2) представља трансформацију улаза у излазе користећи при том расположиве ресурсе, поступке, спецификације и компетенције једне организације, а узимајући у обзир унапред постављене циљеве.



Слика 3.2 - Дефиниција процеса [33]

Појединачне активности у оквиру сваког процеса су важне, али ниједна сама за себе не значи баш ништа купцу ако целокупни процес не резултира испоруком робе и/или услуге. У складу са процесним приступом, као основним принципом управљања квалитетом, процес представља основну јединицу на којој почива систем.

У свакој организацији се одвија читав низ процеса који су међусобно повезани. Излази једног процеса могу да буду улази једног или осталих процеса. Затим између процеса постоји размена ресурса или правила по којима се наредни процеси одвијају. Стога, неопходно је утврдити све процесе који постоје у организацији и дефинисати везе између њих (процесни модел, функционални дијаграм, матрица процеса...). Затим, за сваки процес потребно је дефинисати: улазе, излазе, купце (интерне и екстерне), испоручиоце (интерне и екстерне), границе процеса, правила по којима се одвија (процедуре, упутства, стандарде), ток активности и додељене одговорности (власник процеса, извршиоци, итд.) [33].

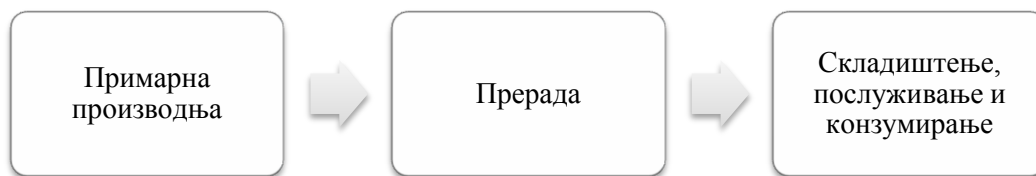
Када се разматра ланац производње хране, важно је усагласити све процесе у којима учествују организације директно укључене у једну или више фаза у ланцу производње хране и друге организације које су индиректно укључене у овај ланац, без обзира на њихову величину или сложеност организације.

Међу организацијама које су директно укључене у производњу хране, између осталих, убрајају се: произвођачи хране за животиње, организације које врше жетву или бербу, пољопривредници, произвођачи састојака, прерађивачи хране, продавци на мало, организације које пружају услуге повезане са храном, организације за услужну припрему, доставу и послуживање хране, организације које пружају услуге чишћења и дезинфекције, затим услуге превоза, складиштења и дистрибуције.

У организације које су индиректно укључене у ланац производње хране убрајају се: испоручиоци опреме, средстава за чишћење и дезинфекцију, материјала за паковање и других материјала који су у додиру са храном.

3.3 Структура предложеног модела

Управљање безбедношћу хране у ланцу снабдевања је сложен менаџмент задатак. На основу свега до сада изложеног, могуће је разликовати три процеса у ланцу снабдевања храном (слика 3.3).



Слика 3.3 - Процеси у ланцу снабдевања храном

Самим тим, овај проблем се може декомпоновати на три подпроблема:

- управљање безбедношћу хране у процесу примарне производње,
- управљање безбедношћу хране у процесу прераде,
- управљање безбедношћу хране у процесу складиштења, послуживања и конзумирања.

Највише руководство обезбеђује да се на одговарајућим функцијама и нивоима унутар организације утврђују циљеви квалитета, укључујући и оне потребне за испуњавање захтева за производ. Полазећи од Политике квалитета, руководство организације поставља мерљиве циљеве квалитета.

Када су у питању стратешки циљеви, они могу бити:

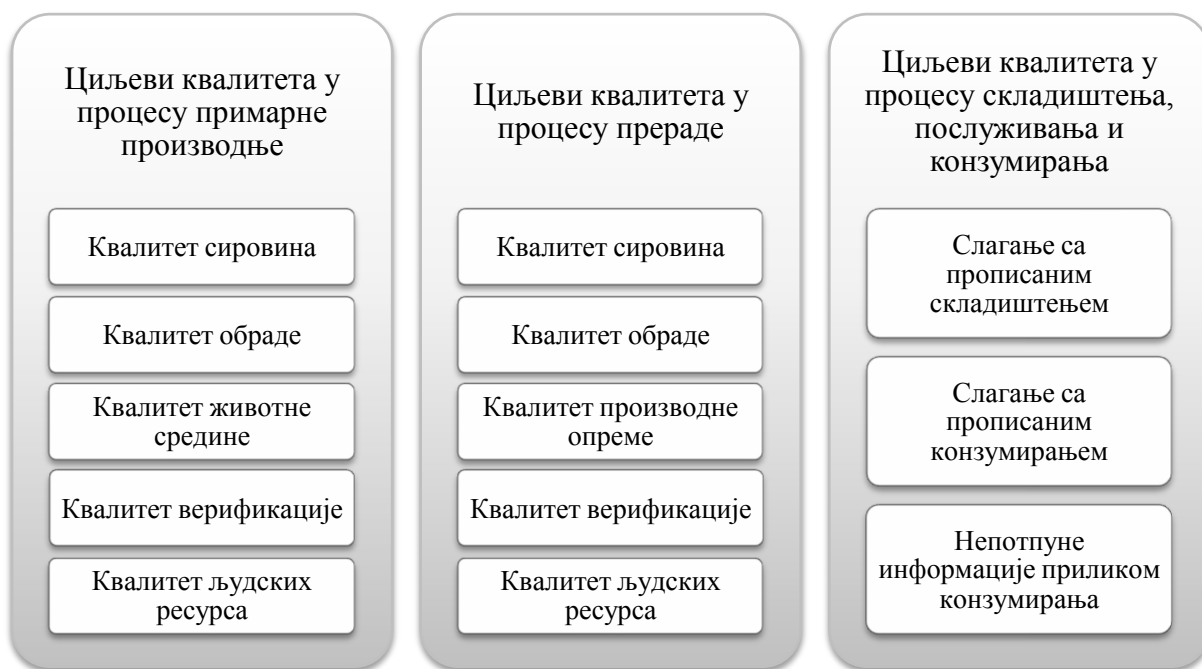
- потпуна посвећеност исказаним и подразумеваним захтевима купаца,
- усаглашеност са захтевима законске регулативе релевантне за област деловања организације,
- усаглашеност са највишим стандардима и етичким нормама,
- повећање броја купаца и продаје,
- повећање нивоа квалитета и здравствене исправности производа,
- унапређење технолошког нивоа и процеса,
- стално унапређивање знања и вештина запослених и повећање нивоа мотивације,
- стално унапређивање свих процеса.

Циљеви квалитета се, по правилу, постављају на годишњем нивоу. Вредност глобалног циља квалитета може се утврдити као функција оперативних (мерљивих) циљева квалитета за главне процесе.

Разматрани проблем управљања се реализује тако што се прво дефинишу циљеви квалитета за сваки процес ланца снабдевања, затим се одреде релативне важности циљева квалитета и одреди се вредност циљева квалитета у различитим временским периодима.

За производе које се производе сваки дан веома је важно да се оцењују циљеви квалитета у краћим временским периодима. У овом раду, временски период у коме се оцењује управљање безбедношћу хране је означен као Т и дискретизован је на временске периоде од месец дана.

Циљеви квалитета за сва три процеса дати су на слици 3.4.



Слика 3.4 - Циљеви квалитета за сва три процеса

Параметри на основу којих се мере вредности циљева утврђују се тако да дају јасну слику о степену остварености циља.

За процесе примарне производње и прераде, неки од параметара који се могу пратити су:

- Квалитет сировина:
 - K1 – ниво обезбеђености потребних количина сировина,
 - K2 – проценат неусаглашености на пријему сировина,
 - K3 – проценат набавке сировина од поузданих испоручилаца,
 - K4 – трошкови набавке сировина...
- Квалитет обраде:
 - K1 – ефективност производње (реализоване активности/планиране активности),
 - K2 – ефикасност производње (остварени резултати/утрошени ресурси),
 - K3 – проценат неусаглашености,
 - K4 – проценат шкарта...
- Квалитет животне средине:
 - K1 – процентуална испуњеност захтеваних параметара средине,
 - K2 – проценат неусаглашености на производима због лошег утицаја средине,
 - K3 – степен негативног утицаја процеса прераде на животну средину...

➤ Квалитет верификације:

- K1 – ефективност верификације (реализоване активности верификације/ планиране активности верификације),
- K2 – проценат откривених неусаглашености током верификације,
- K3 – проценат примене валидираних метода верификације,
- K4 – проценат употребе метролошки потврђене опреме...

➤ Квалитет људских ресурса:

- K1 – ефективност менаџмента људским ресурсима,
- K2 – проценат испуњености планова обуке,
- K3 – проценат реализовања планираних здравствених прегледа особља,
- K4 – проценат неусаглашености насталих услед незнања особља,
- K4 – проценат неусаглашености узрокован лошом хигијеном особља,
- K5 – проценат неусаглашености узрокован лошим здравственим стањем особља...

За процес складиштења, послуживања и конзумирања, неки од параметара који се могу пратити су:

➤ Складиштење:

- K1 – проценат робе са истеклим роком трајања,
- K2 – адекватност услова током складиштења,
- K3 – расположивост складишних капацитета,
- K4 – проценат неусаглашености услед лоших услова складиштења...

➤ Послуживање/излагање:

- K1 – адекватност услова током послуживања/излагања производа,
- K2 – адекватност хигијене током послуживања/излагања производа,
- K3 – расположивост капацитета за одржавање хигијене,
- K4 – расположивост информација о производу...

➤ Конзумирање:

- K1 – расположивост и адекватност информација о саставу производа,
- K2 – расположивост и адекватност информација о року употребе производа,
- K3 – расположивост и адекватност информација о условима чувања и припреме производа,
- K4 – проценат обољења изазваних неадекватним складиштењем пре конзумирања,
- K5 – проценат обољења изазваних неадекватном припремом пре конзумирања...

4. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ

Тема овог рада припада савременој математичкој области базираној на фази скуповима, тј. теорији фази скупова. Реч “фази” је енглеског порекла и означава неодређен, непрецизан појам. У математичком окружењу први пут се јавила 1965. године у раду професора Задеха ([42]). Основни циљ дефинисања овог појма је да се на математички, формалан начин, представи и моделира неодређеност и непрецизност присутна у свакодневном животу. Захваљујући увођењу појма фази, омогућено је да се неком исказу додели вредност која варира између потпуно нетачно до потпуно тачно.

Код класичних скупова постоји јасна граница припадности скупу, тачније елемент или припада или не припада датом скупу, док код фази скупова та граница није јасно одређена. Фази скуп представља уопштење класичног скупа, јер се за сваки елемент одређује степен припадности скупу. Припадност елемента се може окарактерисати бројем из интервала $[0,1]$ и функција којом се описује та припадност се назива функција припадности (*membership function*). Управо флексибилност при избору облика функције припадности омогућава лакше прилагођавање фази система реалним ситуацијама и то је један од основних разлога због којих фази системи у све већој мери постају замена класичним инжењерским системима. Као надоградња теорије фази скупова развијена је теорија фази бројева, те и фази аритметика.

У случајевима када је немогуће направити јасну разлику између припадности или неприпадности неког елемента датом скупу, не могу се користити принципи класичне теорије скупова. Такве ситуације су врло честе у свакодневном животу. Због неодређености која се јавља у таквим ситуацијама настала је потреба да се оне математички опишу, те се, као уопштење класичних скупова, јављају фази скупови.

Фази скуп дозвољава да неки елемент само у одређеној мери припада скупу, а функција којом се описује степен припадности неког елемента се назива функција припадности, у ознаци μ , и представља пресликавање $\mu : X \rightarrow [1,0]$, где је X универзални скуп [43].

4.1 Основне дефиниције фази скупова

У овом поглављу дате су основне дефиниције теорије фази скупова, на основу [44], које су релевантне за разумевање фази модела за управљање безбедношћу хране у ланцима снабдевања који је предложен у овом раду.

Дефиниција 1. Формално, фази скуп $\tilde{A}$ универзалног скупа X се дефинише као скуп уређених парова:

$$\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x) | x \in X, 0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) \leq 1\} \quad (4.1)$$

где је функција припадности фази скупу $\tilde{A}$ је означена као $\mu_{\tilde{A}}(x)$.

У општем случају скуп X може да буде коначан или бесконачан. Функција расподеле могућности може да има различите облике. Најједноставнији облик ове функције а уједно и највише коришћени облик у моделовању неизвесности које егзистирају у менаџмент проблемима је троугаони.

Основне особине фази скупова су:

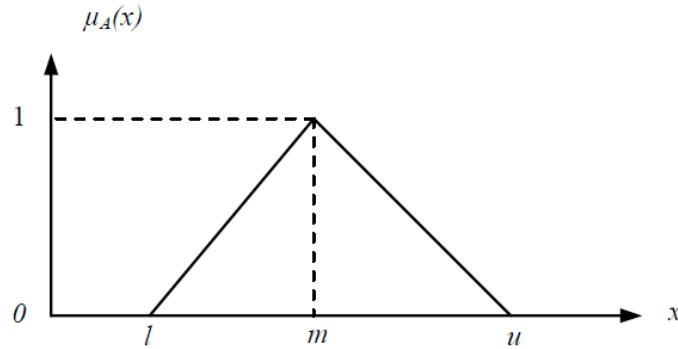
- Фази скуп $\tilde{A}$ је празан ако и само ако је $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$;
- Висина фази скупа је највећа вредност степена припадности неког елемента x скупу $\tilde{A}$ који је подскуп универзалног скупа X ;
- Фази скуп $\tilde{A}$ је нормалан ако и само ако $(\exists x_0) \in X$, тако да $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 1$, односно ако је $\sup_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x) = 1$;
- Фази скуп $\tilde{A}$ је субнормалан ако није нормалан;
- Непразан субнормалан фази скуп $\tilde{A}$ може да се нормализује ако се свако $\mu_{\tilde{A}}(x)$ подели са $\sup_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x) = 1$.

Дефиниција 2. Фази број $\tilde{A}$ је фази скуп дефинисан на скупу реалних бројева R чија функција припадности $\mu_{\tilde{A}}(x)$ има следеће карактеристике:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & x \in [l, m] \\ \frac{x-u}{m-u} & x \in [m, u] \\ 0 & \text{у супротном} \end{cases} \quad (4.2)$$

где $x \in R, -\infty \leq l \leq x' \leq x'' \leq u \leq \infty$.

Док је $\mu_L(x): [l, x'] \rightarrow [0, 1]$ непрекидно растућа функција, $\mu_R(x): [x'', u] \rightarrow [0, 1]$ је континуално опадајућа функција, при чему је доња, односно горња граница фази скупа чији је домен дефинисан на универзалном скупу X означена као l , односно u , а модална вредност m , респективно. Троугаони фази број (слика 4.1) може да се означи као (l, m, u) . Домен је дефинисан на скупу X чији су елементи $\{x \in R | l \leq x \leq u\}$. Када је $l = m = u$, то је не фази број према конвенцији.



Слика 4.1 - Троугаони фази број

Дефиниција 3. Картезијански производ фази скупова се дефинише на следећи начин. Нека су дати фази скупови $\tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_n$ који су дефинисани на скуповима који су подскупови универзалног скупа $X, X_1, \dots, X_n$, респективно. Производ фази скупова $\tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_n$ означен је као $\tilde{A}_1 \times \dots \times \tilde{A}_n$. Функција припадности елемената Картезијанском производу израчунава се према изразу:

$$\mu_{\tilde{A}_1 \times \dots \times \tilde{A}_n}(x_1, \dots, x_n) = \min(\mu_{\tilde{A}_1}, \dots, \mu_{\tilde{A}_n}) \quad (4.3)$$

Дефиниција 4. Принцип проширења је концепт теорије фази скупова који је уведен са циљем да се неки математички концепти који се користе у раду са обичним скуповима прошире на фази скупове.

На универзалном скупу X је дефинисан фази скуп $\tilde{A}$. Функцијом f се фази скуп $\tilde{A}$ пресликава на фази скуп $\tilde{B}$, $f: \tilde{A} \rightarrow \tilde{B}$ који је дефинисан на кодомену Y . У општем случају претпоставља се да је $u \in Y$ скаларна функција више променљивих. Принцип проширења се дефинише на следећи начин. Претпостави се да је X Декартов производ R обичних скупова, $X = X_1 \times \dots \times X_R$. Нека је на сваком обичном скупу X_r ($r = 1, \dots, R$) дефинисан фази скуп $\tilde{A}_r$ ($r = 1, \dots, R$). Пресликавањем $f: X \rightarrow Y$ када је u скаларна функција више променљивих x , тако да $y = f(x_1, \dots, x_r, \dots, x_R)$, добија се скуп $\tilde{B}$ који је дефинисан као:

$$\tilde{B} = \{y, \mu_{\tilde{B}}(y) | y = f(x_1, \dots, x_r, \dots, x_R), (x_1, \dots, x_r, \dots, x_R) \in X\}. \quad (4.4)$$

Вредност функције припадности фази скупа $\tilde{B}$ рачуна се према изразу:

$$\mu_{\tilde{B}}(y) = \begin{cases} \sup \min(\mu_{\tilde{A}_1}, \dots, \mu_{\tilde{A}_R}) & f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 0 & f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases} \quad (4.5)$$

где је f^{-1} инверзна функција функције f .

У специјалном случају када је променљива $u \in Y$ скаларна функција само једне променљиве $x \in X$, односно када се различите вредности $x \in X$ пресликавају у само једну вредност $u \in Y$ ($R=1$), принцип проширења се формално представља изразом:

$$\mu_{\tilde{B}}(y) = \begin{cases} \sup \mu_{\tilde{A}}(x) & f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 0 & f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases}. \quad (4.6)$$

Дефиниција 5. Лингвистичка променљива је променљива чије вредности су исказане лингвистичким терминима.

Дефиниција 6. Операције над фази скуповима су природна уопштења операција над класичним скуповима. Нека су два фази скупа $\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x)\}$ и $\tilde{B} = \{x, \mu_{\tilde{B}}(y)\}$ скупови који су дефинисани на универзалном скупу X . Нека је бинарна операција означена као $*$. Тада је $\tilde{A} * \tilde{B}$ фази скуп који је означен као $\tilde{C} = \tilde{A} * \tilde{B}$, тако да $\tilde{C} = \{z, \mu_{\tilde{C}}(z) | z \in R\}$. Вредности у домену фази скупа $\tilde{C}$, могу да се израчунају као $z = x * y$ и:

$$\mu_{\tilde{C}}(z) = \sup \min_{z=x*y} (\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)). \quad (4.7)$$

Нека су дата два троугаона фази броја $\tilde{A} = (l_1, m_1, u_1)$ и $\tilde{B} = (l_2, m_2, u_2)$. Основне алгебарске операције над овим фази бројевима су:

$$(l_1, m_1, u_1) + (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2), \quad (4.8)$$

$$(l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2), \quad (4.9)$$

$$(l_1, m_1, u_1) \cdot (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \cdot l_2, m_1 \cdot m_2, u_1 \cdot u_2), \quad (4.10)$$

$$(l_1, m_1, u_1) : (l_2, m_2, u_2) = (l_1 : l_2, m_1 : m_2, u_1 : u_2), \quad (4.11)$$

$$\lambda \cdot (l_1, m_1, u_1) = (\lambda \cdot l_1, \lambda \cdot m_1, \lambda \cdot u_1), \quad (4.12)$$

$$(\lambda \lambda, \lambda) + (l_1, m_1, u_1) = (\lambda + l_1, \lambda + m_1, \lambda + u_1), \quad (4.13)$$

$$(l_1, m_1, u_1)^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right). \quad (4.14)$$

4.2 Моделирање релативне важности циљева квалитета у сваком делу ланца снабдевања

У општем случају, може се претпоставити да важност циљева квалитета у сваком делу ланца снабдевања није једнака. У овом раду, тежине циљева квалитета на нивоу сваког дела ланца снабдевања задате су преко матрица парова упоређења релативног односа важности (аналогно аналитичком хијерархијском процесу). Такође, моделовање лингвистичких исказа у овом раду засновано је на теорији фази скупова и правилима фази алгебре.

Укупан број делова ланца снабдевања је означен као I . Важност циља квалитета q према пословном процесу у делу ланца снабдевања i , $q, q' = 1, \dots, Q_i$; $i = 1, \dots, I$ је описана једним од пет унапред дефинисаних лингвистичких исказа који су моделирани троугаоним фази бројевима $\tilde{w}_{qq'}^i$. Горња граница, доња граница и модална вредност ових фази бројева су означени као $l_{qq'}^i$, $u_{qq'}^i$ и $m_{qq'}^i$, респективно. Вредности у домену ових троугаоних фази бројева припадају скупу реалних бројева у интервалу $[1-5]$. Вредност 1, односно вредност 5, означава да први члан у односу на члан разматраног пара има готово једнаку, односно екстремну важност, респективно. Уколико је важност циља квалитета q' у односу на циљ квалитета q важнија на нивоу дела ланца снабдевања i , тада се вредност елемента у матрици парова упоређења релативног односа важности циљева квалитета представља троугаоним фази бројем:

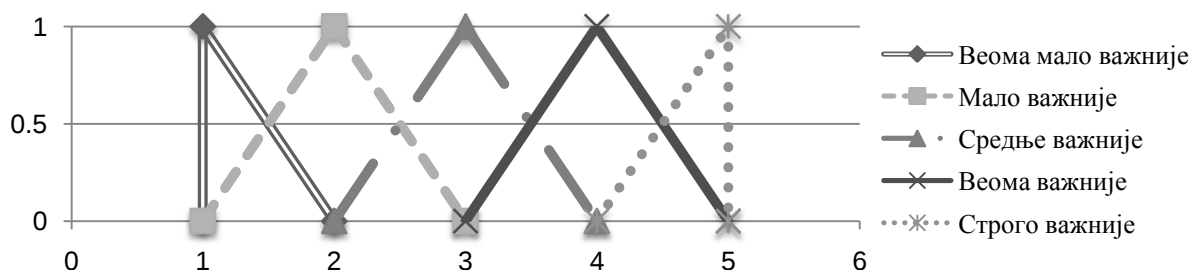
$$\tilde{w}_{qq'}^i = \left(\frac{1}{u_{qq'}^i}, \frac{1}{m_{qq'}^i}, \frac{1}{l_{qq'}^i} \right) \quad (4.15)$$

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 $(1,1,1)$. У овом раду, фази процена менаџмент тима је описана помоћу пет лингвистичких исказа који су моделирани троугаоним фази бројевима као што је приказано у табели 4.1.

Табела 4.1 - Лингвистички искази за релативне важности циљева квалитета

Веома мало важније	$\tilde{R}_1 = (x; 1,1,2)$
Мало важније	$\tilde{R}_2 = (x; 1,2,3)$
Средње важније	$\tilde{R}_3 = (x; 2,3,4)$
Веома важније	$\tilde{R}_4 = (x; 3,4,5)$
Строго важније	$\tilde{R}_5 = (x; 4,5,5)$

Изглед ових фази бројева приказан је на слици 4.2.



Слика 4.2 - Лингвистички искази моделирани фази бројевима

4.3 Моделирање вредности циљева квалитета

Како вредности циљева квалитета нису мерљиве величине, може се увести реална претпоставка да је ближе људском начину размишљања да се ове вредности описују помоћу лингвистичких исказа. Стога, вредности циљева квалитета за сваки период времена t , $t = 1, \dots, T$ у делу ланца снабдевања i , $i = 1, \dots, I$ процењују доносиоци одлуке користећи лингвистичке исказе који су унапред дефинисани. Број лингвистичких исказа одређује менаџмент тим с обзиром на величину ланца снабдевања. Ови лингвистички искази су моделирани троугаоним фази бројевима.

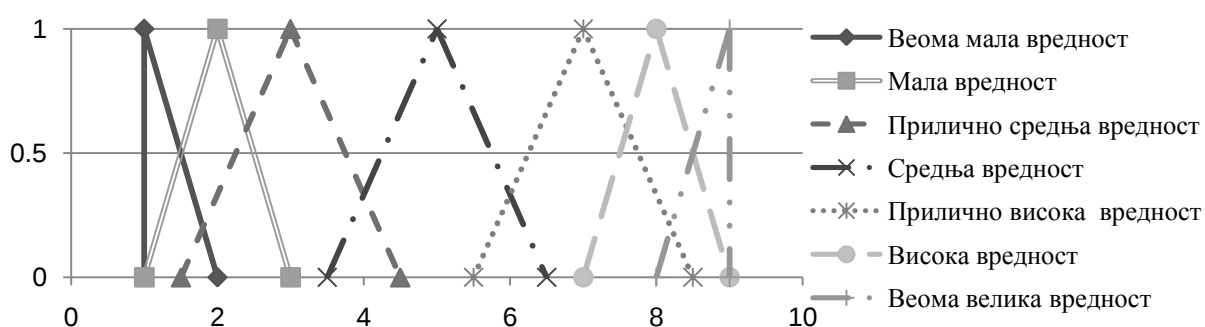
Вредност циља квалитета q^i у делу ланца снабдевања i , у временском периоду t , је означена као $\tilde{v}_{qt}^i$, $i = 1, \dots, I$; $q = 1, \dots, Q_i$; $t = 1, \dots, T$. Укупан број циљева квалитета према којима се оцењује безбедност хране у делу ланца снабдевања i је означен као Q_i . Временски период у коме се прати безбедност хране је T . Доња, горња граница и модална вредност троугаоног фази бројева $\tilde{v}_{qt}^i$ су означене као L_{it}^i , U_{it}^i , M_{it}^i , респективно.

Вредности циљева квалитета унутар сваког дела ланца снабдевања и за сваки временски период дефинисане су помоћу седам лингвистичких исказа који су моделирани троугаоним фази бројевима, као што је приказано у табели 4.2.

Табела 4.2 - Лингвистички искази за вредности циљева квалитета

Веома мала вредност	(y;1,1,2)
Мала вредност	(y;1,2,3)
Прилично средња вредност	(y;1.5,3,4.5)
Средња вредност	(y;3.5,5,6.5)
Прилично висока вредност	(y;5.5,7,8.5)
Висока вредност	(y;7,8,9)
Веома велика вредност	(y;8,9,9)

Изглед ових фази бројева приказан је на слици 4.3.



Слика 4.3 - Вредности циљева квалитета моделиране фази бројевима

4.4 Предложен фази модел за управљање безбедношћу хране у ланцу снабдевања

Фази анализа управљања безбедношћу хране у ланцима снабдевања у одређеном временском периоду заснована је на агрегацији дефинисаних циљева квалитета сваког дела ланца снабдевања.

Уведена је претпоставка да важност циљева квалитета на нивоу дела ланца снабдевања није једнака. Релативне важности циљева квалитета на нивоу сваког дела ланца снабдевања задате су преко матрица парова упоређења циљева квалитета. Елементи ових матрица су лингвистички искази који су моделирани троугаоним фази бројевима, $\tilde{w}_{q,q'}^i$, $q, q' = 1, \dots, Q_i$; $i = 1, \dots, I$. Тежина циља квалитета q , $q = 1, \dots, Q_i$ у ланцу снабдевања i , $i = 1, \dots, I$ рачуна се као средња вредност свих процењених вредности релативног односа важности разматраног циља у матрици релативног односа важности циљева квалитета. Добијена вредност је такође троугаони фази број на основу правила фази алгебре ([44], [45]). Вредност овог троугаоног фази броја је дефазификована применом методе максималне могућности ([45]). Репрезентативни скалар фази броја $\tilde{w}_{q,q'}^i$ је означен као w_q^i .

У општем случају, циљеви квалитета могу да буду бенефитне и трошковне природе. Примењујући процес нормализације домени троугаоних фази бројева, $\tilde{v}_{qt}^i$ се пресликавају у скуп реалних бројева који припадају интервалу $[0-1]$ и тако постају упоредиви. Вредност 0, односно 1, означава да разматрани циљ квалитета q у временском периоду t , у делу ланца снабдевања i , $i = 1, \dots, I$; $q = 1, \dots, Q_i$; $t = 1, \dots, T$ има најмању, односно највећу вредност, респективно. Нормализоване вредности троугаоних фази бројева су такође троугаони фази бројеви и означени су као $\tilde{r}_{qt}^i = (z; L_{qt}^i, M_{qt}^i, U_{qt}^i)$. У овом раду коришћена је процедура линеарне нормализације.

Отежана вредност сваког циља квалитета, на нивоу сваког дела ланца снабдевања и у сваком посматраном временском периоду, рачуна се као производ тежине индикатора на нивоу процеса, w_{qt}^i и нормализоване вредности индикатора на нивоу процеса, $\tilde{r}_{qt}^i$. На основу правила о множењу фази броја константом, отежана вредност циља квалитета је такође описана троугаоним фази бројем, $\tilde{d}_{qt}^i$.

За анализу успешности управљања безбедношћу хране у ланцу снабдевања важни су следећи задаци.

(1) Одређивање у ком временском периоду t дефинисани циљ квалитета q на нивоу дела ланца снабдевања i има најмању вредност, $q = 1, \dots, Q_i$; $i = 1, \dots, I$; $t = 1, \dots, T$. На основу ове вредности менаџмент тим може да предузме одговарајуће менаџмент мере како би се побољшале перформансе разматраног циља у периоду t , $t = 1, \dots, T$.

(2) Одређивање оцене управљања безбедношћу хране у делу ланца снабдевања i , у временском периоду t , респектујући све дефинисане циљеве квалитета и њихове тежине, $\tilde{O}_t^i$; $i = 1, \dots, I$; $t = 1, \dots, T$. Вредност ове оцене се добија као средња вредност отежаних нормализованих вредности циљева квалитета у делу ланца снабдевања i , у временском периоду t , $i = 1, \dots, I$; $t = 1, \dots, T$. На основу израчунатих вредности $\tilde{O}_t^i$ менаџмент тим може да одреди ранг успешности управљања безбедношћу храном у делу ланца снабдевања i , $i = 1, \dots, I$ у сваком периоду t , $t = 1, \dots, T$.

Ранг се одређује на основу вредности $\tilde{O}_t^i$ тако да се на првом, односно последњем месту, налази временски период t у коме је вредност $\tilde{O}_t^i$ најмања, односно највећа, респективно. Рангирање вредности $\tilde{O}_t^i$ извршено је применом методе о поређењу континуалних фази бројева ([46], [47]). Према добијеном рангу може да се донесе одлука о тренду успешности управљања безбедношћу храном у делу ланца снабдевања i , $i = 1, \dots, I$.

(3) Израчунавање мере веровања да је успешност управљања у периоду t' лошија од управљања у периоду t^* . Нека је оцена успешности управљања безбедношћу храном у ланцу снабдевања i , $i = 1, \dots, I$ која се налази на првом месту у рангу означена као $\tilde{O}_{t^*}^i$, $t' = 1, \dots, T$; $t' \neq t^*$. Мера веровања је одређена применом методе о поређењу фази бројева (Додатак 1). На основу израчунате вредности менаџмент треба да донесе одлуку када треба да предузме мере које треба да доведу до побољшања перформанси управљања безбедношћу храном у сваком дискретизованом временском периоду t , $t = 1, \dots, T$.

Мера веровања је вредност која припада скупу реалних бројева на интервалу $[0-1]$. Ако је вредност ближа 0, односно јединици, то означава да је мера веровања менаџмент тима мања, односно већа, да циљ квалитета који се не налази на првом месту има лошије перформансе од циља квалитета који се налази на првом месту.

(4) Израчунавање оцене успешности управљања безбедношћу храном у делу ланца снабдевања i , $i = 1, \dots, I$, $\tilde{O}^i$ у посматраном временском периоду T .

(5) Одређивање ранга успешности управљања безбедношћу хране у периоду t , $t = 1, \dots, T$ сваког дела ланца снабдевања i , $i = 1, \dots, I$. На основу израчунатог ранга менаџмент тим може на егзактан начин да одреди у ком делу ланца снабдевања управљање има најлошије карактеристике. Респектујући добијени резултат, менаџмент тим прво треба да предузме одговарајуће мере за побољшање перформанси циљева квалитета у оном делу ланца снабдевања у којем управљање има најлошије карактеристике.

(6) Одређивање мере веровања да је успешност управљања у делу ланца снабдевања i' , $i' = 1, \dots, I$; $i' \neq i^*$ (i^* је онај део ланца снабдевања у којем је управљање безбедношћу храном најлошије) лошија од управљања у делу i^* . Према израчунатим вредностима мера веровања менаџмент тим може да утврди у којој мери је управљање безбедношћу храном боље у осталим деловима ланца снабдевања у односу на део i^* . Ако је мера веровања ближа 0 тада је јасно да је неопходно да се одговарајуће менаџмент мере прво предузимају у делу ланца снабдевања i^* . Ако је мера веровања велика тада менаџмент тим треба да донесе одлуку када треба да предузме мере у циљу побољшања успешности управљања у делу ланца снабдевања i' , $i' = 1, \dots, I$; $i' \neq i^*$.

(7) Одређивање оцене успешности управљања безбедношћу хране у целом ланцу снабдевања, $\tilde{O}$. Ова вредност се добија као збир оцена успешности управљања сваког дела ланца снабдевања.

На основу добијених вредности $\tilde{O}$, менаџмент тим ланца снабдевања може да утврди да ли разматрани ланац снабдевања има безбедније управљање храном у односу на друге ланце снабдевања храном. За менаџмент тим сваког ланца снабдевања, а посебно за потенцијалне инвеститоре, па и купце, је од значаја оцена успешности безбедношћу храном у ланцу снабдевања.

4.5 Алгоритам предложеног модела

Следи приказ алгоритма развијеног фази модела.

Корак 1. Поставе се матрице парова упоређења циљева квалитета у делу ланца снабдевања i

$$[\tilde{w}_{qq'}^i]; q, q' = 1, \dots, Q_i; i = 1, \dots, I \quad (4.16)$$

а тежина циља квалитета q , се рачуна као:

$$\tilde{w}_q^i = \frac{1}{Q_i} \cdot \sum_{q'=1}^{Q_i} \tilde{w}_{qq'}^i. \quad (4.17)$$

Корак 2. Репрезентативни скалар фази броја $\tilde{w}_q^i$, w_q^i добија се методом момента:

$$w_q^i = \frac{\int x \cdot \mu_{\tilde{w}_q^i}}{\int \mu_{\tilde{w}_q^i}} \quad (4.18)$$

Корак 3. Трансформишу се све лингвистичке вредности циља квалитета, $\tilde{v}_{qt}^i = (y; L_{qt}^i, M_{qt}^i, U_{qt}^i)$ у $\tilde{r}_{qt}^i = (y; L_{qt}^i, M_{qt}^i, U_{qt}^i)$; $z \in [0,1]$; $i = 1, \dots, I$; $g = 1, \dots, G$; $p = 1, \dots, P$; $f = 1, \dots, F$ помоћу методе линеарне нормализације:

за бенефитан тип индикатора:

$$\tilde{r}_{qt}^i = \left(\frac{L_{qt}^i}{U_{qt}^{i*}}, \frac{M_{qt}^i}{U_{qt}^{i*}}, \frac{U_{qt}^i}{U_{qt}^{i*}} \right) \quad (4.19)$$

за трошкован тип индикатора:

$$\tilde{r}_{igp}^f = \left(\frac{L_{qt}^{i-}}{U_{qt}^{i-}}, \frac{L_{qt}^{i-}}{M_{qt}^{i-}}, \frac{L_{qt}^{i-}}{L_{qt}^{i-}} \right) \quad (4.20)$$

где су:

$$U_{qt}^{i*} = \max_{y=1, \dots, Y_{qt}^i} U_{qt}^y; L_{qt}^{i-} = \min_{y=1, \dots, Y_{qt}^i} L_{qt}^y.$$

Корак 4. Израчуна се отежана нормализована вредност циља квалитета q , у делу ланца снабдевања i , у временском периоду t :

$$\tilde{d}_{qt}^i = w_q^i \cdot \tilde{r}_{qt}^i; q = 1, \dots, Q_i; t = 1, \dots, T, \quad (4.21)$$

где је вредност $\tilde{d}_{qt}^i$ фази оцена циља квалитета q , у делу ланца снабдевања i , у временском периоду t .

Корак 5. Из услова $\min_{t=1, \dots, T} \tilde{d}_{qt}^i = \tilde{d}_{qt}^{i*}$ одређује се временски период t^* у коме циљ квалитета q у делу ланца снабдевања i има најлошије карактеристике, $i = 1, \dots, I$; $q = 1, \dots, Q_i$; $t = 1, \dots, T$.

Корак 6. Одреди се оцена успешности управљања безбедношћу хране у делу ланца снабдевања i , у периоду t , респектујући све вредности дефинисаних циљева квалитета дела ланца снабдевања i као и њихове тежине, $\tilde{O}_t^i$:

$$\tilde{O}_t^i = \frac{1}{Q_i} \cdot \sum_{q=1}^{Q_i} \tilde{d}_{qt}^i; i = 1, \dots, I; q = 1, \dots, Q_i; t = 1, \dots, T. \quad (4.22)$$

Корак 7. Одреди се ранг успешности управљања безбедношћу хране који се реализује у делу ланца снабдевања i током разматраног временског периода T . Управљање које има најлошије перформансе налази се на првом месту у рангу. На последњем месту се налази управљање коме је придружена највећа вредност оцено $\tilde{O}_t^i$. Одређивање ранга процеса засновано је на методи поређења троугаоних фази бројева (Додатак 1).

Корак 8. Одреди се мера веровања да управљање безбедношћу хране у периоду t , у делу ланца снабдевања i , који се налази на другом месту у рангу има лошије карактеристике од управљања који се налази на првом месту у рангу (управљање коме је придружена најмања вредност оцено, $\tilde{O}_{t^*}^i$):

$$\text{Bel}(\tilde{O}_t^i \geq \tilde{O}_{t^*}^i); t' = 1, \dots, T; t' \neq t^* i = 1, \dots, I. \quad (4.23)$$

Корак 9. Одреди се оцена успешности управљања безбедношћу хране у делу ланца снабдевања i током целог временског периода T :

$$\tilde{O}^i = \frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T \tilde{O}_t^i; t = 1, \dots, T; i = 1, \dots, I. \quad (4.24)$$

Корак 10. Одреди се мера веровања да је управљање безбедношћу хране у делу ланца снабдевања i , током унапред дефинисаног временског периода T , има лошије перформансе од управљања безбедношћу хране у оном делу ланца снабдевања које има најлошије перформансе:

$$\text{Bel}(\tilde{O}^i \geq \tilde{O}^{i^*}); i = 1, \dots, I; i \neq i^*. \quad (4.25)$$

Корак 11. Одреди се оцена управљања безбедношћу хране у ланцу снабдевања током унапред дефинисаног временског периода T :

$$\tilde{O} = \sum_{i=1}^I \tilde{O}^i. \quad (4.26)$$

5. РАЧУНАРСКИ ПРОГРАМ ЗА УПРАВЉАЊЕ БЕЗБЕДНОШЋУ ПРОЦЕСА И ПРОИЗВОДА У ЛАНЦУ ИСХРАНЕ

Циљ овог рада је прављење новог фази експертског система за управљање безбедношћу процеса и производа у ланцу исхране. Сами експертски системи представљају окосницу између појма рачунарска технологија и вештачка интелигенција. То су компјутерски програми чија је алгоритамска конструкција реализована на специфичан начин. Специфичност се огледа у чињеници да је његова грађа одређена уским подручјем пословања и одлукама темељеним на базама знања. Формирано знање потиче од експерата неког подручја пословања који су на бази правила закључивања и података изнели све релевантне чињенице. Потом, тај систем помаже експертима у решавању сложенијих проблема. У табели 5.1 приказане су разлике између људског мозга и рачунара.

Табела 5.1 - Упоредне карактеристике људског мозга и рачунара [48]

Карактеристика	Људски мозак	Рачунар
Брзина	спор	брз
Начин резоновања	индуктивно	дедуктивно
Прецизност	непрецизан	прецизан
Препознавање околине	брзо	споро
Памћење	забораван	меморије са дугим памћењем
Креативност	креативан	без креативности
Емоције	емотиван	без емоција
Сазнавање	учењем	програмирањем
Преношење знања	компликовано	једноставно (копирањем)
Начин функционисања	електрохемијски	електрични

5.1 Експертски системи

У пракси се често јавља потреба за низом специфичних знања датих у целини, брзо, сигурно и повезано. Другим речима, жели се да у проблематичним ситуацијама и код доношења сложених одлука помогне добар стручњак, врхунски специјалиста или, како се другачије каже, експерт. Помоћ експерта је добро дошла у сложеним ситуацијама било које области људског рада: медицине, праву, грађевинарству, индустрији, маркетингу, итд.

Имати поред себе експерта није ни најмање једноставно, експерата нема превише, нису на располагању у сваком тренутку и нису ни јефтине. Осим тога, ни један експерт не може да поседује сва знања. С друге стране, данашњи степен развоја модерне информатичке науке све више омогућава да се стално може располагати експертским услугама. При томе се мисли на експертске системе.

Под експертским системом се подразумева таква врста програмске подршке или софтвера на рачунару, која у већој или мањој мери замењује човека - експерта. Овај систем је у стању да, на основу унесених података и уграђених логичких алгоритама (правила закључивања) и тако настале базе знања, ефикасно помогне кориснику у решавању специфичне проблематике [49].

Експертски систем је рачунарски програм који треба да симулира активност експерта и да у физичком одсуству особе експерта реши проблем на начин сличан начину на који експерт поступа. Знање експерта је у таквом облику да рачунар може често да понуди не само решење проблема већ и објашњење како се дошло до решења, интеллигентан савет или да предузме интеллигентну одлуку о функцији која је у поступку. Највећи ефекат примене рачунара у области експертских система је када је број правила велики и кад би човеку било врло тешко извести тачан закључак.

Експертски системи успешно се примењују у:

- управљању индустријским процесима,
- медицинској дијагностици,
- финансијама и банкарству,
- планирању експеримента у биологији, хемији, молекуларној генетици,
- надгледању инсталација,
- војне сврхе,
- одређивању оптималне конфигурације компоненти комплексних система,
- правним системима.

Циљ примене експертских система је да знање из разних специфичних области људске делатности постане доступније кроз примену рачунарских програма. Они не могу потпуно заменити људске експерте, нарочито у погледу креативности и коришћења општег знања (из обичног живота и других области), али они имају и неке предности у односу на људе:

- Може се рећи да способности експерта временом опадају јер човек стари и није увек и перманентно у ситуацији да држи корак са технолошким променама, док су могућности експертског система независне од времена, здравља или емоција. Стога је он постојан.
- Експертски систем се пројектује тако да може да преноси знања, док то за једног експерта може да буде тежак, понекад нерешив проблем. Зато га одликује преносивост.
- При доношењу одлуке, експерт може да буде под утицајем околине и да буде субјективан. Експертски систем за исте улазне параметре увек доноси исте одлуке. На њега околина не утиче, па се зато каже да је он конзистентан.
- Економски гледано, цена експертског система је ниска у поређењу са издацима за рад експерта. Тамо где је потребно много стручњака исплативије је применити експертски систем. Уједно је лакше обезбедити више рачунара него обучити стручњака за неку област. Зато је он јефтин.

Међутим, експертски системи нису свемогући и постоје већ јасна ограничења њихове примене. Не може се експертски систем пројектовати за сваку примену, ни за сваки обим посла. То се чини ако је развој могућ, оправдан и одговарајући.

Да би развој експертског система био могућ, потребни су следећи услови:

- решавање проблема не захтева расуђивање здравог разума,
- захтева мисаоне вештине,
- експерти могу да дефинишу методе решавања проблема и они су јединствени,
- проблем није сувише сложен,
- проблем је разумљив.

Развој експертског система је оправдан ако:

- постоји економска исплативост,
- експертски систем се развија за практичну намену,
- експерти често напуштају радно место,
- експерти су ретки,
- потребна је експертиза на много места,
- радно место је неподесно или чак штетно за човека, због контаминираности или другог разлога који угрожава живот, па човека замењује рачунар.

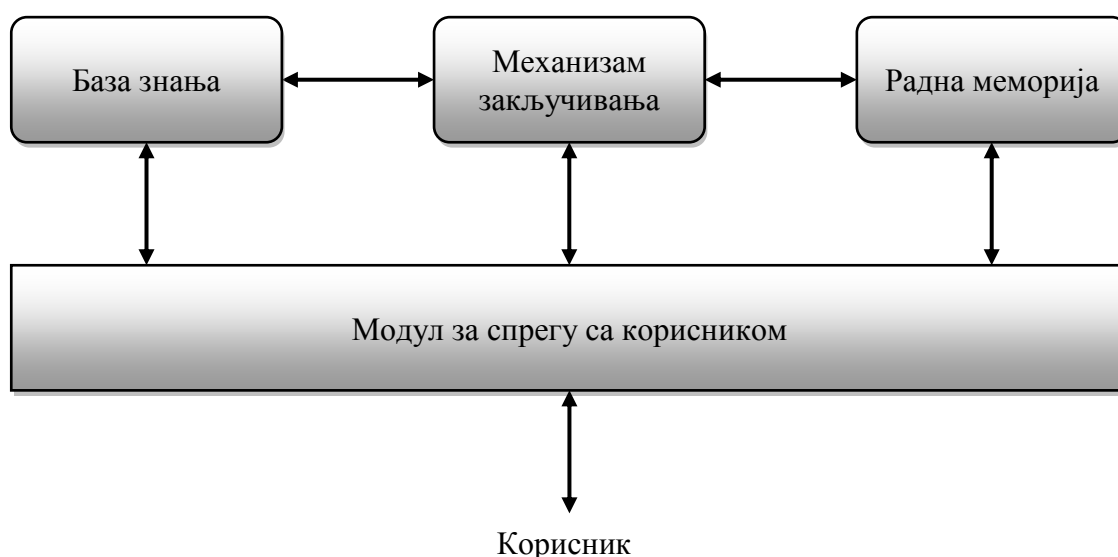
Развој експертског система је одговарајући у случају да:

- решавање проблема захтева руковање симболима,
- користе се хеуристичка решења,
- проблем није сувише једноставан,
- решење има практичну примену,
- решавање проблема није сувише обимно [50].

Учесници у развоју експертског система су:

- експерт (особа која поседује знање, вештину и искуство на основу којих решава проблеме из одређеног домена боље и ефикасније од других људи),
- инжењер знања (који дизајнира, имплементира и тестира експертски систем, зна који је софтверски алат погодан за решавање проблема који дефинише, интервјуише експерта, идентификује концепте, организује и формализује знање које се представља, идентификује методе, врши избор софтверског окружења за развој, имплементира, тестира и ревидира, инсталира и одржава систем),
- крајњи корисник (који ради са експертским системом, уноси улазне податке и чињенице, захтева објашњења и дефинише захтеве везане за кориснички интерфејс).

Основни делови сваког експертског система су: база знања, механизам закључивања и радна меморија. Обавезни саставни део експертског система консултативног типа је и интерфејс према кориснику, као на слици 5.1.



Слика 5.1 - Основни делови експертског система

Поред ових компоненти, експертски систем обично садржи и помоћне модуле, као што су: подсистем за прикупљање знања и подсистем за објашњавање. Сви модули експертског система, осим базе знања, заједно чине шкољку.

База знања представља знање које је одређеном техником репрезентовано у меморији рачунара тако да му се може по потреби на адекватан и ефикасан начин приступити. Знање се у експертски систем уноси у виду тврдњи, чињеница, принципа и правила. Стручњак за развој експертског система у консултацијама са експертом долази до чињеничног или хеуристичког знања из дате области. То знање кодира на одговарајући начин и уноси га у систем. Ова база је специјализована и јединствена за конкретни систем који садржи знање експерата из одређене области, а које је унето путем система за прикупљање знања и не мења се током времена.

Механизам закључивања је заправо процесор који усклађује чињенице садржане у радној меморији са знањима из области која се налазе у бази знања и на основу тога изводи одређене закључке у вези проблема или ствара нове чињенице на бази чињеница и правила која су имплицитно похрањена у бази знања. Овај механизам анализира базу знања при процесу решавања проблема у коме се преко низа закључака долази до решења.

Радна меморија омогућава смештање, брисање и измену података и чињеница за један конкретан случај, у току рада једног експертског система. Радна меморија садржи тренутне податке о проблему који се решава. Они су променљиви и одражавају тренутно стање у процесу решавања. Податак једном уписан у радну меморију систем може да користи до краја процеса закључивања, уколико се пре тога неком наредбом ова вредност не обрише или промени. Радна меморија као компонента експертског система физички представља део *RAM* меморије рачунара у коме се у току рада бележе и чувају све познате чињенице и подаци са којима систем у том тренутку располаже. Садржај радне меморије у неком тренутку назива се контекст ситуације или проблема. Он је променљив, јер се радом експертског система, тј. закључивањем долази до нових чињеница, од корисника се може захтевати унос потребних података, итд.

Модул за везу са корисником тј. комуникациони интерфејс омогућава кориснику удобну интеракцију у систему човек - рачунар и увид у процес закључивања (доношење закључака, објашњење или пак навођење укупне процедуре закључивања експертског система) [51]. Преко овог интерфејса размењују се информације између корисника и експертског система у току процеса решавања проблема. У току његовог рада, тј. претраживања базе знања, систем може да испишује поруке кориснику, као и да захтева унос оних података до којих се на други начин не може доћи. Корисник може да одговара на питања система, најчешће када је потребно унети потребне чињенице за проблем који се решава, као и да поставља питања која могу бити у вези са захтевом да се образложе добијени закључци до којих је експертски систем дошао.

Експерти се често ослањају на уопштене појмове и уопштена размишљања у процесу решавања појединих проблема. У таквим случајевима експерти описују проблеме користећи неодређене или вишесмислене термине. Фази експертски системи омогућавају укључивање језичких судова у формалне описе система. Показали су се као погодни за моделирање сложених, или у формалном смислу недовољно добро дефинисаних проблема, те су потенцијални избор при моделирању нелинеарних система [49]. У овом раду направљен је баш овакав, фази експертски систем.

5.2 Опис програма

Задатак изградње фази експертског система укључује кодирање фази скупова, правила и процедура за извршавање фази логичких функција за фази закључивање. За извршавање ових задатака постоје два приступа:

- изградња фази система користећи програмске језике,
- коришћење фази логички развојног скелетног система.

Већина истраживача фази логичких експертских система користи програмски језик *C*. Овај програмски језик нуди структуре података које су вођене процедурама имплементирања фази логике. Међутим, изграђујући фази логички систем, користећи виши програмски језик, потребно је да истраживач кодира не само знање проблема, фази скуп и фази правила, него и процедуру фази логике [49]. У овом случају за приказ интерфејса коришћени су *HTML* и *CSS*, а за писање алгоритама коришћени су *JavaScript* и *open source* библиотека *jQuery*.

HTML (HyperText Markup Language) је стандаризовани језик који се користи при структурирању текстова, медија и уграђених објеката у веб странице. Многе веб странице су потпуно или делимично означене *HTML* језиком. Сврха *HTML* знакова (тагова) је да се структура документа означи тако да би интернет претраживач могао да препозна структуру документа и исправно је прикаже у прозору интернет претраживача којег корисник користи.

CSS (Cascading Style Sheets) је језик форматирања помоћу ког се дефинише изглед елемената веб странице. Његова синтакса се састоји од описа изгледа елемената у документу. Опис може да дефинише изглед више елемената, и више описа може да дефинише један елемент. На тај начин се описи слажу један преко другог да би дефинисали коначни изглед одређеног елемента.

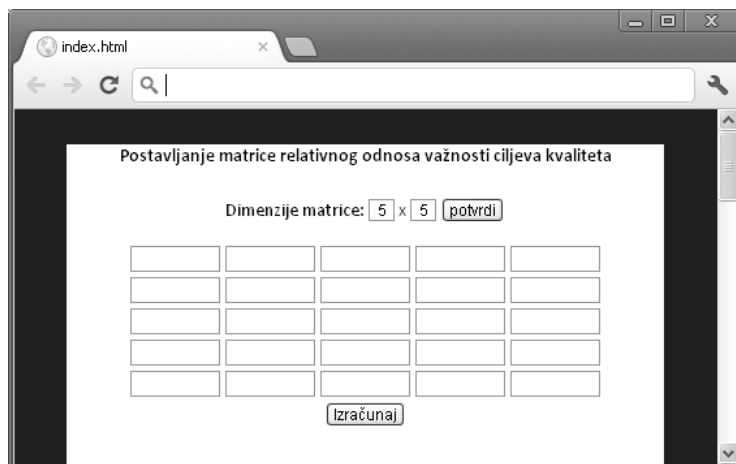
JavaScript је језик који се користи углавном за стварање интерактивних интернет страница. Настао је 1995. године и данас је малтене неизбежан на интернету. Данас готово сви веб сајтови на интернету у свом изворном коду имају и *JavaScript*. Он се укључује у садржај *HTML* документа и омогућава унапређење *HTML* страна са интересантним ефектима. На пример, коришћењем *JavaScript*-а је могуће одговорати на акције корисника у самом *WWW* читачу. Оно што је битно јесте да овај програм може да се извршава само у оквиру *WWW* читача и нигде другде.

jQuery је посебна врста *JavaScript* библиотеке, развијене са наменом да буде надоградња основног *JavaScript*-а. *jQuery* поједностављује његову синтаксу и омогућава бољу интеракцију између *JavaScript*-а и других програмских језика намењених развоју интернет апликација.

На основу свега овога следи да је за покретање направљеног програма потребно поседовати неки веб претраживач. Након покретања фајла *Index.html* покреће се веб претраживач и могуће је започети са уношењем потребних података у експертски систем.

На страницама које следе дат је приказ делова програма које корисник види приликом рада (модул за везу са корисником) а поред тога, дат је и део изворног кода који чини програм (цео код садржи преко 600 линија).

Најпре је потребно унети димензије матрице релативног односа важности циљева квалитета, кликнути на “потврди” и унети вредности фази троуглова у одговарајућа поља (слика 5.2).



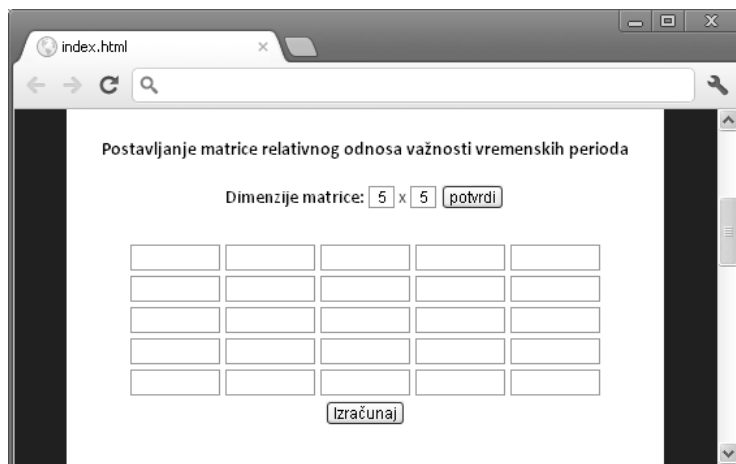
Слика 5.2 - Део програма за постављање прве матрице

Све вредности које се уносе смештају се у радну меморију експертског система.

Вредности релативног односа важности циљева квалитета најпре се уносе у матрицу *MatrixW* и рачунају се средње вредности по врстама, након чега се добијене вредности убацују у матрицу *Indicators*:

```
var MatrixW = new Array();
var Indicators = new Array();
for(i=1; i<=yW; i++){
    MatrixW[i] = new Array();
    for(j=1; j<=xW; j++){
        MatrixW[i][j] = new Array();
        var dArray = new Array();
        var Data = $("#K1 .MatrixW .TableW ." + i + j + "").val();
        dArray = Data.split(",");
        for(z=0; z<=2; z++){
            MatrixW[i][j][z] = dArray[z];
        }
    }
}
for(i=1; i<=yW; i++){
    Indicators[i] = new Array();
    sum_1 = 0;
    sum_2 = 0;
    sum_3 = 0;
    for(j=1; j<=xW; j++){
        sum_1 += parseFloat(MatrixW[i][j][0]);
        sum_2 += parseFloat(MatrixW[i][j][1]);
        sum_3 += parseFloat(MatrixW[i][j][2]);
    }
    Indicators[i][0] = sum_1/xW;
    Indicators[i][1] = sum_2/xW;
    Indicators[i][2] = sum_3/xW;
}
```

Након тога, потребно је унети димензије матрице релативног односа важности временских периода, кликнути на “потврди” и унети вредности фази троуглова у одговарајућа поља (слика 5.3).



Слика 5.3 - Део програма за постављање друге матрице

Вредности релативног односа важности временских периода најпре се уносе у матрицу *MatrixV* и рачунају се средње вредности по врстама, након чега се добијене вредности убацују у матрицу *Processes*:

```
var MatrixV = new Array();
var Processes = new Array();
for(i=1; i<=yV; i++){
    MatrixV[i] = new Array();
    for(j=1; j<=xV; j++){
        MatrixV[i][j] = new Array();
        var dArray = new Array();
        var Data = $("#K2 .MatrixV .TableV ." + i + j + "").val();
        dArray = Data.split(",");
        for(z=0; z<=2; z++){
            MatrixV[i][j][z] = dArray[z];
        }
    }
}

for(i=1; i<=yV; i++){
    Processes[i] = new Array();
    sum_1 = 0;
    sum_2 = 0;
    sum_3 = 0;
    for(j=1; j<=xV; j++){
        sum_1 += parseFloat(MatrixV[i][j][0]);
        sum_2 += parseFloat(MatrixV[i][j][1]);
        sum_3 += parseFloat(MatrixV[i][j][2]);
    }
    Processes[i][0] = sum_1/xV;
    Processes[i][1] = sum_2/xV;
    Processes[i][2] = sum_3/xV;
}
```

Након овога врши се дефазификација, а потом следи уношење лингвистичких исказа (слика 5.4). Најпре се уноси број лингвистичких исказа, кликне се на “потврди” и уносе се називи исказа и њихове вредности.

Слика 5.4 - Део програма за постављање лингвистичких исказа

Унети искази са вредностима памте се у матрицу *Expressions*, при чему се на нултом месту у матрици налазе називи исказа, док се на местима 1, 2 и 3 налазе вредности фази троуглова:

```
var Expressions = new Array();
for(i=1; i<=xI; i++){
    Expressions[i] = new Array();
}
for(i=1; i<=xI; i++){
    Expr = $("#K5 .Expressions .TableExp .Exp"+i).val();
    Val = $("#K5 .Expressions .TableExp .Val"+i).val();
    dArray = new Array();
    dArray = Val.split(",","3");
    Expressions[i][0] = Expr;
    Expressions[i][1] = dArray[0];
    Expressions[i][2] = dArray[1];
    Expressions[i][3] = dArray[2];
}
```

Следи додељивање вредности циљева квалитета, при чему се прво бира тип циља квалитета (*benefit/cost*), а потом се из падајућег менија бирају одговарајући лингвистички искази (слика 5.5).

Слика 5.5 - Део програма за додељивање лингвистичких исказа

У овом делу врши се множење нормализованих вредности лингвистичких исказа дефазификованим вредностима из матрица *Indicators* и *Processes*, односно из матрице *MatrixR*. Овај део представља базу знања експертског система.

```
for(i=1; i<=xS; i++){
    MatrixS[i] = new Array();
    Data = $("#K6 .Sel"+i+"0").val();
    if(Data == "Benefit"){
        for(j=1; j<=yS; j++){
            MatrixS[i][j] = new Array();
            DataExp = $("#K6 .Sel"+i+j).val();
            var zS = parseInt($("#K5 .dim .i").val());
            for(z=1; z<=zS; z++){
                if(Expressions[z][0] == DataExp){
                    a=MatrixR[i][j]*((Expressions[z][1])/max);
                    b=MatrixR[i][j]*((Expressions[z][2])/max);
                    c=MatrixR[i][j]*((Expressions[z][3])/max);
                    MatrixS[i][j][0] = a.toPrecision(4);
                    MatrixS[i][j][1] = b.toPrecision(4);
                    MatrixS[i][j][2] = c.toPrecision(4);
                }
            }
        }
    }
    else if(Data == "Cost"){
        for(j=1; j<=yS; j++){
            MatrixS[i][j] = new Array();
            DataExp = $("#K6 .Sel"+i+j).val();
            var zS = parseInt($("#K5 .dim .i").val());
            for(z=1; z<=zS; z++){
                if(Expressions[z][0] == DataExp){
                    a=MatrixR[i][j]*(min/(Expressions[z][3]));
                    b=MatrixR[i][j]*(min/(Expressions[z][2]));
                    c=MatrixR[i][j]*(min/(Expressions[z][1]));
                    MatrixS[i][j][0] = a.toPrecision(4);
                    MatrixS[i][j][1] = b.toPrecision(4);
                    MatrixS[i][j][2] = c.toPrecision(4);
                }
            }
        }
    }
}
```

Након овога, програм врши испис добијених резултата а потом следи анализа циљева квалитета. Прво се одређују вредности минимума по хоризонтали *hMinimum*, а затим се врши сортирање од најмањег ка највећем и памти у *sortedMinimum*:

```
for(i=1; i<=X; i++){
    hMinimum[i] = new Array();
}

for(i=1; i<=X; i++){
    min = 2;
    process = 0;
```

```

        pos = 0;
        for(j=1; j<=Y; j++){
            if(MatrixS[i][j][1] < min){
                min = MatrixS[i][j][1];
                process = i;
                pos = j;
            }
            hMinimum[i][0] = process;
            hMinimum[i][1] = MatrixS[i][pos][0];
            hMinimum[i][2] = min;
            hMinimum[i][3] = MatrixS[i][pos][2];
        }

        for(i=1; i<=X; i++){
            sortedMinimum[i] = new Array();
        }

        temp = 0;

        for(i=1; i<=X; i++){
            min = 2;
            for(j=1; j<=X; j++){
                if(hMinimum[j][2] < min){
                    min = hMinimum[j][2];
                    temp = j;
                }
            }
            sortedMinimum[i][0] = hMinimum[temp][0];
            sortedMinimum[i][1] = hMinimum[temp][1];
            sortedMinimum[i][2] = min;
            sortedMinimum[i][3] = hMinimum[temp][3];
            hMinimum[temp][1] = 10;
            hMinimum[temp][2] = 10;
            hMinimum[temp][3] = 10;
        }
    }

```

Затим следи анализа управљања по временским периодима, тако што се одређују средње вредности по вертикалама и памти се у матрицу *vAverage*, а затим врши сортирање фази троуглова од најмањег ка највећем и памти у матрицу *sortedAverage*:

```

for(j=1; j<=Y; j++){
    vAverage[j] = new Array();
}

for(i=1; i<=Y; i++){
    sortedAverage[i] = new Array();
}

for(j=1; j<=Y; j++){
    sum_0 = 0;
    sum_1 = 0;

```

```

        sum_2 = 0;
        for(i=1; i<=X; i++){
            sum_0 += parseFloat(MatrixS[i][j][0]);
            sum_1 += parseFloat(MatrixS[i][j][1]);
            sum_2 += parseFloat(MatrixS[i][j][2]);
        }
        vAverage[j][0] = j;
        vAverage[j][1] = sum_0/X;
        vAverage[j][2] = sum_1/X;
        vAverage[j][3] = sum_2/X;
    }
    temp = 0;

    for(i=1; i<=Y; i++){
        min = 2;

        for(j=1; j<=Y; j++){
            if(vAverage[j][2] < min){
                min = vAverage[j][2];
                temp = j;
            }
        }
        sortedAverage[i][0] = vAverage[temp][0];
        sortedAverage[i][1] = vAverage[temp][1].toFixed(4);
        sortedAverage[i][2] = min.toFixed(4);
        sortedAverage[i][3] = vAverage[temp][3].toFixed(4);
        vAverage[temp][1] = 10;
        vAverage[temp][2] = 10;
        vAverage[temp][3] = 10;
    }
}

```

Програм затим указује на критичне циљеве и критичне периоде управљања, што заједно са претходним анализама представља механизам закључивања експертског система.

Након тога рачуна се оцена успешности целокупног процеса:

```

sum1 = 0;
sum2 = 0;
sum3 = 0;
for(i=1; i<=Y; i++){
    sum1 += vAverage[i][1];
    sum2 += vAverage[i][2];
    sum3 += vAverage[i][3];
}
x1 = sum1/Y;
x2 = sum2/Y;
x3 = sum3/Y;
q[1] = x1.toFixed(4);
q[2] = x2.toFixed(4);
q[3] = x3.toFixed(4);

```

Добијене резултате могуће је снимити у *.txt фајл.

6. СТУДИЈА СЛУЧАЈА (CASE STUDY)

У ланцу снабдевања храном који је разматран у овом раду могу да се разликују три процеса: (1) примарна производња, (2) процес прераде и (3) процес складиштења, послуживања и конзумирања. За сваки од ових процеса дефинисани су циљеви на основу којих се оцењује квалитет процеса. На слици 6.1 дати су циљеви квалитета идентификованих процеса у ланцу снабдевања храном.



Слика 6.1- Циљеви квалитета за сва три процеса у ланцу снабдевања храном

Релативне важности циљева квалитета дате су у матричном облику облику:

а) за процес примарне производње:

$$\begin{bmatrix} 1,1,1 & 1/\tilde{R}_3 & 1/\tilde{R}_2 & \tilde{R}_1 & 1/\tilde{R}_2 \\ \tilde{R}_3 & 1,1,1 & \tilde{R}_2 & \tilde{R}_1 & \tilde{R}_1 \\ \tilde{R}_2 & 1/\tilde{R}_2 & 1,1,1 & 1/\tilde{R}_2 & \tilde{R}_2 \\ 1/\tilde{R}_1 & 1/\tilde{R}_1 & \tilde{R}_2 & 1,1,1 & \tilde{R}_2 \\ \tilde{R}_2 & 1/\tilde{R}_1 & 1/\tilde{R}_2 & 1/\tilde{R}_2 & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

б) процес прераде:

$$\begin{bmatrix} 1,1,1 & \tilde{R}_2 & \tilde{R}_3 & \tilde{R}_1 & \tilde{R}_1 \\ 1/\tilde{R}_2 & 1,1,1 & 1/\tilde{R}_2 & 1/\tilde{R}_1 & 1/\tilde{R}_2 \\ 1/\tilde{R}_3 & \tilde{R}_2 & 1,1,1 & \tilde{R}_1 & \tilde{R}_2 \\ 1/\tilde{R}_1 & \tilde{R}_1 & 1/\tilde{R}_1 & 1,1,1 & 1/\tilde{R}_2 \\ 1/\tilde{R}_1 & \tilde{R}_2 & 1/\tilde{R}_2 & \tilde{R}_2 & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

в) процес складиштења, послуживања и конзумирања:

$$\begin{bmatrix} 1,1,1 & 1/\tilde{R}_3 & \tilde{R}_2 \\ \tilde{R}_3 & 1,1,1 & \tilde{R}_3 \\ 1/\tilde{R}_2 & 1/\tilde{R}_3 & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

Оцене вредности циљева у сваком разматраном временском периоду (у овом раду месец дана) процењене су од стране менаџмент тима ланца снабдевања храном.

6.1 Демонстрација направљеног фази експертског система

Као што је речено, фази експерти систем који је развијен у овом раду заснован је на моделу. На следећим сликама илустрован је рад предложеног фази експертског система за разматрани ланац снабдевања храном.

The screenshot shows two web forms in a browser window titled 'index.html'. The first form, 'Postavljanje matrice relativnog odnosa važnosti ciljeva kvaliteta', has a dimension input of 5x5 and a 'potvrdi' button. Below it is a 5x5 grid of input fields containing values like 1,1,1, 0.25,0.33,0, 0.33,0.5,1, 1,1,2, 0.33,0.5,1, 2,3,4, 1,1,1, 1,2,3, 1,1,2, 1,1,2, 1,2,3, 0.33,0.5,1, 1,1,1, 0.33,0.5,1, 1,2,3, 0.5,1,1, 0.5,1,1, 1,2,3, 1,1,1, 1,2,3, 1,2,3, 0.5,1,1, 0.33,0.5,1, 0.33,0.5,1, 1,1,1. An 'Izračunaj' button is at the bottom. The second form, 'Postavljanje matrice relativnog odnosa važnosti vremenskih perioda', has a dimension input of 6x6 and a 'potvrdi' button. Below it is a 6x6 grid of input fields, all containing the value 1,1,1. An 'Izračunaj' button is at the bottom.

Слика 6.2 - Постављање матрица релативног односа важности критеријума циљева квалитета и матрице релативног односа важности временских периода у коме се посматра квалитет примарне производње

The screenshot shows two web forms in a browser window titled 'index.html'. The first form, 'Postavljanje lingvističkih iskaza', has a 'Broj lingvističkih iskaza' input of 7 and a 'potvrdi' button. Below it are seven rows of 'Iskaz' and 'Vrednost' input fields. The values are: Iskaz 1: 1, Vrednost 1,1,2; Iskaz 2: 2, Vrednost 1,2,3; Iskaz 3: 3, Vrednost 1,5,3,4,5; Iskaz 4: 4, Vrednost 3,5,5,6,5; Iskaz 5: 5, Vrednost 5,5,7,8,5; Iskaz 6: 6, Vrednost 7,8,9; Iskaz 7: 7, Vrednost 8,9,9. A 'Zapamti iskaze' button is at the bottom. The second form, 'Dodeljivanje vrednosti ciljeva kvaliteta', has a table with columns: Tip, t1, t2, t3, t4, t5, t6. The rows are: q1 (Benefit) with values 6, 6, 6, 5, 6, 4; q2 (Benefit) with values 4, 6, 6, 5, 6, 5; q3 (Benefit) with values 3, 5, 5, 3, 2, 2; q4 (Benefit) with values 3, 4, 2, 4, 5, 2; q5 (Benefit) with values 3, 4, 5, 3, 4, 3. A 'Završi proračun' button is at the bottom.

Слика 6.3 - Процена вредности циљева квалитета у примарној производњи на нивоу сваког временског периода

Analiza ciljeva kvaliteta

$\min(d_3)=0.2444 < \min(d_4)=0.2667 < \min(d_5)=0.3333 < \min(d_1)=0.4628 < \min(d_2)=0.7222$

Cilj sa najlošijim performansama je q3
Cilj sa najboljim performansama je q2

Analiza upravljanja

$t_6=(0.4636) < t_1=(0.5125) < t_4=(0.6051) < t_5=(0.7259) < t_3=(0.7593) < t_2=(0.7949)$

Najlošije upravljanje je u t6
Najbolje upravljanje je u t2

Analiza verovanja

Tokom vremena $t \{t=1, \dots, 6\}$ cilj kvaliteta koji ima najmanju vrednost je q3.
Kritični ciljevi su: q4, q5

Tokom vremena $t \{t=1, \dots, 6\}$ najlošije upravljanje je u t6.
Upravljanje je kritično u: t1, t4

Ocena uspešnosti upravljanja je $Q = \{ 0.4843, 0.6436, 0.8027 \}$

Ime fajla:

Zahar Đorđević Marija

Слика 6.4 - Приказ добијених резултата за процес примарне производње

Postavljanje matrice relativnog odnosa važnosti ciljeva kvaliteta

Dimenzije matrice: x

1,1,1	1,2,3	2,3,4	1,1,2	1,1,2
0.33,0.5,1	1,1,1	0.33,0.5,1	0.5,1,1	0.33,0.5,1
0.25,0.33,0	1,2,3	1,1,1	1,1,2	1,2,3
0.5,1,1	1,1,2	0.5,1,1	1,1,1	0.33,0.5,1
0.5,1,1	1,2,3	0.33,0.5,1	1,2,3	1,1,1

Postavljanje matrice relativnog odnosa važnosti vremenskih perioda

Dimenzije matrice: x

1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1

Слика 6.5 - Постављање матрица релативног односа важности критеријума циљева квалитета и матрице релативног односа важности временских периода у коме се посматра квалитет процеса прераде

Postavljanje lingvističkih iskaza

Broj lingvističkih iskaza:

Iskaz:	1	Vrednost:	1,1,2
Iskaz:	2	Vrednost:	1,2,3
Iskaz:	3	Vrednost:	1.5,3,4.5
Iskaz:	4	Vrednost:	3.5,5,6.5
Iskaz:	5	Vrednost:	5.5,7,8.5
Iskaz:	6	Vrednost:	7,8,9
Iskaz:	7	Vrednost:	8,9,9

Dodeljivanje vrednosti ciljeva kvaliteta

	Tip	t1	t2	t3	t4	t5	t6
q1	Benefit	5	6	3	5	6	4
q2	Benefit	3	3	5	2	3	2
q3	Benefit	2	4	4	3	2	1
q4	Benefit	7	4	5	4	5	2
q5	Benefit	1	2	1	1	2	2

Слика 6.6 - Процена вредности циљева квалитета у процесу прераде на нивоу сваког временског периода

Analiza ciljeva kvaliteta

$\min(d3)=0.1259 < \min(d5)=0.1278 < \min(d2)=0.1889 < \min(d4)=0.2111 < \min(d1)=0.4333$

Cilj sa najlošijim performansama je q3
Cilj sa najboljim performansama je q1

Analiza upravljanja

$t6=(0.3007) < t4=(0.4466) < t3=(0.5181) < t1=(0.5248) < t5=(0.5371) < t2=(0.5704)$

Najlošije upravljanje je u t6
Najbolje upravljanje je u t2

Analiza verovanja

Tokom vremena $t (t=1,...,6)$ cilj kvaliteta koji ima najmanju vrednost je q3.
Kritični ciljevi su: q5, q2, q4

Tokom vremena $t (t=1,...,6)$ najlošije upravljanje je u t6.
Upravljanje je kritično u: t1, t4

Ocena uspešnosti upravljanja je $Q = \{ 0.3510, 0.4830, 0.6283 \}$

Ime fajla:

Zahar Đorđević Marija

Слика 6.7 - Приказ добијених резултата за процес прераде

Postavljanje matrice relativnog odnosa važnosti ciljeva kvaliteta

Dimenzije matrice: x

1,1,1	0.25,0.33,0	1,2,3
2,3,4	1,1,1	2,3,4
0.33,0.5,1	0.25,0.33,0	1,1,1

Postavljanje matrice relativnog odnosa važnosti vremenskih perioda

Dimenzije matrice: x

1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1

Слика 6.8 - Постављање матрица релативног односа важности критеријума циљева квалитета и матрице релативног односа важности временских периода у коме се посматра квалитет процеса складиштења, послуживања и конзумирања

Postavljanje lingvističkih iskaza

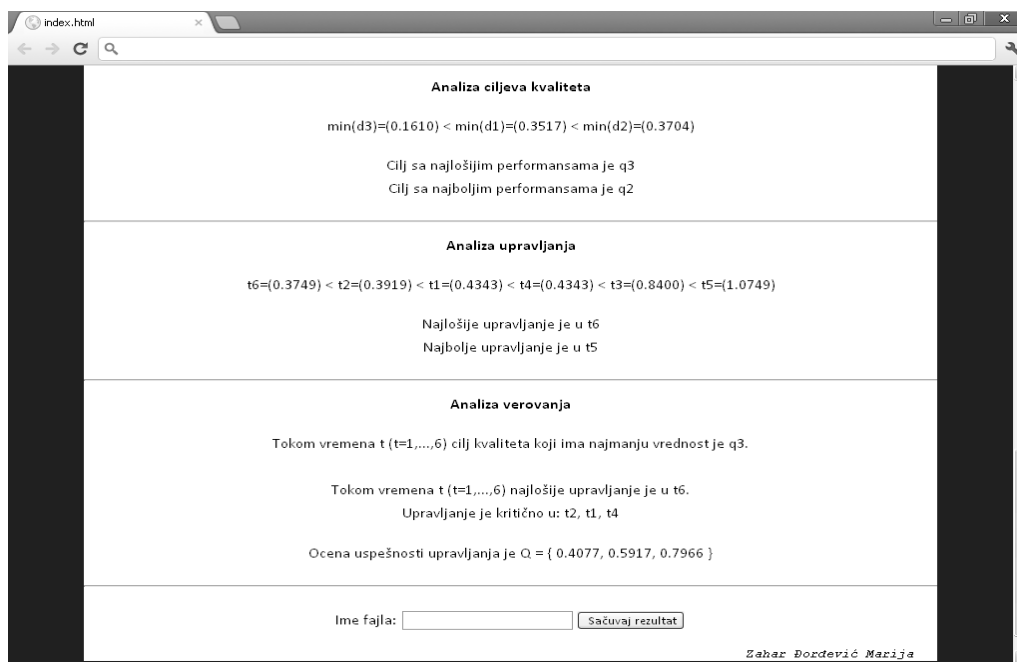
Broj lingvističkih iskaza:

Iskaz: 1	Vrednost: 1,1,2
Iskaz: 2	Vrednost: 1,2,3
Iskaz: 3	Vrednost: 1,5,3,4,5
Iskaz: 4	Vrednost: 3,5,5,6,5
Iskaz: 5	Vrednost: 5,5,7,8,5
Iskaz: 6	Vrednost: 7,8,9
Iskaz: 7	Vrednost: 8,9,9

Dodeljivanje vrednosti ciljeva kvaliteta

	Tip	t1	t2	t3	t4	t5	t6
q1	Benefit	4	3	5	4	6	3
q2	Benefit	3	3	5	3	6	2
q3	Cost	4	3	2	4	1	2

Слика 6.9 - Процена вредности циљева квалитета у процесу складиштења, послуживања и конзумирања на нивоу сваког временског периода



Слика 6.10 - Приказ добијених резултата за процес складиштења, послуживања и конзумирања

6.2 Дискусија резултата

Током разматраног временског периода, T, циљ који има најлошије перформансе је q_3 (Квалитет животне средине). С обзиром на то да је реч о квалитету животне средине, у нашој земљи нису на снази строге европске регулативе о квалитету воде која се користи за пиће, не постоје изричита правила за рециклажу отпадних материја и сл. Велики број предузећа нема уведене стандарде који се тичу управљања заштитом животне средине - у првом реду *ISO 14001*.

Такође, може се јасно уочити да лоше перформансе има и циљ q_4 (Квалитет верификације). Процес верификације се често ставља у други план јер се подразумева да производи имају предвиђени ниво квалитета. Поред тога, постоје реални проблеми који су скопчани са постојањем различитих видова корупције.

Поред ова два циља, лошије перформансе има и циљ q_5 (Квалитет људских ресурса). Квалитет људских ресурса се налази на овом месту јер на тржишту рада постоји мањак квалитетних технолога и других стручњака који активно учествују у процесу управљања безбедношћу у ланцу исхране. Период од последњих двадесетак година је условио мањак стручног кадра постојањем лошег економског стања и опште ситуације на државном нивоу.

Најлошије управљање безбедношћу производа у овом процесу примарне производње је у тренутку $t=6$. Овај месец је најслабија карика јер у том периоду постоји повећање квантитета у производњи хране. То условљава нижи ниво контроле тако да се на безбедност хране обраћа мање пажње него у претходним месецима.

С друге стране, најбоље управљање безбедношћу процесима и производима у ланцу снабдевања храном је у тренутку $t=2$. Када је у питању овај месец, велике количине хране се увозе - у првом реду воће, тако да се много више пажње обраћа на квалитет хране.

Током времена Т циљ који има најлошије перформансе у процесу прераде је q_3 (Квалитет производне опреме). Квалитет производне опреме је могуће подићи осавремењавањем технологије која служи за обраду хране. Пример за ово представљају произвођачи који уводе у свој производни програм производњу светске класе - нпр. предузеће Тетрапак за производњу различитих врста амбалаже која се користи у прехрамбеној индустрији.

Након њега следи q_5 (Квалитет људских ресурса) из истих разлога као и у процесу примарне производње.

Поред ова два циља, лошије перформансе има и циљ q_2 (Квалитет обраде). Квалитет обраде је могуће подићи кроз унапређење процедура обраде. То подразумева анализу свих активности и прописивање адекватних корективних и превентивних мера које ће се имплементирати у процес обраде.

Као и у процесу примарне производње, лоше перформансе одликују и циљ q_4 (Квалитет верификације), и то из истих разлога.

Најлошије управљање безбедношћу производа и процеса у процесу прераде ланца снабдевања храном је у тренутку $t=6$, а најбоље у тренутку $t=2$, као што је било у процесу примарне производње.

У процесу складиштења, послуживања и конзумирања најлошије перформансе има циљ q_3 (Непотпуне информације при конзумирању). Непотпуне информације при конзумирању се у највећем броју случајева односе на непотпун сировински састав производа. То за последицу може изазвати различите тегобе које се манифестују нпр. у виду алергија. Поред тога, произвођачи некада изостављају начин припреме хране што може имати различите краткотрајне или дуготрајне последице.

Најлошије управљање безбедношћу производа у овом процесу је у тренутку $t=6$, а најбоље у тренутку $t=5$.

Оцене успешности управљања безбедношћу производа на нивоу сваког процеса:

$$\tilde{O}^1 = 0.4843, 0.6436, 0.827$$

$$\tilde{O}^2 = 0.351, 0.483, 0.283$$

$$\tilde{O}^3 = 0.4077, 0.5917, 0.7966$$

$$\tilde{O}^2 < \tilde{O}^3 < \tilde{O}^1.$$

На основу добијених оцена успешности управљања на нивоу сваког процеса у ланцу снабдевања храном може се закључити да је најлошије управљање у процесу прераде, а управљање са најбољим перформансама је у процесу примарне производње. Такође, могуће је добити оцену управљања безбедношћу хране за цео ланац снабдевања:

$$\tilde{O} = \sum_{i=1}^3 \tilde{O}^i = 1.243, 1.7183, 1.9066.$$

Очигледно је да се у сваком делу ланца исхране најлошије управља у $t=6$. Стога је евидентно да је кроз цео ланац исхране неопходно унапредити процесе у шестом месецу. То подразумева увођење активности преиспитивања процеса. Резултат преиспитивања треба да буду корективне мере које за циљ имају унапређење пословања, и превентивне мере које ће обезбедити конзистентност нивоа квалитета.

7. ЗАКЉУЧАК

Људи с правом очекују да храна буде безбедна. Болести и повреде које се могу преносити храном су неугодне, а могу бити и фаталне. Последице небезбедне хране осим здравствених, које су и најважније, су и економске и социјалне природе. Епидемије и болести које се преносе храном могу имати јако негативан утицај на трговину и туризам, што може да доведе до губитка прихода, незапослености и судских спорова [33]. Неисправна храна је штетна, скупа и може довести до губитка поверења потрошача. Зато обезбеђивање безбедности процеса и производа у прехранбеној индустрији представља један од најважнијих и најтежих менаџмент задатака.

У овом раду, развијен је фази математички модел и експертски систем помоћу кога је могуће релативно једноставно одредити безбедност процеса и производа у ланцу исхране током унапред задатог временског периода. Временски период је дискретизован на временске интервале од једног месеца. Сматра се на основу добре праксе да је реално да се врши контрола безбедности хране у сваком процесу ланца исхране једном месечно. За сваки од три разматрана процеса: (1) примарна производња, (2) процес прераде и (3) процес складиштења, послуживања и конзумирања дефинисани су циљеви на основу којих се оцењује квалитет процеса.

У бази знања развијеног фази експертског система смештени су лингвистички искази помоћу којих се описује релативна важност циљева унутар сваког процеса и вредност циљева за сваки дискретизовани временски период. За описивање релативне важности циљева квалитета коришћено је пет лингвистичких исказа. Такође, дефинисан је скуп који садржи седам лингвистичких исказа помоћу којих могу да се опишу вредности циљева квалитета. Ови лингвистички искази су моделирани троугаоним фази бројевима.

Механизам закључивања садржи правила на основу којих се одређује ранг циљева унутар сваког процеса, правила за одређивање ранга управљања безбедношћу храном током времена и правила за одређивање ранга процеса ланца исхране. Ова правила су заснована на методи поређења континуалних фази бројева (Додатак 1) и на примени методе средње вредности.

Допринос овог рада може се укратко исказати на следећи начин:

- све неизвесности и непрецизности које егзистирају у моделу адекватно су описане помоћу теорије фази скупова,
- предложен је фази модел за управљање безбедношћу процеса и производа у ланцу исхране,
- на основу предложеног модела развијен је фази експертски систем који је врло флексибилан, односно све промене у броју лингвистичких исказа, броју циљева, броју процеса и друго могу лако и једноставно да се обраде помоћу развијеног фази експертског система,
- према добијеним резултатима *НАССР* тим може предузети одговарајуће менаџмент мере у свакој фази процеса производње, са циљем да се повећа сигурност процеса, а исто тако и сигурност производа.

РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Радовановић, Р., Ђекић, И. (2011). *Управљање квалитетом у процесима производње хране*. Београд: Пољопривредни факултет.
- [2] Тадић, Д. (2009). *Ефикасност примене интегралног система управљања квалитетом и безбедношћу хране у Кланици а.д. Дивци*. Специјалистички рад, Факултет здравствених наука, Бања Лука.
- [3] Kaur, P., Chakraborty, S. (2007). A New Approach to Vendor Selection Problem with Impact Factor as an Indirect Measure of Quality, *Journal of Modern Mathematics and Statistics*, 1, 1-8.
- [4] Turksen, I.B., Fazel Zarandi, M.H. (1999). Production planning and scheduling: Fuzzy and crisp approach, *Practical Applications of Fuzzy Technologies* (ed. H.J. Zimmermann), Boston.
- [5] Kletz, T.A. (1991). *Plant Design for Safety, a User-Friendly Approach*. New York.
- [6] Greenberg, H.H, Cramer, J.J. (1991). *Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry*.
- [7] Тољагић-Милодановић, Д. HACCP верификација и валидација. *Фестивал квалитета*, Крагујевац, 2009.
- [8] Henson, S., Caswell, J. (1999). Food safety regulation: an overview of contemporary issues. *Food Policy*, Volume 24, Issue 6, Pages 589–603.
- [9] Тадић, Д., Стефановић, М., Алексић, А. Оцењивање тежине критеријума у различитим менаџмент проблемима применом метода вештачке интелигенције. *Фестивал квалитета*, Крагујевац, 2011.
- [10] Галовић, Д., Петровић, Р., Зрнић, Ђ. Ranking suppliers and selection of supply strategy. *IFAC Conference of Industrial System*, France, 1997.
- [11] Галовић, Д. Фази приступ у ABC анализи у производном систему. *Симпозијум за операциона истраживања (SYMOPIS'01)*, Београд, 2001.
- [12] Тадић, Д., Станојевић, П. Classification of items by new ABC method. *Eurofuse anniversary workshop*, Београд, 2005.
- [13] Тадић, Д., Тадић, Б., Милановић, Д., Мисита, М. Improvement of an adaption of a Hurwitz approach for the best production solution tribometer selection. *4th Int. Symposium of Industrial Engineering*, Београд, 2009.
- [14] Тадић, Б., Јеремић, Б., Тадић, Д., Станчић, П. (2007). Накнадна корекција вредности сложеног техничког система. *Рачуноводство*, vol.51, br.3-4.
- [15] Gumus, T.A. (2009). Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology. *Expert System with Applications*, 36, 4067-4074.
- [16] Тадић, Д., Милановић, Д., Мисита, М., Тадић, Б. (2011). New integrated approach to the problem of ranking and supplier selection under uncertainties. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part B: Journal of Engineering manufacture*, vol. 225, br. b9, str. 1713-1724.
- [17] Chan, S.T.F., Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. *Int. Journal of Production Research*, 46, 417-431.

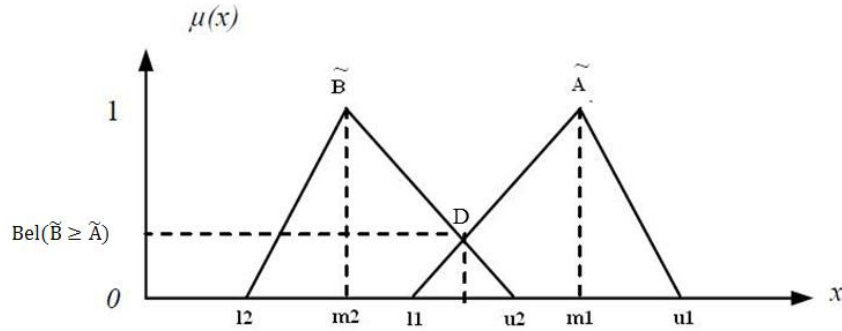
- [18] Тадић, Д., Арсовски, С., Стефановић, М., Алексић, А. A Fuzzy AHP and TOPSIS for ELV Dismantling Selection. *4th Int. Quality Conference*, 377-384, Машински факултет, Крагујевац, 2010.
- [19] Chang, D.Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655.
- [20] Chen, C.T. (2000). Extensions of the Topsis for group decision making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114.
- [21] Chen, C.T., Lin, C.T., Huang, S.F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, Volume 102, Issue 2, Pages 289–30.
- [22] Kelemenis, A., Askounis, D. (2010). A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personal selection. *Expert System with Applications*, Volume 37, Issue 7.
- [23] Тадић, Д., Поповић, П., Јанковић, С., Матијевић, М. A fuzzy approach in evaluation therapeutic procedure-relevance for patient satisfaction. *8th Balkan Conference on Operational Research*, 245-254, Златибор, Србија, 2007.
- [24] Torfi, F., Farahani, Z.R., Rezapour, S. (2010). Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and Fuzzy TOPSIS to rank alternatives. *Applied Soft Computing*, 10, 520-528.
- [25] Тадић, Д., Тадић, Б., Фази приступ у избору најбоље локације на територији Србије за складиштење РС отпада. *Симпозијум о операционим истраживањима (SYMOPIS'06)*, Бања Ковиљача, 2006.
- [26] Тадић, Б., Тадић, Д., Марјановић, Н., Fuzzy approach to business improvement of holding equipment in the conditions of decreased production range. *Yugoslav Journal of Operations Research* 17 (2), 223.
- [27] Тадић, Д., Миловановић, Д., Миливојевић, В. Избор оптималне терапијске процедуре на индивидуалном нивоу: фази приступ. *Симпозијум о операционим истраживањима (SYMOPIS'08)*, Соко Бања, 2008.
- [28] Xiaojun Wang, Dong Li & Xianliang Shi. (2012). A fuzzy model for aggregative food safety risk assessment in food supply chains. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, Volume 23, Issue 5.
- [29] Cheng Hua Shi, Ya Peng Wang, Fuzzy Evaluation on Food Safety Based on Improved Membership Degree Transformation Algorithm. *Key Engineering Materials*, Volumes 439 - 440, pages 337-342.
- [30] Jianling Xu D. Yong, Food safety risk analysis based on generalized fuzzy numbers. *Advanced Management Science (ICAMS), 2010 IEEE International Conference*, 9-11 July 2010.
- [31] Muhd Khairulzaman Abdul Kadir et al. Grain Security Risk Level Prediction Using ANFIS. *Computational Intelligence, Modelling and Simulation (CIMSIM), 2011 Third International Conference*, 20-22 Sept. 2011.
- [32] Davidson, V., Ryks, J., Fazil, A. (May, 2006). Fuzzy risk assessment tool for microbial hazards in food systems. *Fuzzy Sets and Systems*, Volume 157 Issue 9, Pages 1201-1210.
- [33] Пешић-Ракановић, М. (2008). Системи управљања квалитетом за мала и средња предузећа. *Bussiness start-up centre*, Крагујевац.

- [34] Акредитационо тело Србије. (април 2012.). *Билтен*, 8, Београд
- [35] *Водич за развој и примену предусловних програма и принципа HACCP у производњи хране*. (2009). Београд.
- [36] Томашевић, И. (2010). *Управљање безбедношћу у производњи хране*. Београд : Пољопривредни факултет.
- [37] Веб страна: <http://www.kvalitet.org.rs/standardi/iso-22000-sistem-upravljanja-bezbednoscu-hrane>. Преузето 19.5.2012.
- [38] Бекер, И., Станивуковић, Д. (2006). Логистика. *Економски анали*, 170.
- [39] Вујошевић, М. (2003). Оптимизација у управљању савременим ланцима снабдевања. *Management - časopis za teoriju i praksu menadžmenta*, 32, 8-13.
- [40] Јовановић, Б. (2010). Управљање ланцима снабдевања. Веб страна: <http://master.fon.bg.ac.rs/download/materijali/SCM%20-1.pdf>. Преузето 19.5.2012.
- [41] Аћимовић, С. (2006). Разумевање ланца снабдевања. *Економски анали*, 170.
- [42] Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. *Information and control*, 8, 338-353.
- [43] Видовић, М. (2011). *Основе фази аритметике и фази перт метод*. Мастер рад, Природно математички факултет, Нови Сад.
- [44] Klir, G.J., Folger, T.A. (1988). *Fuzzy sets, uncertainty and information*. Pretence-Hall, Englewood, Cliffs, NJ.
- [45] Zimmermann, H.J. (1996). *Fuzzy set Theory and its applications*. Boston.
- [46] Dubois, D., Prade, H. (1979). Decision-making under fuzziness, *Advances in Fuzzy Set Theory and Applications*, 279-302.
- [47] Bass, M.S., Kwakernaak, H. (1977). Rating and Ranking of Multiple-aspect Alternatives using Fuzzy sets. *Automatica*, 3, 47-58.
- [48] Јевђенић, Б. (2005). *Развој информационих система у функцији предузетничке економије*. Дипломски рад, Факултет пословне економије, Бања Лука.
- [49] Полишчук, Ј. (2004). *Експертни системи*. Подгорица: Електротехнички факултет.
- [50] Вељовић, А. (април 2009.). Експертни системи (2), *СЕТ Читалиште* 72.
- [51] Кривокапић, З., Уремовић, Д., Биочанин, Р. Експертско оцењивање научних пројеката и програма развоја у заштити животне средине. *International Conference Ecological safety in post-modern environment*, Бања Лука, 2009.

ДОДАТАК 1: Метод за поређење континуалних фази бројева

Овај додатак приказује једноставан метод за поређење фази бројева и одређивање веровања да је један фази број већи или једнак другом.

Нека су $\tilde{A}$ и $\tilde{B}$ два фази броја дефинисана на скупу R , $\tilde{A} = (x; l_1, m_1, u_1)$ и $\tilde{B} = (y; l_2, m_2, u_2)$, где су l_1, l_2, u_1, u_2 доње и горње границе, а m_1, m_2 модалне вредности фази бројева $\tilde{A}$ и $\tilde{B}$, респективно. Нека је $m_2 < m_1$, $l_2 < l_1 < u_2$ и $l_1 < u_2 < u_1$, као на слици д1.1.



Слика д1.1 - Фази бројеви

Степен веровања да је $\tilde{B}$ веће или једнако $\tilde{A}$, у ознаци $Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A})$ се израчунава као:

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) = \sup_{x \geq y} \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)). \quad (д1.1)$$

Са слике д1.1 следи следеће:

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) = 1, \text{ јер је } \mu_{\tilde{A}}(m_1) = 1 \text{ и } \mu_{\tilde{B}}(m_2) = 1 \text{ и } m_1 > m_2. \quad (д1.2)$$

У исто време $Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A})$ је једнако ординати тачке D, која је заједничка за оба фази броја $\tilde{A}$ и $\tilde{B}$, тј. то је супремум пресека $\tilde{A} \cap \tilde{B}$:

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) = \text{ордината тачке D}. \quad (д1.3)$$

Када су $\tilde{A}$ и $\tilde{B}$ троугаони фази бројеви, ордината тачке D се рачуна преко једначине:

$$Bel(\tilde{B} \geq \tilde{A}) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}. \quad (д1.4)$$

Важно је одредити меру веровања да је фази број $\tilde{A}$ већи или једнак K фази бројевима $\tilde{B}_1, \dots, \tilde{B}_k, \dots, \tilde{B}_K$:

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

$$Bel((\tilde{A} \geq \tilde{B}_1), \text{ и } (\tilde{A} \geq \tilde{B}_2), \dots, (\tilde{A} \geq \tilde{B}_k), \dots, (\tilde{A} \geq \tilde{B}_K)) = \min_{k=1 \dots K} Bel(\tilde{A} \geq \tilde{B}_k). \quad (д1.5)$$