

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Софтвер за квантификацију организација за опоравак након наглог пада перформанси – *ORASMES VI.1*“

Аутори техничког решења

- *Др Славко Арсовски, ред.проф., Факултет инжењерских наука у Крагујевцу*
- *Александар Алексић, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу*
- *Др Миладин Стефановић, ван.проф., Факултет инжењерских наука у Крагујевцу*
- *Др Данијела Тадић, доцент, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу*
- *Др Милан Ерић, доцент, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу*
- *Хрвоје Пушкарић, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу*
- *Снежана Нестић, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу*

Наручилац техничког решења

- пројекат III-44010

Корисник техничког решења

- СИМ центар Факултета инжењерских наука у Крагујевцу

Година када је техничко решење урађено

- 2012.

Област технике на коју се техничко решење односи

- Класа 42 - пројектовање и развој софтвера (према међународној класификацији роба и услуга)

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

Организације широм света се суочавају са неизвесним условима пословања и опстанка, што је условљено динамичним и сложеним окружењем. То за последицу има развој нових парадигми пословања (Drucker, 2007). Наглашен технолошки развој, као и турбулентна ситуација на глобалном тржишту, често утичу на то да организације претњу не препознају док не прерасте у кризну ситуацију (Somers, 2009). У пракси се показало да је за било коју организацију, независно од њене величине, локације или финансијске снаге, немогуће идентификовати све могуће опасности (Spekman, 2004) и њихове евентуалне последице. Управо због наведених разлога, на самом крају XX века почиње да се развија нова парадигма пословања која води порекло од енглеске речи *resilience*. Како је овај појам релативно нов, у српском језику не постоји адекватан израз, па се због тога преводи као капацитет за опоравак.

С друге стране, пословање у модерном свету постаје све комплексније што је условљено развојем нових технологија, међу којима предњаче информационе и комуникационе технологије (*ICT – Information and Communication Technologies*). Истовремено се дешавају економске кризе, природне катастрофе ратови, и слични поремећаји. Сама комплексност и остали променљиви услови представљају потенцијалне ризике са којима је потребно суочавање да би се, дугорочно гледано, обезбедила одрживост организација (Parish, 2010; Afgan *et al*, 2009). Механизми које организације традиционално користе за суочавање са поменутих изворима ризика, као што су менаџмент ризиком (ISO 31000:2008) или обезбеђење континуитета пословања (*Business continuity management, BS 25999:2006*), показују се као недовољни јер велики број организација не успева да се одржи на тржишту па се због тога гаси или постаје део других организација (Robinson, 2009). У циљу проналажења адекватних стратегија за пословање у модерном окружењу, јавила се потреба за увођењем нових механизма за превазилажење кризних ситуација и новонасталих поремећаја.

Данас постоји одређени број метода и организационих стратегија које имају за циљ остваривање континуитета пословања (Arsovski *et al*, 2010) као што су: одрживи развој организација, флексибилност организација, *lean manufacturing* (*елиминација активности које не доприносе новој вредности*) и други. Остварење циља обезбеђења континуитета пословања се може решити на различите начине, имајући у виду потребе и особине окружења организације. Процена и унапређење капацитета за опоравак организација представља адекватно решење континуалног пословања због чега расте интересовање у погледу теоријског и практичног истраживања. У оваквим условима се појавио капацитет за опоравак организације – *resilience*, који по својој природи представља способност субјекта да превазиђе проблеме у којима се нашао. Сам појам *resilience* се први пут помиње почетком седамдесетих година XX века у истраживањима везаним за проучавање екосистема (Holling, C.S., 1973). Идеја је настала у сагледавању опоравка екосистема и имплементирала се у проучавању

организација почивајући на дефинисању фактора који чине капацитет за опоравак организационог система.

Оно што представља значајну потребу је отварање могућности да се капацитет за опоравак организације квантификује, тј. да се јасно дефинишу његови индикатори и да се на тај начин стекне јаснија слика о позицији организације на тржишту. Тако се отвара могућност да се организације пореде и да се на основу анализа предложе мере за унапређење њихових перформанси.

Предмет овог техничког решења представља развој модела квантификације капацитета за опоравак код организација које су зависне од информационих и комуникационих технологија (*ICT*) и коначно развој софтверског решења базираног на развијеном моделу. Развијени модел је ради верификације, тестиран на 25 малих и средњих предузећа производног сектора привреде републике Србије, с обзиром на то да овај тип организација у великој мери зависи од поменутих технологија

2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења

Како је наведени софтвер намењен широкој групи корисника са доста општим смерницама, изведен је закључак да је врло потребно да се развије софтвер који је заснован на моделу помоћу кога се одређује капацитет за опоравак МСП предузећа сектора прерађивачке индустрије.

Табела 2.1 – Упоредне карактеристике софтвера *ORMS* и *ORASMES*

Карактеристике	Софтвер		Коментар
	<i>ORMS tools</i>	<i>ORASMES</i>	
Компатибилност са захтевима стандарда <i>ASIS SPC.1-2009</i>	√	√	Оба софтвера испуњавају захтев
Постојање водича за процену капацитета за опоравак	√	√	Оба софтвера испуњавају захтев
Представљање организационе структуре организације	√		Софтвер <i>ORASMES</i> не испуњава овај захтев
Процена времена опоравка	√		Софтвер <i>ORASMES</i> не испуњава овај захтев
Лако сналажење у корисничком интерфејсу	√	√	Оба софтвера испуњавају захтев
Широк портфолио организација	√		Софтвер <i>ORASMES</i> испуњава овај захтев само у смислу МСП
Детаљна процена капацитета за опоравак МСП		√	Софтвер <i>ORASMES</i> за разлику од софтвера <i>ORMS tools</i> поседује ову карактеристику
Математички модел заснован на fuzzy приступу		√	Софтвер <i>ORASMES</i> за разлику од софтвера <i>ORMS tools</i> поседује ову карактеристику
Висока цена коштања	√		Софтвер <i>ORMS tools</i> је професионални софтвер па је значајно скупљи

У табели 2.1 су дате упоредне карактеристике *ORMS* и *ORASMES* софтвера. Општи закључак који се може извести анализом претходне табеле је да је софтвер *ORMS* алат који је општији и покрива више типова организација тако да је његова комерцијализација лакша. Поред тога, *ORMS* је развијен у више верзија тако да пружа слику организације у зависности од купљене верзије. Главне предности софтвера *ORASMES* леже у чињеници да је јефтинији а да при томе не губи потребне перформансе у смислу прецизног одређивања величине капацитета за опоравак при чему је овај софтвер специјализован за групу МСП.

Међу комерцијалним софтверима капацитета за опоравак који се могу наћи на тржишту, један од најприхватљивијих софтвера, према мишљењу аутора је софтвер *ORMS (Organizational Resilience Management Software Tools)*. Софтвер *ORMS tools* омогућава менаџменту организације да у своје пословање угради концепте капацитета за опоравак кроз широку палету алата, водича и техника. Софтвер је заснован на моделу релационе базе података која има за циљ да корисницима омогући усклађивање пословања са захтевима стандарда *ASIS SPC.1-2009*. Дати стандард је инкорпориран у софтвер и његово коришћење је олакшано помоћу интерактивних формата водича. Сам софтвер је представљен у пет различитих категорија с тим што је верзија *Professional* свеобухватна и покрива целокупне захтеве стандарда *ASIS SPC.1-2009*. Поред тога, омогућава мапирање (наш термин) корпоративних елемената, анализе пословних ризика, планирање капацитета за опоравак, активности менаџмента инцидентима, и сл.

3. Суштина техничког решења

Суштина техничког решења је креирање софтвера који ће омогућити лаку, интуитивну и квалитетну квантификацију и процену капацитета за опоравак организационих система. Први корак представља развој одговарајућег математичког модела који ће описати стање реалног система узимајући у обзир кључне индикаторе. У другом кораку врши се развој софтверског решења на бази сета корисничких захтева.

Приликом развоја архитектуре софтверског решења пошло се од сета корисничких захтева које је потребно испунити:

- Потребно је да софтвер буде једноставан за инсталацију и одржавање. При овоме је нарочито битно да софтвер не захтева специфичне хардверске и софтверске платформе.
- Специфичан захтев је да софтвер има јасно дефинисану структуру изражену кроз слојеве презентације, апликације и базе података, односно неопходно је омогућити употребу различитих база података.
- Потребно је да кориснички интерфјес буде једноставан, интуитиван и лак за употребу, односно, да не треба специјална обука за коришћење софтвера.

- Препоручује се веб базирано решење, да би се апликацији могло приступити са удаљених локација. На пример, оцена кључних рањивости може бити вреднована од стране различитих експерата који могу бити ситуирани на различитим локацијама. Такође резултати, одосно рангирање различитих параметара често треба да буду доступни различитим функцијама у организацији, менаџменту или експертима, где се поново отвара питање дистрибуираног приступа.

Софтвер је реализован као трослојна, веб апликација где је приступ бази података остварен коришћењем апстрактног слоја да би се рализовао софтвер који је портабилан за различите базе и платформе.

Сви ови захтеви, који су били резултат анализе потреба и специфичности изграђеног модела, уграђени су у **ORASMES** софтвер тако да поседује палету алата који су иманентни свим савременим софтверским решењима.

4. Детаљан опис техничког решења

4.1 Развој математичког модела за квантификавање капацитета за опоравак

Према сопственој природи, проблем одређивања капацитета за опоравак организација се може решавати помоћу техника конвенционалног вишекритеријумског одлучивања (*MCDM*) (Huang *et al*, 2011). Вишекритеријумско одлучивање се успешно користи у неколико научних области (Durbach & Stewart, 2012; Ćatić, 1994). Као пример конкретизације проблема, може се навести квантификација мишљења доносилаца одлука и стејкхолдера о факторима који не подразумевају само новац, већ и велики број непрофитних параметара који се морају узети у обзир приликом доношења одлуке (Stefanović *et al*, 2010). Одређивање величине капацитета за опоравак организације врши се на основу проблема вишекритеријумског одлучивања што се идентификује као проблем који зависи од неколико фактора који су међусобно конфликтни. У овом случају, мора се наћи компромис око важности индикатора по групама и важности процеса у оквиру организације. Решавање ових проблема, у општем смислу, треба да пружи јасну слику о способности организације да се опорави од изненадних поремећаја а самим тим има утицаја на формирање пословне стратегије.

До сада није дефинисана јединствена метрика капацитета за опоравак, а један од разлога је постојање неизвесних параметара који се морају узети у обзир. Интеграција хетерогених и неизвесних података захтева систематичан и разумљив оквир за генерисање информација и експертске процене. Због тога је, за решавање проблема математичког описа модела за квантификацију капацитета за опоравак, одабрана техника вишекритеријумског одлучивања. Вишекритеријумско одлучивање обезбеђује системску основу за комбиновање неизвесних улазних података који могу бити

бенефитног или трошковног типа. Постоји велики број различитих техника који се могу окарактерисати као вишекритеријумско одлучивање које подразумевају различите протоколе прикупљања улазних података, структуре за њихово приказивање и алгоритме за приказивање, процесе за интерпретацију и приказивање резултата. Најзаступљеније технике вишекритеријумског одлучивања су (Huang *et al*, 2011):

- Аналитички хијерархијски процес (*AHP*),
- ANP (Analytic Network Process),
- PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation),
- ELECTRE (ELimination and Choice Expressing Reality),
- TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity),
- Вишеатрибутна теорија (*MAUT*).

Техника *MAUT* (*Multi-Attribute Utility Theory*) (Siskos *et al*, 1984) се у почетној фази експлоатације користила при решавању проблема везаних за јавни сектор. Веома је погодна за решавање оних проблема који укључују у себе више чинилаца који зависе од коначне одлуке. Суштина методе је сачињена од агрегације различитих критеријума у функцију која треба да буде максимизирана (Keeney & Raiffa, 1976), због чега је потребно често преиспитивање математичких услова. Једна од главних предности ове технике је та што омогућава компензацију критеријума, тј. смањење вредности једног критеријума се може компензовати добитком другог (Keeney & Raiffa (1976).

PROMETHEE I (парцијално рангирање) и *PROMETHEE II* (комплетно рангирање) су технике које је развио J. P Brans и представио 1982. године на Универзитету *Laval, Québec, Canada* (Brans, 1982). Основна разлика ова два типа исте технике је та што се помоћу *PROMETHEE I* врши парцијално вредновање позитивних и негативних одступања посматране функције на скупу критеријума за сваку алтернативу док се код *PROMETHEE II* реализује потпуно вредновање коришћењем нето одступања функција преференци. Генерално, *PROMETHEE* техника се базира на међусобном поређењу сваког пара алтернатива према одабраним критеријумима. На тај начин, менаџер или доносилац одлуке има могућност да утврди потенцијално најбоље решење. Успешност примене ове методе (Behzadian *et al*, 2010) зависи од неколико фактора међу којима се издвајају искуство доносиоца одлуке приликом оцене алтернатива по сваком критеријуму, одређивања значајности критеријума, и сл.

Техника *ELECTRE* (Marzouk, 2011) је развијена за комерцијалне потребе при чему је еволуирала у 4 различите варијанте. *ELECTRE I* је почетна варијанта која је развијена са циљем да одреди делимични поредак алтернатива. Пошто је утврђен потенцијал за решавање проблема вишекритеријумске оптимизације, развијена је варијанта *ELECTRE II* (Hokkanen *et al*, 1995), која потпуно уређује скуп алтернатива. Ова варијанта је највише коришћена за решавање проблема планирања медија, менаџмента отпадом, и сл. Током времена се јавила прва модификација ове технике која је могла у себе да

инкорпорира неизвесне величине које дефинишу проблеме коришћењем фази бројева. Нова, тј. трећа варијанта *ELECTRE III* (Montazer, 2009) настала је модификацијом постојеће *ELECTRE II* и увођењем псеудо критеријума и фази бинарних релација. Последња у низу, варијанта *ELECTRE IV* (Shanian, & Savadogo, 2006), се разликује од претходних због тога што поседује могућност рангирања алтернатива без потребе претходног одређивања тежинских коефицијената. У поређењу са техником *MAUT*, резултати који се добију коришћењем технике *ELECTRE* немају за циљ одређивање једног коначног одговора већ задовољење више заинтересованих страна.

AHP (Analytic Hierarchy Process) (Saaty, 1980) представља технику која почива на поређењу парова критеријума који се разматрају у смислу значајности једног према другом. Методолошки посматрано, *AHP* представља технику вишекритеријумског одлучивања која се заснива на разлагању сложеног проблема у хијерархију. Анализирани циљ се налази на врху хијерархије, док су потенцијални критеријуми и алтернативе на нижим нивоима. Предност ове технике је та што може једноставно да функционише у присуству већег броја критеријума и непотпуних улазних података (Ishizaka and Lusti, 2006).

TOPSIS техника (*Technique for Order Preference by Similarity*) (Hwang & Yoon, 1981) рангира разматране алтернативе према удаљености од такозваног идеалног позитивног решења и идеалног негативног решења. Идеално позитивно решење минимизира трошковне критеријуме а максимизира критеријуме добити. Оптимална алтернатива се одређује тако што је у геометријском смислу најближа идеалном решењу, односно најдаља од идеалног негативног решења. Само рангирање алтернатива се заснива на сличност са идеалним решењем тако да се на тај начин избегава ситуација да алтернатива има истовремено сличност са идеалним позитивним решењем и идеалним негативним решењем. Основна предност ове технике је та што је једино потребно одредити тежинске коефицијенте док релативна удаљеност од идеалног решења зависи од самих критеријума.

Наведене технике се често називају „меким“ оптимизационим техникама. Главна предност меких метода је то што представљају робустне алате одлучивања у реалним ситуацијама. Помоћу њих је могуће третирати различите типове одлука и критеријума, различите метрике, као и случаје када критеријуме треба квалитативно описати помоћу лингвистичких исказа, или када треба користити различите скале приликом оцене критеријума. Наведене технике се односе на рангирање унапред дефинисаних алтернатива са респектовањем више критеријума као и њихових тежина. Управо због тога је потребно развити нов приступ за рангирање индикатора. Како важности и вредности индикатора веома тешко могу да се опишу прецизним бројевима, уведена је претпоставка да се описују лингвистичким исказима. Као одговарајући алат за математичко моделирање дефинисаног проблема, одабрана је теорија фази скупова јер омогућава адекватан опис лингвистичких исказа. Предности које су послужиле приликом избора су следеће:

- могућност коришћења неодређених исказа да би се узеле у обзир непрецизности – на тај начин се сложена појава исказује у општем стању;
- могућност приказа особина које испољавају у извесној мери;
- коришћење експертског знања менаџера приликом дефинисања улазних података,
- блискост људског размишљања и фази скупова оперисањем са лингвистичким исказима,
- могућност лаког унапређивања дефинисаног модела,
- погодност за развој одговарајућег софтвера.

Имајући на уму све наведене предности, теорија фази скупова идентификована је као адекватан алат за дефинисање математичког модела за квантификацију капацитета за опоравак.

Основе теорије фази скупова

У овој секцији дате су основне дефиниције теорије фази скупова које су релевантне за разумевање фази модела за одређивање капацитета за опоравак предузећа који је предложен (Klir & Folger, 1988).

Дефиниција 1. Формално фази скуп \tilde{A} се дефинише као скуп уређених парова:

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

где је:

универзални скуп означен као X на коме је дефинисан скуп \tilde{A} . У општем случају скуп X може да буде коначан или бесконачан.

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

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

где:

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

$\mu_L(x): [l, x'] \rightarrow [0, 1]$ је непрекидно растућа функција и $\mu_R(x): [x'', u] \rightarrow [0, 1]$ је континуално опадајућа функција.

Где 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 може да се означи као (l, m, u) . Домен је дефинисан на скупу X њији су елементи $\{x \in R \mid l < x < u\}$. Када је $l=m=u$, то је не фази број према конвенцији.

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 $y \in Y$ скаларна функција више променљивих. Принцип проширења се дефинише на следећи начин: претпоставимо 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 y 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:

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

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

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

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

У специјалном случају када је променљива $y \in Y$ скаларна функција само једне променљиве $x \in X$ односно када се различите вредности $x \in X$ пресликавају у само једну вредност $y \in Y$ ($R=1$), тада се принцип проширења 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. Алфа пресек фази скупа \tilde{A} је обичан скуп елемената који има степен припадности већи или једнак $\alpha, \alpha \in [0,1]$. Алфа пресек је означен као A_α :

$$A_\alpha = \{x \mid x \in X, \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\} \quad (4.7)$$

Симбол \tilde{A}^α представља не празни ограничени интервал дефинисан на X , који може да буде означен као $\tilde{A}^\alpha = [l^\alpha, u^\alpha]$, l^α и u^α су доња, односно горња вредност на затвореном интервалу, респективно.

Дефиниција 6. Лингвистичка променљива је променљива чије вредности су исказане лингвистичким терминима (Zadeh, 1977)

Дефиниција 7. Операције на фази скуповима су природна уопштења операција на класичним скуповима. Разматрајмо два фази скупа $\tilde{A} = \{x, \mu_A(x)\}$ и $\tilde{B} = \{y, \mu_B(y)\}$ који су дефинисани на универзалном скупу X . Нека је бинарна операција означена као $*$. Тада $\tilde{A} * \tilde{B}$ је фазискуп који је означен као $\tilde{C} = \tilde{A} * \tilde{B}$, тако да $\tilde{C} = \{z, \mu_C(z) | z \in R\}$. Вредности у домену фази скупа \tilde{C} , могу да се израчунају као $z=x*y$ и

$$\mu_C(z) = \sup_{z=x*y} \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (4.8)$$

Надаље су детаљније приказане операције на фази скуповима.

Унија фази скупова

Унија фази скупова \tilde{A} и \tilde{B} је најмањи фази скуп \tilde{C} који садржи елементима оба фази скупа. Унија се означава као $\tilde{A} \cup \tilde{B} = \tilde{C} = \{z, \mu_C(z)\}$, где:

$$\mu_C(z) = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (4.9)$$

Пресек фази скупова

Пресек фази скупова \tilde{A} и \tilde{B} је највећи скуп \tilde{C} који је садржан у оба разматрана фази скупа. Пресек се означава као $\tilde{A} \cap \tilde{B} = \tilde{C} = \{z, \mu_C(z)\}$, где:

$$\mu_C(z) = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (4.10)$$

Разматрајмо 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 надаље су приказане:

$$1. (l_1, m_1, u_1)_+ (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (4.11)$$

$$2. (l_1, m_1, u_1)_- (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (4.12)$$

$$3. (l_1, m_1, u_1) \cdot (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \cdot l_2, m_1 \cdot m_2, u_1 u_2) \quad (4.13)$$

$$4. (l_1, m_1, u_1) : (l_2, m_2, u_2) = (l_1 : u_2, m_1 : m_2, u_1 : l_2) \quad (4.14)$$

$$5. \lambda \cdot (l_1, m_1, u_1) = (\lambda \cdot l_1, \lambda \cdot m_1, \lambda \cdot u_1) \quad (4.15)$$

$$6. (\lambda, \lambda, \lambda) + (l_1, m_1, u_1) = (\lambda + l_1, \lambda + m_1, \lambda + u_1) \quad (4.16)$$

$$7. \quad (l_1, m_1, u_1)^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \quad (4.17)$$

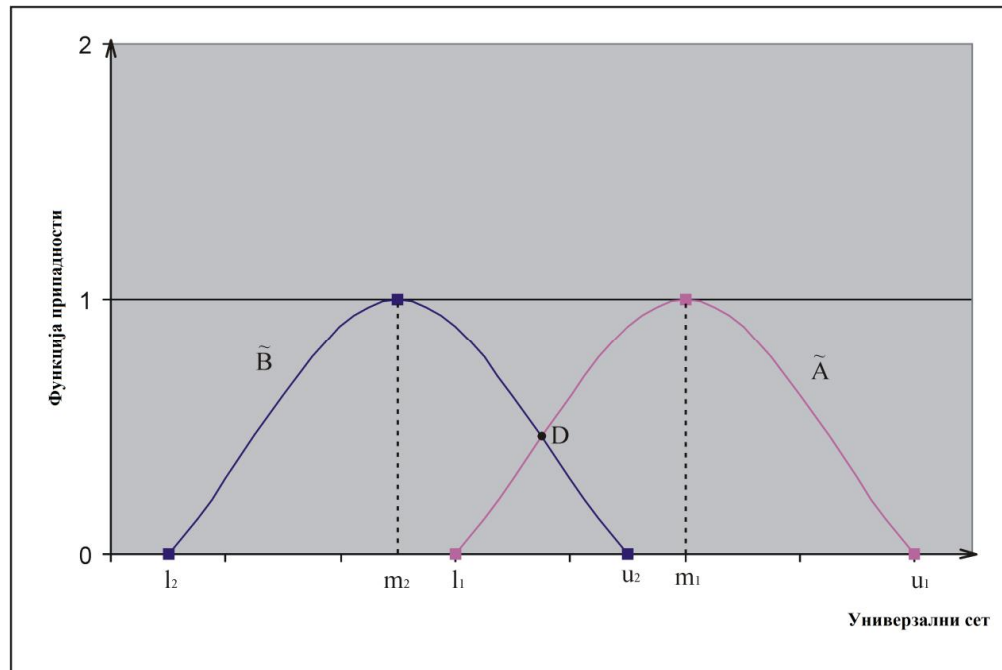
Метод за поређење континуалних фази бројева

Надаље је приказан једноставан метод за поређење континуалних фази бројева и одређивање вере веровања да је један фази број већи или једнак од другог фази броја.

Посматрајмо два фази скупа \tilde{A} и \tilde{B} тако да су њихови домени дефинисани на скупу реалних бројева R :

$$\tilde{A} = (x; l_1, m_1, u_1) \text{ и } \tilde{B} = (y; l_2, m_2, u_2)$$

Где су l_1, l_2, u_1, u_2 доње и горње границе ових фази бројева и m_1, m_2 су њихове модалне вредности, респективно. Нека је $m_2 < m_1$ и $l_2 < l_1 < u_2$ и $l_1 < u_2 < u_1$ као на слици 4.1.



Слика 4.1 – Фази бројеви

Степен веровања да је фази број \tilde{B} већи или једнак фази броју \tilde{A} је означен као $is\ Bel \left(\tilde{B} \geq \tilde{A} \right)$ који је добијен коришћењем операција \max and \min (Dubois & Prade, 1979):

$$is\ Bel \left(\tilde{B} \geq \tilde{A} \right) = \sup_{x \geq y} \min \left(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y) \right) \quad (4.18)$$

Према слици 4.1 следи:

$$1. Bel\left(\tilde{A} \geq \tilde{B}\right) = 1, \text{ зато } \mu_{\tilde{A}}(m_1) = 1 \text{ и } \mu_{\tilde{B}}(m_2) = 1 \text{ и } m_1 > m_2 \quad (4.19)$$

2. Истовремено $Bel\left(\tilde{B} \geq \tilde{A}\right)$ је једнак ординати тачке D, која припада фази скуповима \tilde{A} и \tilde{B} , тј. то је супремум пресека $\tilde{A} \cap \tilde{B}$:

$$Bel\left(\tilde{B} \geq \tilde{A}\right) = \text{ордината тачке D.} \quad (4.20)$$

Када су \tilde{A} и \tilde{B} троугаони фази бројеви, ордината тачке D се израчунава помоћу израза:

$$Bel\left(\tilde{B} \geq \tilde{A}\right) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \quad (4.21)$$

За потпуно разумевање одређивање капацитета за опоравак предузећа који је презентован важно је да се одреди степен веровања да је фази број \tilde{A} већи или једнак од K фази бројева $\tilde{B}_1, \dots, \tilde{B}_k, \dots, \tilde{B}_K$, (Bass & Kwakernak, 1977):

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

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

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

Степен веровања да је фази број \tilde{A} већи или једнак од K фази бројева $\tilde{B}_1, \dots, \tilde{B}_k, \dots, \tilde{B}_K$ је веома значајан приликом одређивања најугроженијих процеса у смислу капацитета за опоравак.

Моделирање тежина пословних процеса и индикатора

Важност сваког пословног процеса зависи од више различитих фактора, као што су: врста привредне делатности која се реализује у предузећу, величине предузећа, и др. Може се претпоставити да релативне важности пословних процеса на нивоу предузећа имају различите релативне важности. Вредности тежина пословних процеса се готово

не мењају током унапред дефинисаног временског периода и обухватају висок степен субјективне процене менаџмент тима.

На основу података из литературе у којој се разматра проблем оцене капацитета за опоравак предузећа (McManus, 2007) може се увести претпоставка да све четири групе индикатора имају једнаку значајност. Међутим, релативне важности индикатора на нивоу групе су различите и њихове вредности су одређене на основу субјективних процена менаџмент тима.

У овом техничком решењу тежине пословних процеса и тежине индикатора на нивоу групе су задате преко матрица парова упоређења релативног односа важности пословних процеса, односно индикатора на нивоу групе, респективно (аналогно Аналитичком Хијерархијском Процесу – *AHP*, Saaty, 1990). Овај приступ је већ примењен у раду који третира квантификацију рањивости предузећа (Aleksić *et al*, 2013) и сматра се да је близак људском начину размишљања. У конвенционалном *AHP*, менаџмент тим своје процене исказују помоћу нумеричке скале која је дефинисана на скупу реалних бројева који припадају интервалу [1-9]. Вредност 1 означава да величине сваког разматраног пара имају исту релативну важност. Вредност 9 означава да тежина пословног процеса p , односно индикатора i_g има екстремно већу важност у односу на пословни процес $p', p, p' = 1, \dots, P$, односно индикатор i'_g , сваког пара пословних процеса, односно сваког пара индикатора на нивоу групе $g, g = 1, \dots, G$, респективно. Скала која је предложена у Аналитичком Хијерархијском Процесу је једноставна и лака за коришћење, али није увек могуће мишљење доносиоца одлуке прсликати у прецизан број. Уведена је претпоставка да је знатно реалније да чланови менаџмент тима своје процене исказују користећи лингвистичке исказе.

Моделовање лингвистичких исказа је засновано на теорији фази скупова и правилима фази алгебре (Zimmermann, 1996; Klir, 1988). Важност пословног процеса p према пословном процесу $p', p, p' = 1, \dots, P$ у било ком предузећу $f, f = 1, \dots, F$ је описана једним од пет унапред дефинисаних лингвистичких исказа који су моделирани троугаоним фази бројевима $\tilde{w}_{pp'}$. Горња, односно доња граница ових фази бројева је означена као $l_{pp'}^f, u_{pp'}^f$ и модална вредност је $m_{pp'}^f$, респективно. Важност индикатора i према индикатору i' у групи g у предузећу f је описана лингвистичким исказом који припада скупу унапред дефинисаних лингвистичких исказа којима се описује релативна важност пословних процеса и индикатора. Ови лингвистички искази су моделирани троугаоним фази бројевима $\tilde{w}_{ii'g}$, $i, i' = 1, \dots, I_g; g = 1, \dots, G; f = 1, \dots, F$. Горња, односно доња граница ових фази бројева је означена као $l_{ii'g}^f, u_{ii'g}^f$ и модална вредност је $m_{ii'g}^f$, 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 процеса p' у односу на процес p , строго важнија, у предузећу f , $p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$ тада се вредност елемента у матрици парова упоређења процеса

представља троугаоним фази бројем: $\tilde{w}_{pp'}^f = \left(\frac{1}{u_{pp'}^f}, \frac{1}{m_{pp'}^f}, \frac{1}{l_{pp'}^f} \right)$. Ако је индикатор i'_g

важнији од индикатора i_g , $i, i' = 1, \dots, I_g; g = 1, \dots, G$ тада се вредност елемента у матрици парова упоређења индикатора представља троугаоним фази бројем

$$\tilde{w}_{ii'}^f = \left(\frac{1}{u_{ii'}^f}, \frac{1}{m_{ii'}^f}, \frac{1}{l_{ii'}^f} \right)$$

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).

Фази процена менаџера је описана помоћу пет лингвистичких исказа који су моделирани троугаоним фази бројевима као што је надаље приказано:

$$\text{Веома мало важније} - \tilde{R}_1 = (x; 1, 1, 2)$$

$$\text{Мало важније} - \tilde{R}_2 = (x; 1, 2, 3)$$

$$\text{Средње важније} - \tilde{R}_3 = (x; 2, 3, 4)$$

$$\text{Веома важније} - \tilde{R}_4 = (x; 3, 4, 5)$$

$$\text{Строго важније} - \tilde{R}_5 = (x; 4, 5, 5)$$

На овај начин је дефинисан адекватан број различитих исказа којима је могуће дефинисати важности процеса у организацији и важности индикатора за одређени тип организације.

Моделирање вредности индикатора

Како вредности индикатора нису мерљиве величине, може се увести реална претпоставка да је ближе људском начину размишљања да се ове вредности описују помоћу лингвистичких исказа. Тако да вредности индикатора на нивоу процеса p , $p=1, \dots, P$ у организацији f , $f=1, \dots, F$ процењују доносиоци одлуке користећи лингвистичке исказе који су унапред дефинисани. Број лингвистичких исказа одређује менаџмент тим с обзиром на величину предузећа, врсту делатности која се реализује у предузећу и др. Ови лингвистички искази су моделирани троугаоним фази бројевима. Троугани

фази бројеви (Mahdavi *et al*, 2008; Tadić *et al*, 2011) су одабрани у палети фази бројева јер осликавају на веродостојан начин мишљење експерата а истовремено не умањују прецизност резултата. Поред позитивних троугаоних бројева, облици функција припадности могу бити представљени и позитивним трапезоидним (Chen *et al*, 2006) фази бројевима, Гаусовом кривом, дискретним фази бројевима, и сл. (Tadić & Stanojevic, 2005; Petrovic & Petrovic, 2001).

Вредност индикатора $i_g, i = 1, \dots, I_g; g = 1, \dots, G$ је означена као $\sim^{pf} v_{ig}, i = 1, \dots, I_g; g = 1, \dots, G; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$. Доња, горња граница и модална вредност троугаоног фази бројева $\sim^{pf} v_{ige}$ су означене као $L_{ig}^{pf}, U_{ig}^{pf}, M_{ig}^{pf}$, респективно.

Индикатори групе која је означена као кључна рањивост се моделирају на различит начин у односу на индикаторе свих осталих група модела према коме се одређује капацитет за опоравак предузећа.

Сваки индикатор ове групе је описан помоћу три параметра: критичност, планирање и осетљивост. Ови параметри су индексирани индексом $j=1,2,3$. Вредности параметра на нивоу сваког процеса у сваком посматраном предузећу се добијају на основу субјективне процене менаџмент тима. Сматра се да су тежине параметара сваког индикатора једнаке.

Вредности сваког параметра индикатора кључних рањивости описује се помоћу лингвистичких исказа (види 3.3) и моделирани троугаоним фази $\sim^{pf} v_{ij}, i = 1, \dots, I; j = 1, 2, 3; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$. Доња и горња граница, као и модална вредност сваког од троугаоних фази бројева $\sim^{pf} v_{ij}$ фази бројева је означена као скупа $L_{ij}^{pf}, U_{ij}^{pf}, M_{ij}^{pf}$, респективно.

Вредности у домену троугаоних фази бројева, $\sim^{pf} v_{ij}$ и $\sim^{pf} v_{ij}, i = 1, \dots, I; j = 1, 2, 3; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$ припадају интервалу [1-9] и имају иста значења као и вредности стандардне скале која је дефинисана у *AHP* (Saaty, 1990).

Вредности индикатора унутар сваке групе на нивоу сваког процеса p у предузећу f , $p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$ као и вредности сваког параметара индикатора који припадају групи кључних рањивости дефинисане су помоћу седам лингвистичких исказа који су моделирани троугаоним фази бројевима:

- 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 висока вредност - $(y; 8, 9, 9)$

Представљени лингвистички искази који су моделирани троугаоним фази бројевима дају основу помоћу које је могуће дефинисати вредности процеса у организацији и вредности индикатора за одређени тип организације.

Фази модел за одређивање капацитета за опоравак предузећа

Фази анализа капацитета за опоравак предузећа заснована је на агрегацији капацитета за опоравак сваког идентификованог процеса у предузећу. Број и врсту процеса у сваком предузећу f , $f=1, \dots, F$ одређује менаџмент тим на основу многих критеријума као на пример: величина предузећа, врста провредне делатности која се реализује у предузећу, технолошки ниво производних процеса и сл.

Уведена је претпоставка да важност процеса на нивоу предузећа није једнака. Такође, важност индикатора је различита на нивоу групе и одређује се за свако предузеће, сепаратно. Релативне важности процеса, односно индикатора задате су преко матрица парова упоређења процеса, односно индикатора, респективно. Елементи ових матрица

су лингвистички искази који су моделирани троугаоним фази бројевима, w_{pp}^f и w_{ig}^f , $i, i' = 1, \dots, I_g; g = 1, \dots, G; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$. Тежина процеса p , $p=1, \dots, P_f$ у

предузећу f , $f=1, \dots, F$, w_p^f као и тежина индикатора i_g^f на нивоу групе g , $g=1, \dots, G$, у

предузећу f , w_{ig}^f , рачуна се као средња вредност свих процењених тежина у матрици релативног односа важности тежина процеса, односно у матрици релативног односа важности индикатора. Добијена вредност је такође троугаони фази број на основу правила фази алгебре (Klir & Folger, 1988). Тежина индикатора у предузећу f , $f=1, \dots, F$, респектујући и тежину процеса рачуна се као унија тежине процеса и тежине индикатора на нивоу групе. Израчуната вредност је такође фази број на основу правила фази операција дефинисаним на фази скуповима (Klir & Folger, 1988) и означена је као

w_{igp}^f . Генерално, облик функције расподеле могућности фази броја w_{igp}^f није троугао.

Фази броју w_{igp}^f придружује се репрезентативни скалар, w_{igp}^f који се добија применом поступка деаификације. У овом решењу примењена је метода момента (Pedrycz & Gomide, 1988).

У општем случају, индикатори могу да буду бенефитне и трошковне природе. Примењујући процес нормализације домени троугаоних фази бројева, \tilde{v}_{ig}^{pf} се пресликавају у скуп реалних бројева који припадају интервалу [0-1] и тако постају упоредиви. Вредност 0, односно 1 означава да разматрани индикатор i_g на нивоу процеса p , у предузећу f , $i = 1, \dots, I_g; g = 1, \dots, G; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$ има најмању, односно највећу вредност, респективно. Нормализоване вредности троугаоних фази бројева су такође троугаони фази бројеви и означени су $\tilde{r}_{igp}^f = (z; L_{igp}^f, M_{igp}^f, U_{igp}^f)$. У овом решењу коришћена је процедура линеарне нормализације (Shih *et al*, 2007).

Отежана вредност сваког индикатора на нивоу сваког процеса у предузећу f , $f=1, \dots, F$ рачуна се као производ тежине индикатора на нивоу процеса, w_{igp}^f и нормализоване вредности индикатора на нивоу процеса, \tilde{r}_{ig}^{pf} . На основу правила о множењу фази броја константом, отежана вредност индикатора је такође описана троугаоним фази бројем, \tilde{d}_{ig}^{pf} , g и у предузећу f . За анализу успешности процеса процеса p , $p = 1, \dots, P_f$, следећи задаци су важни:

(1) Одређивање ранга индикатора на нивоу сваке групе и сваког процеса.

Индикатор i , групе g $(i^*)_g^f$, на нивоу свих процеса у предузећу f , $i = 1, \dots, I_g; g = 1, \dots, G; f = 1, \dots, F$ који има најлошије перформансе, $(i^*)_g^f$ налази се из услова да је отежана нормализована вредност разматраног индикатора најмања: $\min_{p=1, \dots, P_f} \tilde{d}_{igp}^f = \tilde{d}_{i^*_g}^f$. Одређивање ових вредности засновано је на поступку поређења троугаоних фази бројева (Dubois & Prade 1979) (секција 3.1). Индикатор коме је придружена вредност $\tilde{d}_{i^*_g}^f$ је индикатор са најлошијим перформансама у групи g и у предузећу f , $(i^*)_g^f$. Сматра се да је оправдано да се користи логичко-математички оператор \min за одређивање индикатора који има најлошије карактеристике. Овај став је заснован на мишљењу менаџмент тима да ако један индикатор има лоше перформансе то може да доведе до не ефикасности свих процеса чак и до немогућности реализације једног или више процеса.

Вредности \tilde{d}_{igp}^f су сортиране у монотono нарастући низ према коме су рангирани индикатори сваке групе g и у сваком предузећу f , $i = 1, \dots, I_g; g = 1, \dots, G; f = 1, \dots, F$.

Према добијеним резултатима менаџмент треба да предузме одговарајуће корективне мере које треба да доведу до побољшања перформанси индикатора $(i^*)_g^f$ а самим тим и до повећања ефикасности свих процеса у предузећу $f, f=1, \dots, F$.

(2) Одређивање мере веровања да индикатор који се налази на другом месту има мању отежану нормализовану вредност од индикатора који се налазе на првом месту. Одређивање мера веровања је засновано на методи поређења троугаоних фази бројева (Dubois & Prade, 1979).

$$Bel\left(\tilde{d}_{i'gp}^f \geq \tilde{d}_{i^*gp}^f\right), i' = 1, \dots, I_g; i' \neq i^*$$

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 индикатор који се налази на другом месту има лошије перформансе од индикатора који се налази на првом месту.

На основу добијене мере веровања за сваку групу индикатора менаџмент тим може да донесе одлуку да ли треба и када да предузима одговарајуће менаџмент мере за побољшање карактеристика и индикатора који се налази на другом месту.

(3) Одређивање вредности оцене процеса p , у предузећу f , са респектовањем групе g , $\tilde{O}_{pg}^f, p = 1, \dots, P_f; g = 1, \dots, G; f = 1, \dots, F$. Ова вредност се добија применом методе средње вредности. Другим речима вредност оцене процеса p , у предузећу f , на нивоу групе g , добија се као средња вредност отежаних нормализованих вредности индикатора групе g на нивоу процеса p , у предузећу f . Респектујући правила фази алгебре (Zimmermann, 1996) ова вредност је такође фази број. На основу израчунатих вредности \tilde{O}_{pg}^f одређује се ранг процеса. На првом месту у рангу налази се процес, $(p^*)_g^f$ којем је придружена најмања вредност $\min_{p=1, \dots, P_f} \tilde{O}_{pg}^f = \tilde{O}_{p^*g}^f$. Другим речима, рангирање процеса на нивоу сваке групе g , у предузећу f , засновано је на рангирању троугаоних фази бројева \tilde{O}_{pg}^f (секција 4.1).

За процес који има најлошије перформансе, менаџмент тим треба да предузме одговарајуће мере у циљу побољшања перформанси процеса. На овај начин се повећава и капацитет за опоравак предузећа.

(4) Одређивање мере веровања да процес који се налази на другом месту има лошије карактеристике од процеса који се налази на првом месту на нивоу групе g , у предузећу $f, p = 1, \dots, P_f; g = 1, \dots, G; f = 1, \dots, F$.

На основу израчунатих мера веровања, менаџмент тим оређује када и које мере треба предузети и за процесе који се налазе на другом месту у рангу у оквиру сваке групе индикатора који су дефинисани у моделу за капацитет за опоравак предузећа.

(5) Одређивање ранга индикатора кључних рањивости.

Вредност сваког од три параметра сваког индикатора кључне рањивости на нивоу сваког процес p у предузећу f , $p = 1, \dots, P_f$; $f = 1, \dots, F$ описан је помоћу лингвистичких исказа који су дефинисани у секцији 4.3. Како ови параметри су бенефитне и троковне природе (Yoon & Hwang, 1995) неопходно је да се изврши нормализација. Нормализована вредност параметра j индикатора кључне рањивости је означена као $\tilde{r}_{ijp}^f = (z; a_{ijp}^f, b_{ijp}^f, c_{ijp}^f)$. У овом решењу користи се поступак линеарне нормализације (Shih *et al*, 2007).

Графички, вредност индикатора респектујући сва три параметра може да се представи као полиедар. Тако да вредност индикатора кључне рањивости са респектовањем сва три параметра, пот претпоставком да су њихове релативне вредности једнаке рачунају се као запремина полиедра, V_{ip} , $i = 1, \dots, I$; $p = 1, \dots, P_f$. Вредности V_{ip} припадају скупу реалних бројева.

Ранг индикатора кључних рањивости у предузећу f , $f=1, \dots, F$ оређује се на основу израчунатих отежаних вредности индикатора кључне рањивости на нивоу сваког процеса у предузећу, d_{ip}^f . Ове вредности су поређане у монотонно не растући низ. На првом месту налази се индикатор $(i^*)^f$ коме је придружена најмања вредност d_{ip}^f .

На основу добијених резултата менаџмент тим предузима одговарајуће мере, прво за индикатор који се налази на првом месту за побољшање његових карактеристика. Циљ је да се повећа вредност кључних рањивости јер исти у највећој мери утиче на повећање капацитета за опоравак предузећа.

(6) Одређивање вредности оцене процеса p , у предузећу f , са респектовањем кључних рањивости, d_p^f . Ове вредности се добијају се као средња вредност отежаних нормализованих вредности индикатора кључне рањивости на нивоу процеса p , у предузећу f . Ове вредности су детерминистичке. Рангирање процеса на нивоу групе кључна рањивост, у предузећу f , засновано је на рангирању скаларних вредности d_p^f .

(7) Одређивање капацитета за опоравак предузећа, \tilde{R}^f , $f = 1, \dots, F$.

Капацитет за опоравак предузећа рачуна се као сума оцена сваке групе индикатора. На основу правила фази алгебре (Zimmermann, 1996) ова вредност је описана такође фази бројем који има троугаону расподелу функције расподеле могућности.

На основу добијене вредности капацитета за опоравак предузећа могуће је: (1) поредити вредност капацитета за опоравак једног предузећа у односу на остале, (2) одредити предузеће које има највећу могућност да се опорави, (3) поредити вредности капацитета за опоравак једног предузећа у различитим временским периодима. На овај начин могуће је оцењивати и менаџмент одлуке руководства предузећа.

С обзиром на то да су у фокусу организације коју зависне од *ICT*, треба имати на уму да се побољшана хардверско-софтверска решења свакодневно нуде у различитим сегментима пословања. Често су то рачунари са новим перформансама, комуникациони хардвер и софтвер, базе података и системи за управљање базама података итд., при чему се побољшања односе на брзину рада, капацитет, сигурност, тачност, поузданост итд. Истовремено, потенцијална унапређења, могу значити и увођење нових ризика и рањивости у свакоднево пословање организације. Управо због тога треба вршити процену капацитета за опоравак организације у дефинисаним временским периодима који се могу узети за оцену перформанси процеса у организацији. На тај начин се утврђују ефекти примене нових *ICT* као и ефекти дефинисања нових улога *ICT* у организацији. Генерално, *ICT* утиче на побољшање нивоа квалитета процеса који су подржани од стране ових технологија тако што омогућава:

- већу транспарентност процеса,
- виши ниво аутоматизације процеса,
- вођење процеса према циљу,
- праћење карактеристике процеса,
- интеграцију различитих процеса, итд.

На основу добијених вредности може да се утврди које предузеће има највећи, односно најмањи капацитет за опоравак. Нека предузеће f' има највећи капацитет за опоравак (то се одређује из услова да је предузећу f' придружена највећа вредност фази броја $\tilde{R}^{f'}$). За менаџмент тим сваког предузећа, а посебно за потенцијане инвеститоре, па и купце је од значаја и податак о мери веровања да предузеће f'' има већи капацитет за опоравак предузећа. У супротном, ако претпоставимо да предузеће f' има најмањи капацитет за опоравак (то се одређује из услова да је предузећу f' придружена најмања вредност фази броја $\tilde{R}^{f'}$) за менаџмент тим предузећа је од значаја да зна колико је разматрано предузеће лошије од предузећа које има највећи капацитет за опоравак, f'' . Одговор на ово питање се добија израчунавањем мере веровања да је $\tilde{R}^{f'} \geq \tilde{R}^{f''}$, $f = 1, \dots, F$.

(8) За макро економску анализу врло је потребно да се одреде оцене процеса на нивоу једне групе предузећа у којима се реализује иста привредна делатност. Нека је оцена

процеса p , у предузећу f са респектовањем групе g , $p = 1, \dots, P_f$; $f = 1, \dots, F$; $g = 1, \dots, G$ означена као \tilde{O}_{pg}^f . Оцена процеса p , у предузећу f са респектовањем кључне рањивости је означена као d_p^f . Оцена процеса p респектовањем групе g , односно респектовањем кључних рањивости добија се као средња вредност оцена свих предузећа. Ове средње вредности оцена процеса су означене као \tilde{O}_{pg} , односно d_p . За реализацију статистичке анализе неопходно је да се дефазификује троугаони фази број \tilde{O}_{pg} и троугаони фази бројеви \tilde{O}_{pg}^f . Скаларне вредности ових троугаоних фази бројева су означене као O_{pg} и O_{pg}^f , респективно. Дефазификација је извршена применом методе момента (Zimmerman, 1996).

Тестиране су хипотезе процеса који се налазе на првом и другом месту имају подједнако лоше карактеристике на нивоу сваке групе. Тестирање је извршено применом статистичких параметарских тестова (Mason *et al*, 1999).

Алгоритам развијеног фази модела

Корак 1. Поставимо матрице парова упоређења процеса у предузећу f ,

$\left[\tilde{w}_{pp'}^f \right]$, $p, p' = 1, \dots, P_f$; $f = 1, \dots, F$. Тежина процеса p , $p = 1, \dots, P_f$ се рачуна као:

$$\tilde{w}_p = \frac{1}{P_f} \cdot \sum_{p'}^{P_f} \tilde{w}_{pp'}$$

Корак 2. Поставимо матрице парова упоређења индикатора на нивоу групе у предузећу

f , $\left[\tilde{w}_{ii'}^f \right]$, $i, i' = 1, \dots, I_g$; $g = 1, \dots, G$; $p = 1, \dots, P_f$; $f = 1, \dots, F$. Тежина индикатора i у оквиру

групе g , $i = 1, \dots, I_g$; $g = 1, \dots, G$ се рачуна као:

$$\tilde{w}_{ig} = \frac{1}{I_g} \cdot \sum_{i'}^{I_g} \tilde{w}_{ii'}$$

Корак 3. Тежина индикатора i у оквиру групе g , на нивоу процеса p , у предузећу f ,

\tilde{w}_{igp} , $i = 1, \dots, I_g$; $g = 1, \dots, G$; $p = 1, \dots, P_f$; $f = 1, \dots, F$ се рачуна:

$$\tilde{w}_{igp} = \bigcup (\tilde{w}_p, \tilde{w}_{ig}),$$

$$\mu_{\tilde{w}_{igp}} = \min \left(\mu_{\tilde{w}_p}, \mu_{\tilde{w}_{ig}} \right)$$

где:

Корак 4. Репрезентативни скалар фази броја $w_{igp}^{\sim f}$, w_{igp}^f добија се методом момента:

$$w_{igp}^f = \frac{\int x \cdot \mu_{\sim f}^{w_{igp}}}{\int \mu_{\sim f}^{w_{igp}}}$$

Корак 5. Трансформишимо све лингвистичке вредности индикатора, $v_{igp}^{\sim f} = (y; L_{igp}^f, M_{igp}^f, U_{igp}^f)$, у $r_{igp}^{\sim f} = (y; L_{igp}^f, M_{igp}^f, U_{igp}^f)$, $z \in [0,1]$, $i = 1, \dots, I_g$; $g = 1, \dots, G$; $p = 1, \dots, P_f$; $f = 1, \dots, F$ помоћу методе линеарне нормализације (Shih *et al*, 2007):

За бенефитан тип индикатора:

$$r_{igp}^{\sim f} = \left(\frac{L_{igp}^f}{U_{igp}^{f*}}, \frac{M_{igp}^f}{U_{igp}^{f*}}, \frac{U_{igp}^f}{U_{igp}^{f*}} \right)$$

За трошкован тип индикатора:

$$r_{igp}^{\sim f} = \left(\frac{L_{igp}^{f-}}{U_{igp}^f}, \frac{L_{igp}^{f-}}{M_{igp}^f}, \frac{L_{igp}^{f-}}{L_{igp}^f} \right),$$

где је: $U_{igp}^{f*} = \max_{y=1, \dots, Y_{igp}^f} U_{igp}^y$, $L_{igp}^{f-} = \min_{y=1, \dots, Y_{igp}^f} L_{igp}^y$

Корак 6. Израчунајмо отежану вредност индикатора i , у групи g , на нивоу процеса p , у предузећу f :

$$d_{igp}^{\sim f} = w_{igp}^f \cdot r_{igp}^{\sim f}, \quad i = 1, \dots, I_g; g = 1, \dots, G; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$$

Вредност $d_{igp}^{\sim f}$ је фази оцена индикатора i , у групи g на нивоу процеса p , у предузећу f .

Корак 7. Израчунајмо меру веровања да је фази отежана вредност индикатора i , $i = 1, \dots, I_g$ у оквиру групе g , $g = 1, \dots, G$ на нивоу процеса p , $p = 1, \dots, P_f$ мања или једнака од фази оцена свих осталих индикатора разматране групе на нивоу разматраног предузећа. Одређивање мера веровања засновано је на методи о поређењу фази бројева (Dubois & Prade, 1979).

Корак 8. Одредимо ранг индикатора у оквиру сваке групе g , $g = 1, \dots, G$. На првом месту сваке групе налази се индикатор, i_g^* коме је придружена најмања вредност $d_{igp}^{\sim f}$.

Другим речима из услова $\min_{i=1, \dots, I_g} d_{igp}^{\sim f} = d_{i_g^*}^{\sim f}$ налази се i_g^* , $g = 1, \dots, G$.

Корак 9. Одредимо оцену процеса p , $p = 1, \dots, P_f$ на нивоу групе g , респектовањем вредности свих индикатора разматране групе, њихових тежина и тежине процеса p :

$$\tilde{O}_{pg}^f = \frac{1}{I_g} \cdot \sum_{i=1}^{I_g} \tilde{d}_{igp}^f, \quad i = 1, \dots, I_g; g = 1, \dots, G; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$$

Корак 10. Рангирајмо процесе у предузећу f респектујући индикаторе групе g . На првом месту у рангу налази се процес коме је придружена најмања вредност троугаоног фази броја \tilde{O}_{pg}^f , $(p^*)^f$ а на последњем месту процес коме је придружена највећа вредност \tilde{O}_{pg}^f . Одређивање ранга процеса засновано је на методи поређења троугаоних фази бројева (секција 4.1).

Корак 11. Одредимо меру веровања да процес који се налази на другом месту у рангу према индикаторима групе g у предузећу f има лошије карактеристике од процеса који се налази на првом месту у рангу:

$$\text{Vel} \left(\tilde{O}_{p'g}^f \geq \tilde{O}_{p^*g}^f \right), \quad p' = 1, \dots, P_g f; p' \neq p^*; g = 1, \dots, G$$

Корак 12. Одредимо оцену процеса p , према групи g на нивоу разматране групе предузећа:

$$\tilde{O}_{pg} = \frac{1}{F} \cdot \sum_{f=1}^F \tilde{O}_{pg}^f, \quad g = 1, \dots, G; p = 1, \dots, P_f$$

Корак 13. Трансформишимо све лингвистичке вредности параметара индикатора кључних рањивости, $\tilde{v}_{ijp}^f = (y; L_{ijp}^f, M_{ijp}^f, U_{ijp}^f)$, у $\tilde{r}_{ijp}^f = (y; L_{ijp}^f, M_{ijp}^f, U_{ijp}^f)$, $z \in [0, 1]$,

$i = 1, \dots, I_g; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$ помоћу методе линеарне нормализације (Shih, et al, 2007):

а) Бенефитан тип параметра j , $j=1,2,3$:

$$r_{ijp}^f = \left(\frac{L_{ijp}^f}{U_{ijp}^{f*}}, \frac{M_{ijp}^f}{U_{ijp}^{f*}}, \frac{U_{ijp}^f}{U_{ijp}^{f*}} \right)$$

б) Трошковни тип параметра j , $j=1,2,3$:

$$r_{ijp}^f = \left(\frac{L_{ijp}^{f-}}{U_{ijp}^f}, \frac{L_{ijp}^{f-}}{M_{ijp}^f}, \frac{L_{ijp}^{f-}}{L_{ijp}^f} \right),$$

$$\text{где: } U_{ijp}^{f*} = \max_{y=1, \dots, Y_{ijp}^f} U_{ijp}^y, \quad L_{ijp}^{f-} = \min_{y=1, \dots, Y_{ijp}^f} L_{ijp}^y$$

Корак 14. Одредимо вредност индикатора i кључне рањивости респектујући вредности сва три његова параметра на нивоу процеса p у предузећу f , V_{ip}^f :

$$V_{ip}^f = \begin{vmatrix} b_{i1}^{pf} & b_{i2}^{pf} & 0 \\ b_{i1}^{pf} & 0 & b_{i3}^{pf} \\ 0 & b_{i2}^{pf} & b_{i3}^{pf} \end{vmatrix} = 2 \cdot b_{i1}^{pf} \cdot b_{i2}^{pf} \cdot b_{i3}^{pf}, \quad i = 1, \dots, I; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$$

Корак 15. Израчунајмо отежану вредност индикатора i кључне рањивости, на нивоу процеса p , у предузећу f , d_{ip}^f :

$$d_{ip}^f = w_{ip}^f \cdot V_{ip}^f, \quad i = 1, \dots, I; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$$

Израчуната вредност d_{ip}^f припада скупу реалних бројева и представља оцену индикатора i кључне рањивости, на нивоу процеса p , у предузећу f .

Корак 16. Нађимо индикатор кључне рањивости који има најлошије карактеристике, $(i^*)^f$. Овај индикатор се налази из услова:

$$\min_{p=1, \dots, P_f} d_{ip}^f = d_{i^*p}^f$$

На основу вредности d_{ip}^f рангирају се индикатори кључне рањивости на нивоу сваког предузећа f , тако да се на првом месту налази индикатор коме је придружена вредност $d_{i^*p}^f$ а на последњем месту у рангу индикатор коме је придружена највећа вредност d_{ip}^f . Рангирање индикатора је засновано на поређењу реалних бројева.

Корак 17. Одредимо оцену процеса p према кључним рањивостима у предузећу f , d_p^f :

$$d_p^f = \frac{1}{I} \cdot \sum_{i=1}^I d_{ip}^f, \quad i = 1, \dots, I; p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$$

Корак 18. Рангирајмо процесе предузећа f према кључним рањивостима. На првом месту у рангу налази се процес $(p^*)^f$ којем је придружена најмања вредност $\min_{p=1, \dots, P_f} d_p^f = d_{p^*}^f$. На последњем месту у рангу се налази процес коме је придружена највећа вредност d_p^f .

Корак 19. Израчунајмо оцену кључне рањивости на нивоу разматране групе предузећа, d^f :

$$d^f = \frac{1}{F} \cdot \sum_{f=1}^F d_p^f, \quad p = 1, \dots, P_f; f = 1, \dots, F$$

Корак 20. Нађимо репрезентативне скаларе троугаоних фази бројева \tilde{O}_{pg} и \tilde{O}_{pg}^f , методом максималне вредности (Zimmermann, 1996), O_{pg} и O_{pg}^f . Израчунајмо средња квадратна одступања s_{pg} и s_{pg}^f .

Корак 21. Тестирајмо хипотезу да је процес $(p')_g$ који се налази на другом месту у рангу на посматраној групи предузећа, респектујући групу g има подједнако лоше карактеристике као и процес $(p^*)_g$ који се налази на првом месту у рангу применом статистичког теста о разлици аритметичких средина два узорка. Сматрамо да су варијансе средњих вредности оцена посматрана два процеса једнаке и да је ризик α .

Корак 1. Постављање хипотеза:

$$H_0 : O_{p'g} = O_{p^*g}$$

$$H_1 : O_{p'g} \neq O_{p^*g}$$

Корак 2. Праг значајности

Претпоставимо да је ризик α .

Корак 3. Статистика одлучивања

$$t_0 = \frac{O_{p'g} - O_{p^*g}}{s_p \cdot \sqrt{\frac{2}{F}}}$$

где је:

$$s_p = \sqrt{\frac{(F-1) \cdot (s_{p'g}^2 + s_{p^*g}^2)}{2F-2}}$$

Корак 4. Критеријум за одбацивање нулте хипотезе, H_0 :

$$|t_0| > t_{\alpha/2, 2F-2}$$

Корак 5. Одлука

Када посматрамо групу која је означена као кључна рањивост предузећа тада

$$O_{p'g} = d_p \text{ и } O_{p^*g} = d_{p^*}.$$

Корак 22. Тестирајмо хипотезу да је процес $(p')_g$ који се налази на другом месту у рангу на посматраној групи предузећа, респектујући групу g има подједнако лоше карактеристике као и процес $(p^*)_g$ који се налази на првом месту у рангу применом технике анализе варијансе.

Корак 1. Постављање хипотеза:

$$H_0 : s_{pg}^2 = s_{pg}^{*2}$$

$$H_1 : s_{pg}^2 \neq s_{pg}^{*2}$$

Корак 2. Праг значајности

Претпоставимо да је ризик α .

Корак 3. Статистика одлучивања

$$F_0 = \frac{s_{pg}^2}{s_{pg}^{*2}}$$

Корак 4. Критеријум за одбацивање нулте хипотезе, H_0 :

$$F_0 > F_{\alpha, F-1, F-1}$$

Корак 5. Одлука

Корак 23. Одредимо капацитет опоравка на нивоу предузећа f , $f=1, \dots, F$:

$$\tilde{R}^f = \sum_{g=1}^G \sum_{p=1}^{P_f} \tilde{O}_{pg}^f + d_p^f$$

Овим кораком се завршава поступак одређивања величине капацитета за опоравак на нивоу предузећа. Приликом процене величине капацитета за опоравак, одређивање тежина индикатора и процеса организације у присуству неизвесности је један од важних задатака менаџмент тима. Решење овог проблема у великој мери има утицај на процену капацитета за опоравак што за последицу има утицај на доношење важних менаџерских одлука приликом формирања стратегије пословања.

Реално је претпоставити да доносиоци одлука, у овом случају менаџери који процењују капацитет за опоравак, тачније и лакше исказују своје процене коришћењем лингвистичких исказа него прецизним бројевима. Предност коришћења лингвистичких исказа се огледа у томе што њихов број и врсту одређује менаџмент тим који врши оцењивање на основу особина проблема који се решава. Математичке теорије као што су теорија вероватноће, фази скупови, теорија грубих скупова, омогућавају да се лингвистички искази математички опишу. Фази скупови дозвољавају могућност елиминације неизвесности и непрецизности које егзистирају услед непотпуних података којима располажу доносиоци одлука. Неизвесности и непрецизности се елиминишу, у овом случају, лингвистичким променљивама (Zadeh, 1978) које могу имати различите облике функције припадности. Најзаступљенији облици облици функција припадности могу бити представљени позитивним троугаоним (Mahdavi *et al*, 2008, Tadic *et al*, 2011) и позитивним трапезоидним (Chen *et al*, 2006) фази бројевима. У одређеним случајевима неизвесности и непрецизности се моделирају фази бројевима чије функције расподеле могућности могу да буду дискретни фази бројеви или могу бити облика Гаусове криве, логистичке криве, и сл. (Tadic & Stanojevic, 2005; Petrovic & Petrovic, 2001).

Приликом третирања неизвесности, фази приступ одређене предности у односу на стохастички приступ. Приликом израчунавања вероватноће расподеле за сваку случајно променљиву стохастички приступ захтева доста података из евиденције, док комбинација различитих неизвесности доводи до сложене расподеле вероватноће што имплицира сложене математичке изразе. Поред тога, фази приступ има и одређене експлицитне предности (Turk & Zarandi, 1999):

- једноставност концептуалног разумевања,
- флексибилност,
- могућност да обухвати различите нелинеарне функције произвољне сложености,
- толерантност на непрецизне податке,
- уважавање експертских мишљења и ставова,
- могућност остваривања унапређене комуникације између експерата и менаџера.

Адекватност одабира фази скупова у решавању проблема се може представити чињеницом да се фази скупови користе за решавање сличних проблема при чему важе следећи услови:

- Проблем се описује подацима који нису детаљно описани, тј. нема довољно података из евиденције за статистичку анализу,
- Услови су променљиви тако да је немогуће посматране величине приказати стохастички.

На основу наведеног, може се извући закључак да коришћење фази скупова може да симулира људски начин размишљања у процесу доношења одлука (Kaung, & Chakraborty, 2007) у присуству непрецизних, апроксимативних и нејасних података.

4.2 Архитектура софтверског решења за процену капацитета за опоравак – ORASMES

Представљени математички модел који је описан, тестиран је у оквиру студије случаја на малим и средњим предузећима сектора прерађивачке индустрије. Овај тип предузећа испуњава захтев да којим се тражи зависност организације од *ICT*. За потребе реализације студије случаја развијен је софтвер **ORASMES** (*Organizational Resilience Assessment for Small and Medium EnterpriseS*), заснован на развијеном фази математичком моделу. Основна идеја приликом реализације математичког фази модела у софтверско решење (Stefanović *et al*, 2012, Luković, 2007) била је да се омогући ефикасније и брже оцењивање капацитета за опоравак у предузећима. Приликом развоја архитектуре софтверског решења пошло се од сета користничких захтева које је потребно испунити:

- Потребно је да софтвер буде једноставан за инсталацију и одржавање.
- Специфичан захтев је да софтвер има јасно дефинисану структуру изражену кроз слојеве презентације, апликације и базе података, односно неопходно је омогућити употребу различитих база података.
- Потребно је да кориснички интерфејс буде једноставан, интуитиван и лак за употребу, односно, да не треба специјална обука за коришћење софтвера.
- Препоручује се веб базирано решење, да би се апликацији могло приступити са удаљених локација.

Софтвер је реализован као трослојна, веб апликација где је приступ бази података остварен коришћењем апстрактног слоја да би се реализовао софтвер који је портабилан за различите базе и платформе. Коришћена је *PDO* екстензија за формализовано повезивање са базама података уз коришћење јединственог интерфејса. За потребе креирања софтвера **ORASMES** изабрано је отворено окружење са *Java*, *php* и *MySQL* развојним алатима. Ово окружење је изабрано због отворености према различитим типовима база података и могућности остваривања техничко-технолошке независности.

Приликом пројектовања софтверског решења исказани су следећи захтеви:

- Постојање више корисничких типова са различитим сетом овлашћења. Систем заштите софтвера остварен је применом приступа *RDBMS* и регулисањем права приступа која су подељена у два основна сета права:
- пуно (*administrator*) – омогућава креирање, модификовање, брисање и читање параметара и постављање нових образаца.
- корисничко (*user*) – омогућава само уношење параметар и коришћење резултата.
- Обезбеђење флексибилности уношења индикатора капацитета за опоравак, (Менаџмент кључним рањивостима (МКР), Адаптивни капацитет (АК), Свест организације (СО) и Елементи корпоративне културе подређени капацитету за опоравак (ЕКК).
- Уколико постоји потреба, могуће је на лак и једноставан начин додати потребне параметре и елементе за вредновање тих параметара.
- Могућност чувања сценарија, односно оцена капацитета организације за опоравак заједно са свим унетим индикаторима. Ово је неопходно да би се омогућило праћење стања капацитета организације за опоравак током жељеног временског периода.
- Могућност праћења и поређења капацитета за опоравак између две или више организације. Једна од основних намена, како модела тако и софтвера

је да омогући што објективније вредновање и поређење капацитета за опоравак посматраних организација.

- Омогућавање интуитивног и јасног пута вредновања одређених перформанси система, без изразите потребе за високом експертизом у посматраној области.

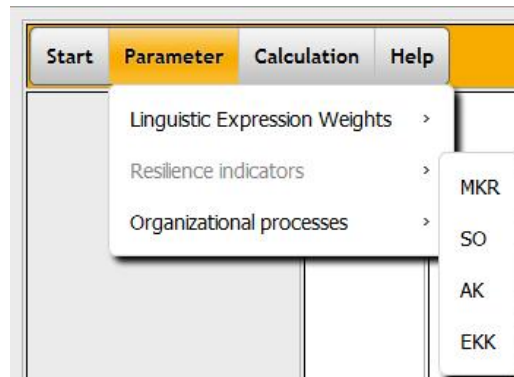
Сви ови захтеви, који су били резултат анализе потреба и специфичности изграђеног модела, уграђени су у **ORASMES** софтвер тако да поседује палету алата који су иманентни свим савременим софтверским решењима. Кориснику је прво омогућено да се логије као администратор и корисник, да би могао да експлоатише предефинисани сет права и функционалности. Разлика између два сета права је у томе што администратор може да врши реконфигурацију система према захтевима који су дати у претходном тексту. У оба случаја корисник може да отвори неки од претходно сачуваних сценарија или да дефинише нови сценарио. У случају дефинисања новог сценарија корисник уноси основне параметре дефинисаних индикатора капацитета за опоравак. У принципу, корисник може корисити предефинисани сет, док администратор може мењати сет параметара. У оба случаја могу се вредновати сет дефинисаних индикатора капацитета за опоравак, (Менаџмент кључним рањивостима (МКР), Адаптивни капацитет (АК), Свест организације (СО) и Елементи корпоративне културе подређени капацитету за опоравак (ЕКК)).

Start Parameter Calculation Help						
New						
Open						
Save						
Save as						
Print						
Close						
	Индикатори капацитета за опоравак	Procesi u organizaciji				
		1	2	3	4	5
МКР	1. Анализа стратешког планирања					
	2. Учествовање у обукама					
	3. Способности и капацитет интерних ресурса					
	4. Стејхолдери као екстерни ресурси					
	5. Рањивости информационих и комуникационих технологија у организационом систему					
АК	6. Секторски менталитет					
	7. Проактивни приступ					
	8. Менаџмент информацијама и знањем					
	9. Лидерство, менаџмент и управљачке структуре					
	10. Иновације и креативност					
	11. Улоге и одговорности запослених					
	12. Разумевање и анализа					

Слика 4.2 – Изглед екрана **ORASMES** софтвера са дефинисаним индикаторима

Сваки од појединачних индикатора може добити сопствену вредност и сопствени опис. Наредни кораци, без обзира на то да ли је реч о старом или новом сценарију кореспондирају сету кората датих у математичком моделу и резултирају оценом

капацитета за опоравак предузећа заједно са указаним стратешким правцима за његово унапређивање. Систем подржава основне наредбе (*new* – креирање новог сценарија, *open* – отварање старог, *save* – снимање, *save as* – снимање под другим називом, *print* – штампање, *close* – затварање апликације) (слика 4.2). Након покретања новог пројекта, врши се вредноање параметара користећи систем падајућих менија приказаних на слици 4.3.



Слика 4.3 – Постављање матрице парова упоређења процеса и индикатора капацитета за опоравак

Корисник дефинише лингвистичке изразе за одређивање тежина индикатора и процеса да би се поставиле матрице парова упоређења процеса и индикатора капацитета за опоравак у предузећу. Приликом избора одређеног индикатора врши се систем wizarda који омогућује лакше оцењивање појединих параметара. На пример, у оцени Рањивости *ICT* у организационом систему користи се низ корака кој омогућавају креирање потребне оцене као што је дато у примеру на следећим табелама (табела 4.1; табела 4.2; табела 4.3). Препоручене вредности које су дате поменути табелама добијене су адаптацијом захтева модела *COCOMO* који представља алгоритам намењен процени трошкова софтвера (Boehm, 1981). Свуда се користи оцењивање према скали од пет или седам лингвистичких исказа који су редифинисани због лакшег коришћења од стране корисника.

Табела 4.1 – Искуство *ICT* тима у раду на датој платформи

Препорука оцене у софтверу ORASMES	Веома мала вредност	Мала вредност	Прилично средња вредност	Средња вредност	Прилично висока вредност	Висока вредност	Веома висока вредност
Искуство <i>ICT</i> тима	мање од 3 месеца	5 месеци	9 месеци	1 година	2 године	4 године	6 година

У оцени рањивости *ICT* система разматрају се и искуство *ICT* тима на циљној платформи према времену које тим заједно провео радећи на пројектима. Ова ставка је веома битна у више димензија – приликом свакодневних активности, у периодима настанка поремећаја у пословању, приликом захтева за развој нових производа, и сл. Приликом давања оцена рањивости *ICT* са аспекта специфичности и флексибилности захтева, експерти треба да воде рачуна и о кохезији тимова који обављају послове у оквиру различитих процеса у организацији. Овај аспект је веома важан имајући на уму то да свака организација поседује неку специфичност.

Табела 4.2 – Специфичност и флексибилност захтева

Препорука оцене у софтверу <i>ORASMES</i>	Веома мала вредност	Мала вредност	Прилично средња вредност или Средња вредност	Прилично висока вредност	Висока вредност	Веома висока вредност
Специфичности <i>ICT</i> система	Тотално специфичан	Углавном специфичан	Понегде специфичан	Углавном познат	У већем делу специфичан	Тотално познат
Флексибилност захтева	Ригорозни	Понегде флексибилни	Делимично флексибилни	Углавном усаглашени	Понегде усаглашени	Генерални циљеви
Кохезија <i>ICT</i> тима	Врло компликовани односи	Понегде компликовани односи	У основи кооперативни односи	Већином кооперативни односи	Високо кооперативни односи	Комплетно интерактивни односи

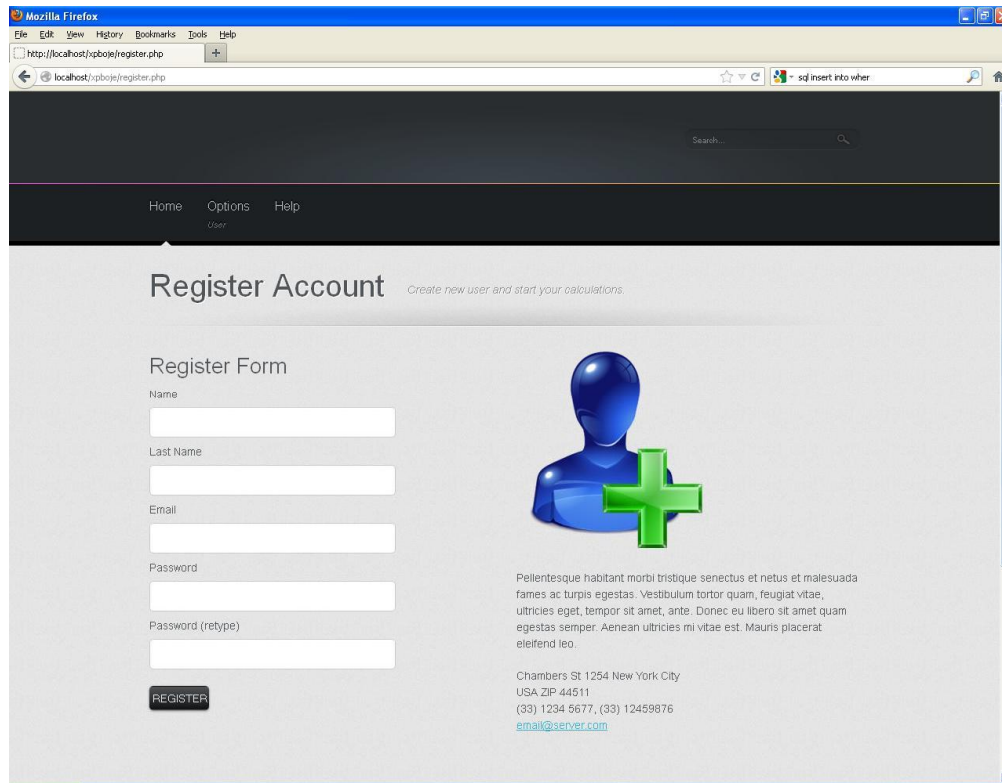
Када се узму у обзир параметри поузданости и комплексности, значајно је анализирати величину базе података, пројектну документацију *ICT* система, и сл. (табела 4.3).

Табела 4.3 – Параметри поузданости и комплексности

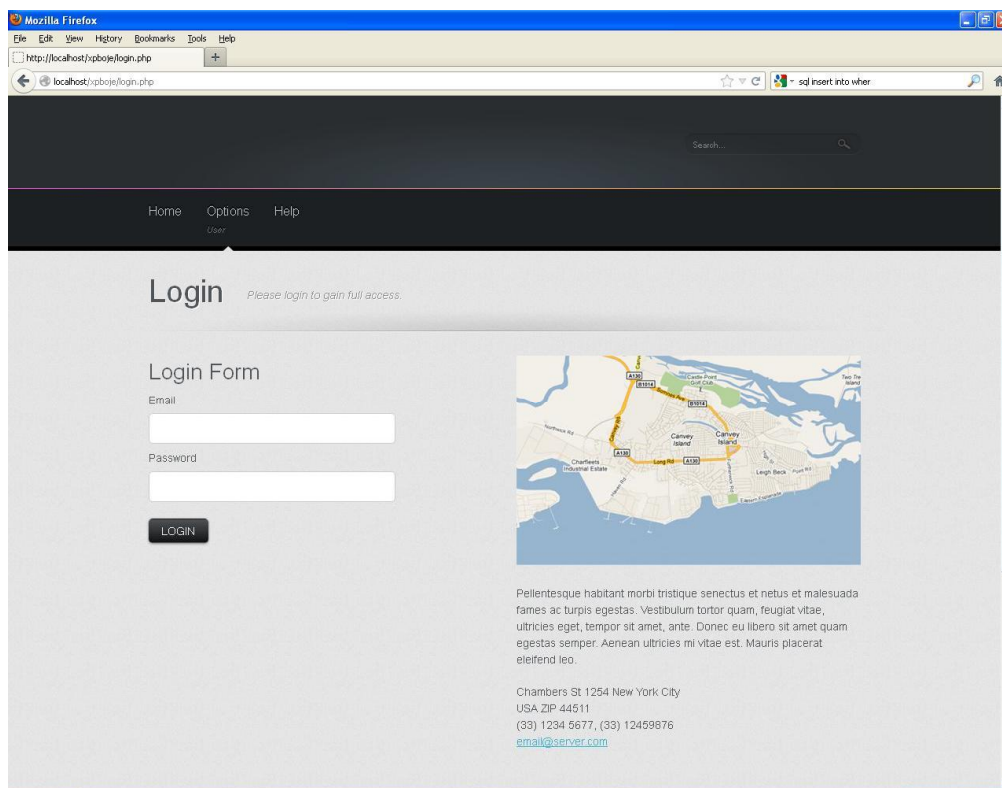
	Веома мала вредност	Мала вредност	Прилично средња вредност	Средња вредност	Прилично висока вредност	Висока вредност	Веома висока вредност
Нагласак на поузданости и пројектној документацији <i>ICT</i> система	Врло мали	Мали	Делимичан	Основни	Јак	Врло јак	Екстреман
Комплексност система	Врло једноставан	Једноставан	Умерено једноставан	Осредње комплекс.	Комплексан	Врло комплекс.	Екстремно комплекс.
Величина базе података	Мала	Мала	Мала	Средња	Велика	Врло велика	Врло велика

Након одређивања тежина индикатора и процеса, софтвер врши прорачун према корацима алгоритма развијеног фази модела (Слике 4.4 -4.10). Резултати калкулација које се приказују у корисничком интерфејсу обухватају:

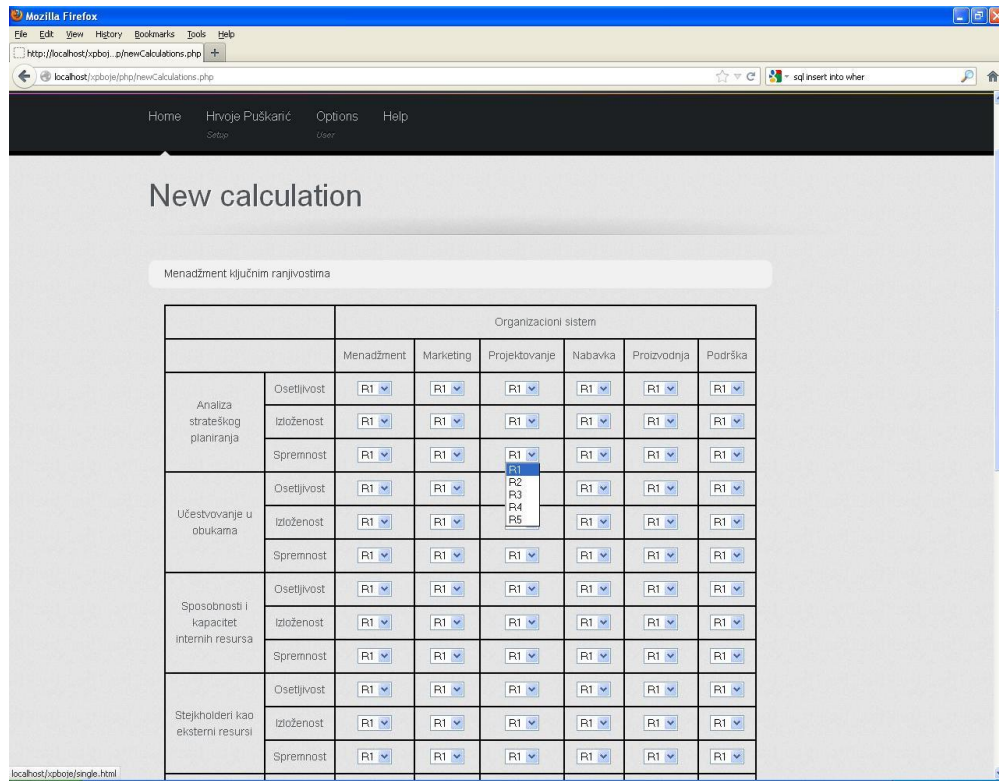
- Рангирање процеса у анализираном предузећу респектујући индикаторе капацитета за опоравак,
- Одређивање мере веровања да процес који се налази на другом месту у рангу према индикаторима капацитета за опоравак има лошије карактеристике од процеса који се налази на првом месту у рангу,
- Рангирање процеса у анализираном предузећу респектујући индикаторе капацитета за опоравак,
- Одређивање укупног капацитета за опоравак на нивоу предузећа.



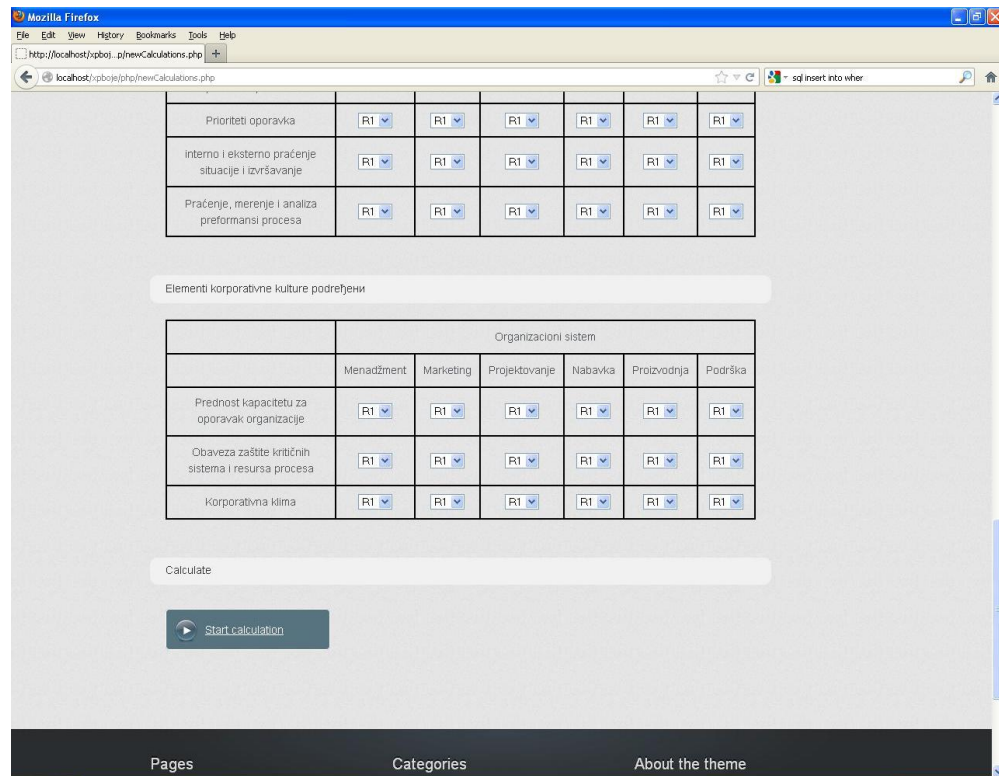
Слика 4.4 – Регистровање новог корисника



Слика 4.5 – Логовање корисника на систем



Слика 4.6 – Подешавање вредности кључних индикатора



Слика 4.7 – Подешавање вредности кључних индикатора и параметара

NOVA - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

NOVA

localhost/xpboje/php/result_tabs.php

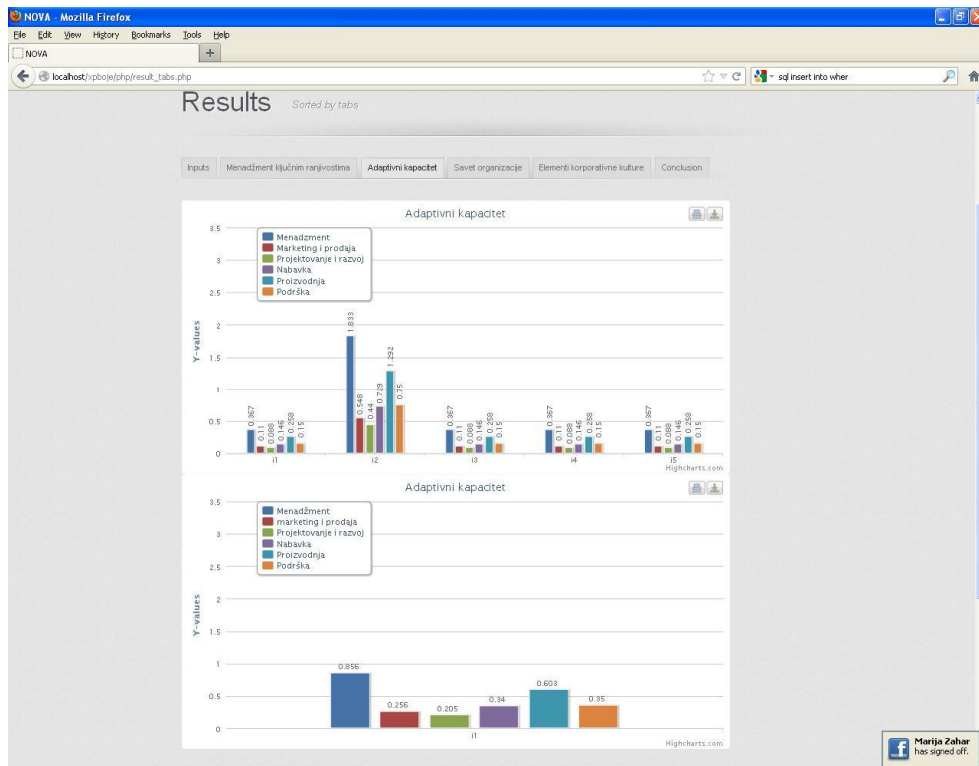
Home Hivoje Puškarić Options Help

Sorted by tabs

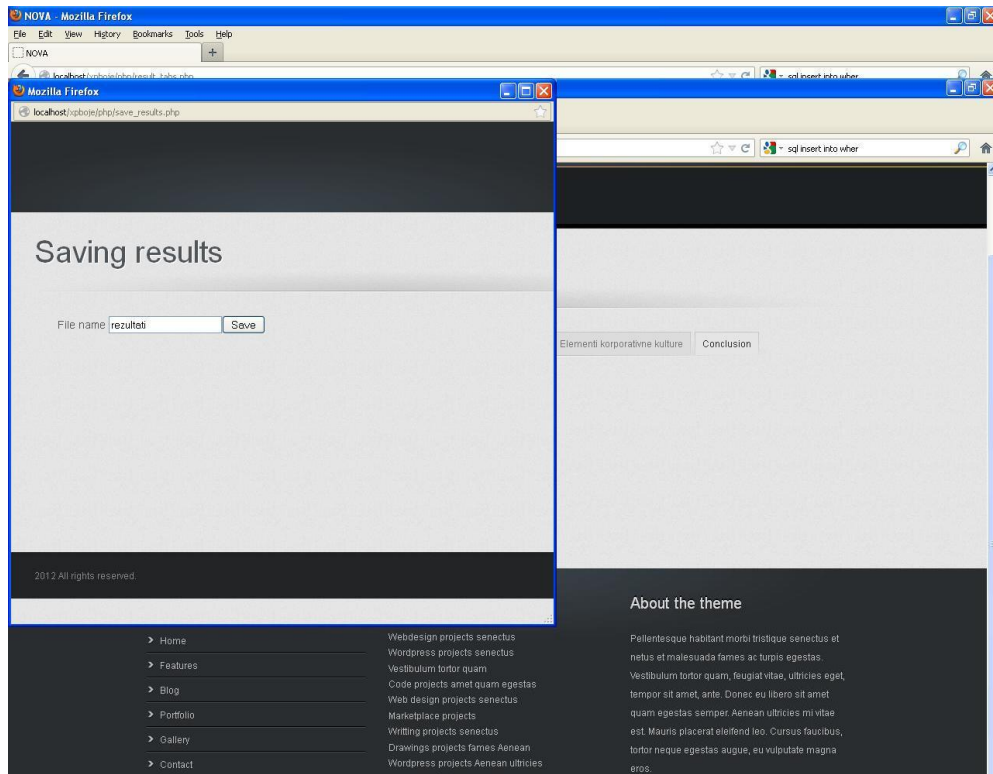
Inputs Management ključnim rangirnostima **Adaptivni kapacitet** Savet organizacije Elementi korporativne kulture Conclusion

		Organizacioni sistem					
		Menadžment	Marketing	Projektovanje	Nabavka	Proizvodnja	Podrška
Analiza strateškog planiranja	Osetljivost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	Izloženost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	Spremnost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
Učestvovanje u obukama	Osetljivost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	Izloženost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	Spremnost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
Sposobnosti i kapacitet internih resursa	Osetljivost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	Izloženost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	Spremnost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
Stajkholderi kao eksterni resursi	Osetljivost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	Izloženost	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	Spremnost	R1	R1	R1	R1	R3	R1

Слика 4.8 – Табеларна презентација резултата



Слика 4.9 – Графичка презентација резултата



Слика 4.10 – Снимање сценарија и резултата за изабрану организацију

Коришћење развијеног софтвера **ORASMES** пружа могућност менаџмент тимовима да доносе стратешке одлуке које су засноване на подацима добијеним на егзактан начин. Сматра се да одлучивање које је мање оптерећено субјективним ставовима чланова менаџмент тимова може да омогући одрживи развој организација и читавог региона.

5 Литература

Aleksić, A., Tadić, D., Stefanović, M., Misita, M., Arsovski, S., A New Model for Organizational Vulnerabilities Assessment in Small and Medium Enterprises in Presence of Uncertainties, *Metalurgia International*, Vol.2013, No.1, pp. -, ISSN 1582-2214, 2013.

Arsovski, S., Aleksandar Aleksić, Uroš Proso, Kvalitet i kapacitet organizacije za oporavak i unapređenje, Festival kvaliteta – 37. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 19.May 2010. - 21. May 2010., pp. 45 - 45, ISBN 978-86-86663-51-1, 2010.

Arsovski, S., Milićević, R., Menadžment kontinuitetom poslovanja i kvalitet života, Festival kvaliteta 2010, 5 nacionalna konferencija o kvalitetu života, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, ISBN: 978-86-86663-52-8, 2010.

- Bass, M.S., and Kwakernaak, H., Rating and Ranking of Multiple-aspect Alternatives using fuzzy sets, *Automatica*, 3, 47-58, 1977.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R., B., Albadvi, A., Aghdasi, M., PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications, *European Journal of Operational Research*, 200, pp. 198–215, 2010.
- Boehm, B., *Software Engineering Economics*. Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall, 1981. ISBN 0-13-822122-7.
- Brandon, P., S., Extreme Management in Disaster Recovery, *Procedia Engineering* 14, стране 84–94, 2011.
- Brans, J., P., L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE. In R. Nadeau and M. Landry, editors, *L'aide à la décision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir*, pages 183–213, Québec, Canada, Presses de l'Université Laval, 1982.
- Chen, C.T., Lin, C.T., S.F. Huang, S.F. A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management, *Int. J. Production Economics* 102, 289-301, 2006.
- Ćatić, D., Rangiranje elemenata sistema za upravljanje lakih privrednih vozila prema stepenu kritičnosti, OMO, Beograd, Br. strana: 16, ISBN 658-56, Beograd, 1994.
- Drucker P. F., *Management challenges for the 21st century*, Classic Drucker Collection edition 2007, Elsevier, ISBN 978-0-7506-8509-2
- Dubois, D. and Prade, H., Decision-making under Fuzziness, in *Advances in Fuzzy Set Theory and Applications*, R.R. Yager, Ed.-North-Holland (1979), 279-302.
- Durbach, I., N., Stewart, J., T., Modeling uncertainty in multi-criteria decision analysis, *European Journal of Operational Research* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2012.04.038>.
- Hokkanen J., Salminen P., Ettala M., The choice of a solid waste management system using the Electre II decision-aid method *Waste Management and Research*, 13 (2) , pp. 175-193, 1995.
- Holling, C.S., Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4, 1–23, 1973.
- Huang I.B. et al. Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends, *Science of the Total Environment* 409 3578–3594, 2011.
- Huang, Z., Xudong Lu , Huilong Duan, Resource behavior measure and application in business process management, *Expert Systems with Applications* 39, стране 6458–6468, 2012.
- Hwang CL, Yoon K. *Multiple Attribute Decision Making: methods and applications*. New York: Springer-Verlag; 1981.

- Ishizaka A, Lusti M. How to derive priorities in AHP: a comparative study. *Central European Journal of Operations Research*, Volume 14, Number 4, 2006.
- Kaur, P., and Chakraborty, S., '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, 2007.
- Keeney, R., Raiffa, H., *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, Cambridge University Press, Cambridge, 1993.
- Klir, G.J. and Folger, T.A., *Fuzzy Sets, Uncertainty and Informations*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs: NJ (1988).
- Luković I, Ristic S, Stefanovic D, Rakic-Skokovic M, "Fundamentals of Computer Technologies and Programming – Exercise Manual", 2nd Edition, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia, 2007, No. of pages: 388, ISBN: 978-86-7892-087-5.
- Mahdavi, I., Mahdavi-Amiri, N., Heidarzade, A., Nourifar, R. Designing a Model of Fuzzy TOPSIS in Multiple Criteria Decision Making, *Applied Mathematics and Computation* 206, 607-617, 2008.
- Marzouk, M.,M., ELECTRE III model for value engineering applications, *Automation in Construction* 20, 596–600, 2011.
- Mason, D.R., Lind, A.D., Marchal, G.W., *Statistical Techniques in Business and Economics*, 10th, Irwin McGraw-Hill, USA 1999.
- McManus, S. *Organisational Resilience in New Zeland*, Doctor of Philosophy thesis, University of Canterbury, Christchurch, 2007.
- McManus, S., Seville, E., Brunson, D., & Vargo, J., *Resilience Management: A Framework for Assessing and Improving the Resilience of Organisations (No. 2007/01):Resilient Organisations*, 2007.
- Montazer, G., A., Saremi, H, Q., Ramezani, M., Design a new mixed expert decision aiding system using fuzzy ELECTREIII method for vendor selection, *Expert Systems with Applications*, Volume 36, Issue 8, Pages 10837–10847, 2009.
- Parrish, B., D., Sustainability-driven entrepreneurship: Principles of organization design, *Journal of Business Venturing*, No. 25, pp 510–523, 2010.
- Pedrycz, W. and Gomide, F., *An introduction to fuzzy sets, Analysis and Design*. MIT-Press: Cambridge Massachusetts, 1998.
- Petrovic R., and Petrovic D., 'Multicriteria ranking of inventory replenishment policies in the presence of uncertainty in customer demand', *International Journal of Production Economics*, 71 (1-3), 439-446, 2001.
- Robinson, S., *The Mergers &Acquisitions Review*, third edition, Law Business Research Ltd., ISBN 0-9542890-7-2, 2009.

- Saaty, T., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
- Saaty, T.L., How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, *European J. Operation Research* 48 9-26, 1990.
- Shanian, A., Savadogo, O., A non-compensatory compromised solution for material selection of bipolar plates for polymer electrolyte membrane fuel cell (PEMFC) using ELECTRE IV, *Electrochimica Acta* 51 5307–5315, 2006.
- Shih, H.S., Shyur, H.J., Lee, E.S., An Extension of TOPSIS for Group Decision Making. *Mathematical and Computer Modelling*, 45, 801-813, 2007.
- Siskos J., Wascher G., Winkels H.-M., Outranking approaches versus MAUT in MCDM, *European Journal of Operational Research*, 16 (2) , pp. 270-271, 1984.
- Somers, S., Measuring Resilience Potential: An Adaptive Strategy for Organizational Crisis Planning, *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Volume 17 Number 1, 12-23, 2009.
- Spekman R. E., Davis E. W., Risky business: expanding the discussion on risk and the extended enterprise, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 34 Iss: 5 pp. 414 – 433, 2004.
- Stefanović, M., Tadić, D., Arsovski, S., Arsovski, Z., Aleksic, A., A Fuzzy Multicriteria Method for E-learning Quality Evaluation, *International Journal of Engineering Education*, Vol.26, No.5, pp. 1200-1209, ISSN 0949-149, Doi -, 2010.
- Stefanović, M., Tadić, D., Djapan, M., Macuzic, I., Software for Occupational Health and Safety Risk Analysis Based on Fuzzy Model, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol.18, No.2, pp. 127-136, ISSN 1080-3548 , 2012.
- Tadić, D., Milanović, D.D., Misita, M., Tadić, B., New integrated approach to the problem of ranking and supplier selection under uncertainties. *Journal of Engineering Manufacture*, Part B, 225 (9), 1713-1724, 2011.
- Tadić, D., Stanojević, P., Classification of items by new ABC method. EUROFUSE ANNIVERSARY WORKSHOP, Univerzitet u Beogradu-Institut Mihailo Pupin, 252-259, 2005.
- Turk, I.B., Fazel Zarandi, M.H. Production Planning and Scheduling: Fuzzy and Crisp Approaches, in: *Practical Applications of Fuzzy Technologies*, H.J. Zimmermann, ed., Kluwer Academic Publisher Boston, pp. 479-529, 1999.
- Yoon, K.P., and Hwang, C.L., "Multiple attribute decision making an introduction", *Serties: Quantitative Applications in the Social Sciences* 104, Saga University Paper, Thousand Oaks, 1995.
- Zadeh, L., Fuzzy sets as a basic for a theory of possibility, *Fuzzy Sets and Systems*, 1, 3-28, 1978.

Zadeh, L.A. The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate reasoning. *Information Science*, 8 (3), 199-249, 1977.

Zimmermann, H.J., *Fuzzy set Theory and its applications*. Kluwer Nijhoff Publishing: Boston, 2001.

Zimmermann, H.J., *Fuzzy set Theory and its applications*. Kluwer Nijhoff Publishing: Boston, 1996.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу бр 01-1/3401-30 од 20. 12. 2012. године именовани смо за рецензенте техничког **”Софтвер за квантификацију организација за опоравак након наглог пада перформанси – ORASMES V1.1”** аутора др Славко Арсовски, ред.проф., Александра Алексића, др Миладина Стефановића, ван. проф., др Данијеле Тадић, ван. проф., др Милана Ерића, доцента, Хрвоја Пушкарића и Снежане Нестић. На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКОГ И НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ СРЕБАРСКИ
Београд, 20. 12. 2012

ИЗВЕШТАЈ	
01-1/3535	

Техничко решење **”Софтвер за квантификацију организација за опоравак након наглог пада перформанси – ORASMES V1.1”** др Славко Арсовски, ред.проф., Александра Алексића, др Миладина Стефановића, ван. проф., др Данијеле Тадић, ван. проф., др Милана Ерића, доцента, Хрвоја Пушкарића и Снежане Нестић, реализовано 2012 године, приказано је на 40 страница формата А4, писаних 12пт фонтом, сингл проредом, садржи 10 слика. Састављено је од следећих поглавља:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења
3. Суштина техничког решења
4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже) и
5. Литература.

Техничко решење припада области Индустијско инжењерство и инжењерски менаџмент.

Техничко решење је реализовано у оквиру рада на пројекту „ИКнтелигентни системи за развој софтверских производа и подршку пословања засновани на моделима“, ИИИ 44020.

Основна полазна идеја за ово техничко решење прихваћена је и објављена у часопису (часописима) Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, Computer Application in Engineering Education (сви на СЦИ листи) Примена предложеног техничког решења реализована (очекивана) је у домаћим едукацијским институцијама као и адаптација развијеног решења за индустријске пројекте.

МИШЉЕЊЕ

Аутори техничког решења „Софтвер за квантификацију организација за опоравак након наглог пада перформанси – ORASMES V1.1“ су јасно приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења. Аутори су приказали постојећа софтверска решења за квантификацију организационог капацитета за опоравак и на основу упоредне аналоизе и SWOT анализе направили полазне захтеве за реализацију софтверског решења.

Суштина техничког решења је креирање софтвера који ће омогућити лаку, интуитивну и квалитетну квантификацију и процену капацитета за опоравак организационих система. Први корак представља развој одговарајућег математичког модела који ће описати стање реалног система узимајући у обзир кључне индикаторе. У другом кораку врши се развој софтверског решења на бази сета корисничких захтева.

Према сопственој природи, проблем одређивања капацитета за опоравак организација се може решавати помоћу техника конвенционалног вишекритеријумског одлучивања (MCDM), па је за развој математичког модела који је служио као основа за развој софтверског решења употребљен fuzzy приступ.

Фази анализа капацитета за опоравак предузећа заснована је на агрегацији капацитета за опоравак сваког идентификованог процеса у предузећу. Број и врсту процеса у сваком предузећу $f, f=1, \dots, F$ одређује менаџмент тим на основу многих критеријума као на пример: величина предузећа, врста провредне делатности која се реализује у предузећу, технолошки ниво производних процеса и сл.

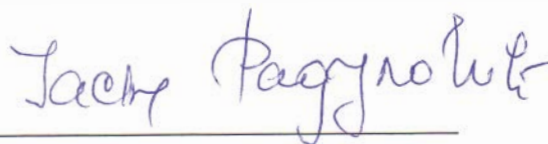
Представљени математички модел који је описан, тестиран је у оквиру студије случаја на малим и средњим предузећима сектора прерађивачке индустрије. Овај тип предузећа испуњава захтев да којим се тражи зависност организације од ICT. За потребе реализације студије случаја развијен је софтвер **ORASMES** (Organizational Resilience Assessment for Small and Medium Enterprises), заснован на развијеном фази математичком моделу. Основна идеја приликом реализације математичког фази модела у софтверско решење била је да се омогући ефикасније и брже оцењивање капацитета за опоравак у предузећима.

Софтвер је реализован као трослојна, веб апликација где је приступ бази података остварен коришћењем апстрактног слоја да би се реализовао софтвер који је портабилан за различите базе и платформе. Коришћена је PDO екстензија за формализовано повезивање са базама података уз коришћење јединственог интерфесја. За потребе креирања софтвера **ORASMES** изабрано је отворено окружење са Java, php и MySQL развојним алатима. Ово окружење је изабрано због отворености према различитим типовима база података и могућности остваривања техничко-технолошке независности.

Предложено решење има значајну вредност јер подржава практичан рад у оквиру концепта оцене и квантификације организационог капацитета за опоравак.

Са задовољством предлажемо да се „Софтвер за квантификацију организација за опоравак након наглог пада перформанси – ORASMES V1.1“ прихвати као ново техничко решење, ранга М85 „Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент, нова генетска проба, микроорганизам (уз доказ).

24.12.2012, у Крагујевцу



Др Јасна Радуловић,
редовни професор



др Иван Мачужић
доцент



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Факултет инжењерских наука
Број: ТР-75/2013
24. 01. 2013. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 24. 01. 2013. године на основу члана 205. Статута Факултета инжењерских наука, донело је

О Д Л У К У

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „Софтвер за квантификацију организација за опоравак након наглог пада перформанси – ORASMES V1.1“, аутори: др Славко Арсовски, редовни професор, Александар Алексић, истраживач сарадник, др Миладин Стефановић, ванредни професор, др Данијела Тадић, ванредни професор, др Милан Ерић, доцент, Хрвоје Пушкарчић и Снежана Нестић, истраживач сарадник.

Решење припада класи М85, према класификацији из Правилника о поступку, начину вредновању, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. Гласник РС“ - бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Јасна Радуловић**, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Крагујевац,
Уже научне области: Аутоматика и мехатроника, Примењена информатика и рачунарско инжењерство,
2. **Др Иван Мачужић**, доцент, Факултет инжењерских наука, Крагујевац,
Уже научне области: Производно машинство, Индустијски инжењеринг.

Достављено:

- Ауторима
- Архиви



ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

Др Мирослав Бабић, редовни професор

M. C.