

UNIVERZITET U BEOGRADU

SAOBRAĆAJNI FAKULTET

Vladimir M. Gajović

**MODELIRANJE RIZIKA U LOGISTIČKIM
PROCESIMA SA PRIMENOM U
TRANSPORTNOM OSIGURANJU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Beograd, 2015

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC
ENGINEERING

Vladimir M. Gajović

**RISK MODELING IN LOGISTIC PROCESSES
AND APPLICATION IN TRANSPORTATION
INSURANCE**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015

Mentor:

Dr Gordana Radivojević, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet

Članovi komisije:

Dr Milorad Vidović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet

Dr Svetlana Nikoličić, docent
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka

Datum odbrane:

REZIME:

Logistički sistemi i procesi su veoma izloženi brojnim rizicima koji mogu nastati na osnovu realizacije različitih negativnih scenarija događaja. Osnovni razlog za ovu činjenicu je prisustvo velikog broja subjekata logističkih sistema, postojanje različitih interakcija između velikog broja podistema ili podprocesa, što utiče na nastanak poremećaja i neizvesnosti, kako na lokalnom nivou, tako na nivou celokupnog sistema. Menadžment rizika je naučna disciplina koja se bavi analizom, ocenom i kontrolom rizika. Ova disciplina je sve više razvija u mnogim oblastima, uključujući logistiku. Često je nemoguće predvideti i kontrolisati sve potencijalne rizike koji su prisutni u logističkim sistemima ili procesima, ali je moguće sagledati najznačajnije i svesti ih na najmanju moguću meru. U praksi se koriste različite metode menadžmenta rizika koje se primenjuju u zavisnosti od brojnih internih i eksternih faktora i različitih ograničenja. Modeliranje rizika predstavlja dinamički proces koji podrazumeva multidisciplinarna znanja i širok spektar aktivnosti u cilju izrade primenljivog, korisnog i kredibilnog modela za analizu i ocenu rizika. Polazna ideja istraživanja je da se ukupan rizik logističkih procesa modelira na osnovu postupka vrednovanja značaja različitih elementa rizika, njihovog međusobnog odnosa i uticaja na ukupan rizik. U ovoj disertaciji su predloženi modeli analize i ocene rizika zasnovani na metodama Analitičkog Hijerarhijskog Procesu (AHP), Fazi Analitičkog Hijerarhijskog Procesu (FAHP) i fazi logike. Sve navedene metode se koriste u uslovima nedostatka reprezentativnih statističkih podataka koji su neophodni u cilju donošenja pouzdanih upravljačkih odluka. Metode podrazumevaju prikupljanje i formalizaciju ekspertskog znanja, koje se implementira u odgovarajuće modele. Veoma zastupljen instrument menadžmenta rizika u logistici je institucija transportnog osiguranja. Kako su rizici u logističkim procesima i rizici koji se pokrivaju transportnim osiguranjem u velikom delu komplementarni, ocena rizika u ovim oblastima može biti zasnovana na istim ili sličnim matematičkim i statističkim pretpostavkama, metodama ili modelima. U skladu sa postavljenim ciljem istraživanja, u disertaciji je dato tumačenje rizika kao kompleksne veličine, opisane su osnovne karakteristike menadžmenta rizika u logistici, predložen je postupak modeliranja rizika u logističkim procesima i postupak primene modela u transportnom osiguranju. Izrađena su tri modela za ocenu rizika, koji su

primenljivi u logistici i osiguranju. Svi modeli su testirani na numeričkim primerima, i rezultati testiranja su pokazali ispravnost polaznih pretpostavki za njihovu izradu i primenljivost u praksi. Predloženi modeli za analizu i ocenu rizika u logističkim procesima i njihova primena u transportnom osiguranju predstavljaju novi pristup, koji može naći značajnu primenu u praksi.

Ključne reči: logistički procesi, modeliranje rizika, transportno osiguranje, Analitički hijerarhijski proces, Fazi Analitički Hijerarhijski Proces, Fazi logika.

Naučna oblast: Saobraćaj i transport

Uže naučne oblasti: Logistika; Transportno osiguranje

UDK broj: 656:368(043.3)

ABSTRACT:

Logistic systems and processes are very exposed to numerous risks that may occur due to various negative scenarios of events. The main reason for this fact is presence of numerous subjects of logistic systems, existence of various interactions between big number of sub-systems or sub-processes, which causes disturbances and uncertainties, both locally and at the level of the entire system. Risk management is a scientific discipline dealing with analysis, assessment and control of risk. This discipline is more and more developed in numerous areas, including logistics. It is often impossible to predict and control all potential risks that are present in logistic systems or processes, but it is possible to review the most important ones and reduce them to the lowest possible extent. In practice, various risk management methods are used, depending on numerous internal and external factors and various limits. Risk modelling is a dynamic process that means multidisciplinary knowledge and wide assortment of activities for the purpose of making an applicable, useful and credible model for analysis and assessment of risk. The initial idea of a research is to model total risk of logistic processes on the basis of process of evaluation of significance of different risk elements, their inter-relations and influence on total risk. This dissertation contains proposed models of analysis and assessment of risk based on Analytic Hierarchy Process models (AHP), Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and Fuzzy Logic. All stated methods are used in cases where representative statistical data are missing, which are necessary for making reliable management decisions. Methods shall mean collection and formalization of expert knowledge that is implemented in corresponding models. Risk management instrument that is highly present is institution of transport insurance. Risks in logistic processes and risks covered by transport insurance are greatly complementary, so assessment of risk in these areas can be based on the same or similar mathematical and statistical assumptions, methods or models. In accordance with set objective of a research, this dissertation contains interpretation of risk as a complex value, main characteristics of risk management in logistics are described, risk modeling procedure for logistic processes is proposed as well as procedure for application of models in transport insurance. Three models for risk assessment were made, which are

applicable in logistics and insurance. All models are tested on numerical examples and tests results shown accuracy of initial assumptions for their making and applicability in practice. Proposed model for analysis and assessment of risk in logistic processes and their application in transport insurance present a new approach, which can have a significant application in practice.

Keywords: Logistic processes, Risk modeling, Transportation insurance, Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Logic

Scientific field: Traffic and transport

Fields of Academic Expertise: Logistic; Transportation insurance

UDK Number: 656:368(043.3)

SADRŽAJ

PREGLED TABELA	iii
PREGLED SLIKA I GRAFIKONA	ii
1. UVOD.....	1
2. MENADŽMENT RIZIKA U LOGISTICI.....	7
2.1. Pojam i definicija rizika.....	12
2.2. Spremnost logističkih sistema ka prihvatanju rizika	22
2.3. Faze menadžmenta rizicima	23
2.3.1. Analiza rizika.....	26
2.3.2. Ocena rizika.....	28
2.3.3. Kontrola rizika.....	29
3. METODE I TEHNIKE ANALIZE I OCENE RIZIKA	42
3.1. Statističke metode i modeli ocene rizika	46
3.2. Metode i modeli zasnovani na „mekoj“ matematici.....	52
3.3. Metode višekriterijumske analize.....	54
4. MODELIRANJE RIZIKA U LOGISTIČKIM PROCESIMA	57
4.1. Analiza rizika logističkog procesa.....	58
4.2. Osnovni elementi rizika u logističkim procesima	62
4.2.1. Karakteristike i tehnološke osobine robe.....	63
4.2.2. Vrsta pakovanja i obezbeđenja robe	64
4.2.3. Tehnološke karakteristike i organizacija prevoza	64
4.2.4. Karakteristike i specifičnosti relacije prevoza.....	65
4.2.5. Ostali logistički parametri	67
4.3. Ocena rizika logističkog procesa.....	67

4.3.1. Struktura modela za ocenu rizika	70
4.3.2. Model 1 – Ocena rizika primenom AHP metode	71
4.3.3. Model 2 – Ocena rizika primenom FAHP metode	74
4.3.4. Model 3 – Ocena rizika primenom fazi logike	77
4.4. Primena modela – numerički primeri	83
4.4.1. Model 1	84
4.4.2. Model 2	86
4.4.3. Model 3	88
5. PRIMENA MODELA RIZIKA U TRANSPORTNOM OSIGURANJU	92
5.1. Primena fazi logičkog modela ocene rizika za određivanje bruto premijske stope u transportnom osiguranju	95
5.1.1. Ekspertska ocena rizičnosti pojedinih elemenata rizika	96
5.1.2. Definisanje opsega vrednosti bruto premijske stope	98
5.1.3. Postupak primene fazi modela	105
5.2. Numerički primer korišćenja fazi modela za određivanje premijske stope	107
6. ZAKLJUČAK	112
LITERATURA	116
PRILOZI	130
Prilog 1. Elementi i podelementi rizičnosti logističkih procesa	130
Prilog 2. Parametri modela za ocenu rizika primenom fazi logike	133
Prilog 3. Pokriće rizika na osnovu Institute Cargo Clauses (A), (B) i (C)	139

PREGLED TABELA

Tabela 2.1. Klasifikacija rizika.....	18
Tabela 2.2. Kategorije rizika lanaca snabdevanja	20
Tabela 2.3. Osiguranje u lancima snabdevanja i logistici	40
Tabela 3.1. Konsolidovana lista metoda za identifikaciju rizika.....	44
Tabela 4.1. Diskretna i fazi skala poređenja značaja elemenata	75
Tabela 4.2. Matrica poređenja elemenata rizika – Model 1	84
Tabela 4.3. Matrica poređenja i lokalni prioriteti za nivoe rizika – Model 1.....	85
Tabela 4.4. Lokalni i globalni prioriteti – Model 1	86
Tabela 4.5. Matrica poređenja elemenata rizika – Model 2	86
Tabela 4.6. Matrica poređenja i lokalni prioriteti za nivoe rizika – Model 2.....	87
Tabela 4.7. Lokalni i globalni prioriteti – FAHP pristup	87
Tabela 4.8. Parametri funkcija pripadnosti ulaznih promenljivih fazi sistema	88
Tabela 4.9. Izlazni rezultati primene Modela 1, Modela 2 i Modela 3	89
Tabela 5.1. Primeri korišćenja Modela 3 u cilju određivanja premijske stope	109

PREGLED SLIKA I GRAFIKONA

Slika 1.1. Metodologija rada	4
Slika 2.1. Nivo pouzdanosti logističkih sistema.....	11
Slika 2.2. Mapa rizika.....	13
Slika 2.3. Ilustracija opšte definicije rizika	15
Slika 2.4. Različiti koncepti pojma rizika.....	17
Slika 2.5. Rizici u logističkom sistemu	19
Slika 2.6. ALARP regioni, nivoi i principi prihvatljivosti rizika	23
Slika 2.7. Faze menadžmenta rizicima	25
Slika 2.8. Uticaj primene menadžmenta rizika na visinu rizika	32
Slika 2.9. Agilnost logističkog sistema, poremećaj i oporavak.....	34
Slika 3.1. Kriva verovatnoće prekoračenja gubitka.....	51
Slika 4.1. Karakteristike pomorskog transporta od zahteva za transportnom uslugom do ispunjenja zahteva.....	61
Slika 4.2. Strategije fizičke distribucije i konfiguracije transportnih mreža	66
Slika 4.3. Hijerarhijska struktura rizika.....	72
Slika 4.4. Struktura Modela 1 i Modela 2	76
Slika 4.5. Funkcije pripadnosti fazi skupova Y_M – mali rizik, Y_S – srednji rizik i X_V – veliki rizik.....	78
Slika 4.6. Funkcije pripadnosti fazi skupova Y_{VM} – veoma mali rizik, Y_M – mali rizik, Y_S – srednji rizik, Y_V – veliki rizik i Y_{VV} – veoma veliki rizik	79
Slika 4.7. Model 3 za ocenu rizika	83
Slika 4.8. Grafički prikaz izlaznih rezultata tri modela za ocenu rizika.....	90
Slika 5.1. Primena fazi logičkog modela ocene rizika za određivanje bruto premijske stope.....	95
Slika 5.2. Dobijanje bruto premijske stope.....	106

1. UVOD

Suštinske promene u strukturi poslovnih sistema, kompleksni tokovi fizičke distribucije robe i intenzivna razmena različitih informacija između poslovnih subjekata uslovljavaju stalno unapređenje kvaliteta i pouzdanosti logističke usluge. Lanci snabdevanja objedinjuju sve logističke procese uključujući tokove sirovina, njihovu manipulaciju, montažu komponenata, preradu poluproizvoda u finalni proizvod, transport finalnih proizvoda, sve do prispeća robe do primaoca u očekivanoj količini i stanju. *Christopher* (1992) lance snabdevanja opisuje kao organizacione mreže koje su, kroz dolazne i odlazne veze u odnosu na poslovni sistem, inkorporirane u različite procese i aktivnosti i koje proizvode određenu vrednost u obliku proizvoda ili usluge koja se isporučuje konačnom korisniku. *Beamon* (1998) definiše lance snabdevanja kao skup odnosa između dobavljača, proizvođača, distributera i maloprodaje koji omogućavaju transformaciju sirovina u finalni proizvod.

Brojni autori ukazuju na postojanje određenih razlika između menadžmenta lanaca snabdevanja s jedne strane i logistike i logističkog menadžmenta s druge. Autori *Larson* i *Halldorsson* (2004) opisuju logistiku kao užu pojam od lanaca snabdevanja, jer logistika obuhvata sva kretanja robe u okvirima posmatranog sistema ili organizacije, za razliku od lanaca snabdevanja koji podrazumevaju i celokupni pregled i koordinaciju kretanja robe kroz sve povezane organizacije koje formiraju lanac.

U literaturi, logistički rizici i rizici u lancima snabdevanja se često opisuju na isti ili sličan način, s obzirom na činjenicu da logistika predstavlja suštinski segment lanaca snabdevanja (*Fuchs i Wohinz*, 2009). Menadžment rizika lanaca snabdevanja je disciplina na osnovu koje se, uz saradnju sa partnerima lanaca snabdevanja ili samostalno, primenjuju alati procesa menadžmenta rizicima u cilju sprovođenja aktivnosti u vezi tretiranja rizika i neizvesnosti, što utiče na logističke aktivnosti ili resurse u lancima snabdevanja (*Norman i Lindroth*, 2002). Isti autori povezuju pojam rizika u logistici i lancima snabdevanja tako što rizike u lancima snabdevanja tretiraju kao rizike koji se odnose na logističke aktivnosti koje su povezane sa tokovima roba i informacija u kompanijama (*Norman i Lindroth*, 2004).

Logistički procesi podrazumevaju prisustvo velikog broja različitih vrsta rizika, pre svega u području transporta, pretovara i skladištenja robe. Osnovna karakteristika ovih rizika je da oni najčešće istovremeno deluju kako na robu tako i na okruženje (prevozna sredstva, skladišni prostor, infrastrukturu, treća lica, životnu sredinu i dr.). Fizička distribucija predstavlja deo logističkih procesa koji uključuje sve aktivnosti transporta i skladištenja od dobavljača do krajnjeg korisnika, korišćenjem komunikacija koje se nazivaju *kanali fizičke distribucije* (engl. *Physical distribution channels*). U procesu fizičke distribucije korisnik usluge očekuje odgovarajući kvalitet usluge, a najvažniji kriterijum merenja kvaliteta predstavlja nivo pouzdanosti i efikasnosti usluge, odnosno raspoloživosti proizvoda ili usluge u planirano vreme i u očekivanom stanju. Prostor u kome se realizuje proces fizičke distribucije kao i veze sa svim učesnicima u lancu fizičke distribucije (prevoznici, špediteri, skladištari, luke, robno-transportni centri i dr.) bitno utiču na pouzdanost isporuke. Ključni deo fizičke distribucije čini skup svih transportnih aktivnosti koji uključuje pripremu transportnih procesa, pripremu robe za transport, utovar robe u prvo prevozno sredstvo, sve faze koje prate robu do konačnog odredišta uključujući promene prevoznih sredstava, usputne pretovare, skladištenje, istovar robe na odredištu i sve komercijalne i administrativne operacije. Rizici neisporuke, gubitka ili oštećenja robe prilikom isporuke, kao i nepridržavanja ugovorenih rokova isporuke negativno utiču na poslovne sisteme koji istražuju, donose i sprovode odgovarajuće odluke i strategije menadžmenta rizicima. Menadžment rizika logističkih sistema podrazumeva primenu različitih metoda i postupaka sa osnovnim ciljem da se minimiziraju troškovi u vezi smanjenja rizika, uz povećanje pouzdanosti. Jedna od strategija menadžmenta rizika u logistici je zaključenje transportnih osiguranja. Ova strategija se po pravilu ne sprovodi zasebno, već paralelno sa drugim strategijama menadžmenta rizicima.

Osiguravajuće kuće su institucije čija je delatnost pokriće različitih vrsta rizika za određenu cenu - premiju osiguranja. S obzirom na specifične karakteristike delatnosti osiguranja, osiguravajuće kuće imaju eksperte koji se bave analizom, kvantifikacijom i kontrolom rizika. Osiguravajuće kuće primenjuju različite metode u cilju minimizacije ili neutralisanja rizika koje primaju u osiguranje. S druge strane i industrijski i logistički menadžeri primenjuju odgovarajuće mehanizme i procedure usmerene ka minimizaciji rizika. Osiguravači su često upućeni na svoje klijente, od kojih mogu dobiti neophodne

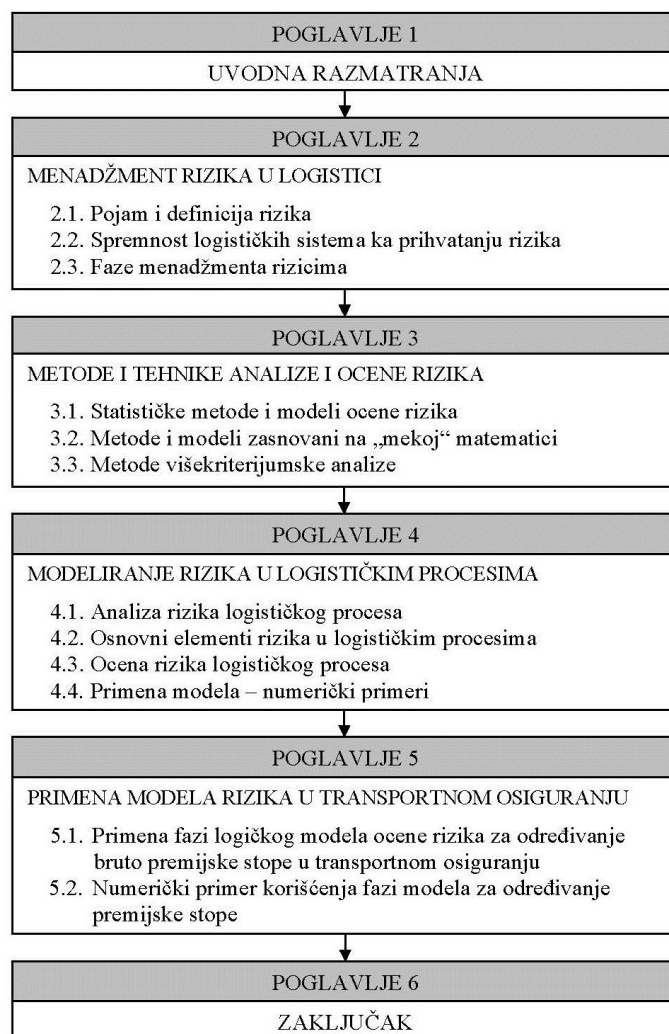
informacije o prisutnim rizicima, koje mogu smanjiti ili neutralisati zajedničkim aktivnostima.

Tema ove disertacije je istraživanje rizika u logistici i transportnom osiguranju i pokušaj jedinstvenog posmatranja ovih zasebnih segmenata, u kojima se mogu primeniti iste ili slične metode ili modeli ocene rizika. U teoriji i praksi je nedovoljno dobro shvaćena veza između rizika u logističkim sistemima i procesima i rizika koji se pokrivaju transportnim osiguranjem. Takođe, pojedini subjekti logističkih procesa ne sagledavaju realno potrebu i smisao zaključenja transportnih osiguranja, uopšteno smatrajući da osiguranje ne predstavlja njihovu zaštitu, već trošak. Zbog navedenih razloga, istraživanja i naučna dostignuća iz ove oblasti, povezivanje teorije i prakse i edukacija logističkih sistema u vezi transportnih rizika, kao i mogućnost njihovog pokrića osiguranjem predstavlja opšti interes.

Cilj ove disertacije je sagledavanje rizika prisutnih u logističkim sistemima i procesima, opis karakteristika menadžmenta rizika u logistici, definisanje i opis faza menadžmenta rizicima, opis postupka modeliranja rizika u logističkim procesima i razvoj modela koji mogu naći jedinstvenu primenu u logističkim procesima i transportnom osiguranju. Osnovna pretpostavka u vezi ostvarenja postavljenog cilja je da modeliranje rizika u okviru logističkih sistema, kao i modeliranje rizika u transportnom osiguranju mogu biti zasnovani istim ili sličnim metodama i modelima. Rezultati istraživanja su pokazali da modeli za ocenu rizika u logističkim procesima mogu naći odgovarajuću primenu u segmentu ocene rizika i određivanja bruto premijskih stopa kod osiguranja robe u transportu.

U disertaciji su razvijena tri modela za ocenu rizika u logističkim procesima koji se zasnovaju na metodama AHP, FAHP i fazi logici. Izrađeni modeli uzimaju u obzir različite elemente rizika, njihov međusobni odnos, relativni značaj i uticaj na ukupan rizik. U disertaciji je predloženo da se prvo primenjuje model koji se zasniva na AHP metodi, a zatim model koji se zasniva na FAHP metodi. Treći model se zasniva na fazi logici i baziran je na rezultatima primene metoda AHP i FAHP, prema kojima se definiše fazi sistem. Na osnovu postavljenog cilja disertacije, predložen je postupak za određivanja bruto premijskih stopa kod osiguranja robe u transportu, korišćenjem fazi modela.

Metodologija rada je prikazana na slici 1.1:



Slika 1.1. Metodologija rada

U 1. poglavlju data su uvodna razmatranja. U ovom delu navedene su osnovne definicije i tumačenja pojmova: logistika, logistički procesi, lanci snabdevanja, rizici, menadžment rizicima i dr., navedena je osnovna funkcija institucije osiguranja i cilj istraživanja.

U 2. poglavlju je objašnjen pojam i definicija rizika, koji brojni autori definišu na različite načine, u zavisnosti od specifičnosti, posebnih karakteristika i ugla posmatranja problema. Zatim je dato tumačenje spremnosti logističkih sistema ka prihvatanju rizika i nivoa ili principa prihvatljivosti rizika. Takođe, opisane su tri osnovne faze

menadžmenta rizika: analiza, ocena i kontrola rizika. Naročita pažnja je posvećena fazi kontrole rizika, u kojoj je objašnjena veza između jedinstvenih rizika koji istovremeno pogađaju logističke sisteme i osiguravajuće kuće i zajedničkog interesa da se rizik izbegne ili minimizira.

U 3. poglavlju dat je pregled metoda i tehnika za analizu i ocenu rizika, i to statističkih metoda i modela, metoda i modela zasnovanih na „mekoj“ matematici i metoda višekriterijumske analize. Izbor odgovarajuće metode ili modela je zasnovan na brojnim parametrima koji zavise od specifičnosti i karakteristika posmatranog logističkog sistema, raspoloživosti podataka, pouzdanosti parametara ocene rizika, mogućnosti precizne kvantifikacije rizika i dr. U ovom poglavlju dat je pregled brojnih naučnih radova u kojima su korišćene metode AHP, FAHP i fazi logike u logistici i osiguranju.

Poglavlje 4. je posvećeno modeliranju rizika u logističkim procesima. U ovom poglavlju navedeni su osnovni uslovi i pretpostavke modeliranja rizika u logističkim procesima. Objašnjeno je šta podrazumeva analiza rizika logističkog procesa, navedena je klasifikacija rizika koju čini pet elementa rizika, ukazano da svaki element rizika čine brojni podelementi koji samostalno ili u interakciji sa drugim podelementima determinišu ukupan rizik konkretnog logističkog procesa. Razvijena su tri modela za ocenu rizika i to modeli zasnovani na metodama AHP, FAHP i fazi logici. Dato je detaljno objašnjenje i formulacija metoda i modela i objašnjen postupak ocene rizika logističkog procesa korišćenjem ovih modela. Takođe, dati su numerički primeri korišćenja tri modela i izvršena su odgovarajuća testiranja izlaznih rezultata. Predloženi modeli ocene rizika u logističkim procesima su pokazali visok nivo saglasnosti izlaznih rezultata modela.

Poglavlje 5. je posvećeno primeni modela za ocenu rizika logističkih procesa u transportnom osiguranju. Navedeni su osnovni pojmovi osiguranja transporta i osnovne karakteristike aktuarstva i anderrajtinga u osiguranju. Dat je okvir primene fazi logičkog modela ocene rizika za određivanje bruto premijske stope u transportnom osiguranju. Ukupan rizik logističkog procesa se određuje ocenom težina definisanih elementa rizika, primenom fazi modela. Navedeno je da ocena rizika pojedinih elemenata može biti realizovana primenom različitih skala, čiji se opsezi vrednosti mogu preslikati u

interval vrednosti odgovarajućih fazi brojeva, u odnosu na koje se određuje bruto premijska stopa osiguranja.

U poslednjem 6. poglavlju data su zaključana razmatranja i navedeni pravci daljih istaživanja.

2. MENADŽMENT RIZIKA U LOGISTICI

Rizici najčešće proističu iz direktnih i indirektnih nepovoljnih posledica ishoda i događaja koji nisu uzeti u obzir ili koji nisu bili adekvatno tretirani. Posledice mogu biti rezultat otkaza, pogrešnih procena sistema ili događaja koji se ne mogu kontrolisati ili sprečiti. Logističke sisteme, kao i druge poslovne sisteme, karakteriše prisustvo velikog broja rizika, koji su često promenljivi u prostoru i vremenu. Menadžment rizicima predstavlja proces u kome se donose odluke o prihvatanju poznatih ili procenjenih rizika i/ili implementacija akcija u cilju smanjenja posledica ili verovatnoće njihove pojave. Autor *Borge* (2001) definiše menadžment rizicima kao promišljenu aktivnost kojom se određene nepravilnosti prilagođavaju okolnostima sa ciljem ostvarenja određene koristi, na način da se povećavaju nepravilnosti koje imaju dobar ishod a smanjuju nepravilnosti koje imaju loš ishod. *Vebrano* i *Venturini* (2011) daju opis razvoja menadžmenta rizicima navodeći pristupe, metode i različite oblasti primene, uključujući i primenu u lancima snabdevanja. Menadžment rizicima u lancima snabdevanja i logistici podrazumeva identifikaciju mogućih pretnji koje su prisutne u odnosu na sistem ili proces, implementaciju mera koje imaju za cilj smanjenje mogućnosti da se one realizuju i minimizaciju štetnih događaja ukoliko se pretnje ipak realizuju.

U savremenim privrednim uslovima poslovni subjekti sve više uslovljavaju veću fleksibilnost i manje vreme ciklusa proizvodnje ili usluge, vrši se stalno ocenjivanje i sprovode korekcije organizacionih struktura i karakteristika unutrašnjih i spoljnih relacija, u cilju postizanja veće efikasnosti i konkurentnosti. Povećana globalna konkurencija primorava sve poslovne sisteme da ponude proizvode ili usluge koje karakterišu mali troškovi, visok kvalitet i pouzdanost (*Gajović* i *Radivojević*, 2014). Savremeni poslovni sistemi permanentno procenjuju svoje unutrašnje i spoljne lance snabdevanja i angažuju pouzdane eksterne dobavljače za one aktivnosti za koje smatraju da nisu primarne (*Jüttner* i *ostali*, 2002). Osnovni razlog za primenu ovih mera je težnja ka smanjenju troškova i potreba za neprekidnim poboljšanjem kvaliteta i pouzdanosti. Sa povećanom organizacionom integracijom i smanjenim zaštitnim zalihama, jedan propust može da utiče na sve partnere logističkih sistema, što dovodi do povećanja njihove osetljivosti na spoljne događaje. U praksi su razvijene i primenjene različite

tehnike, metodologije, strategije, taktike i modeli menadžmenta rizicima koji su u skladu sa stalnim tehnološkim promenama. Međutim, stalno se pojavljuju novi ili promenjeni rizici, sa pojedinačnim intenzitetima koji mogu biti značajno veći od intenziteta postojećih i poznatih rizika. Ova karakteristika ima kao posledicu da svaki pojedinačni logistički sistem predstavlja zaseban slučaj, sa specifičnim rizicima i uticajima na okruženje koji zahtevaju poseban pristup.

Usled činjenice da su logistički sistemi i procesi često veoma kompleksni, menadžment rizika predstavlja zahtevan, sveobuhvatan i složen proces, naročito u segmentu ocene visine rizika. U praksi se relativno efikasno realizuje sagledavanje potencijalnih rizika, međutim u području kvantifikacije rizika često postoji izražen problem obezbeđenja reprezentativnih parametara potrebnih za statističko ocenjivanje. Navedeni problem nastaje zbog velike raznolikosti rizika i njegovih elemenata, nepostojanja potrebne homogenosti statističkog uzorka i često malog broja identičnih ponavljanja inicijalnih događaja koji prouzrokuju realizaciju rizika. Iz tog razloga, rizici u oblasti logistike se često ocenjuju intuitivno, na osnovu iskustva, predrasuda ili znanja, ili se koriste pojedine nestatističke metode ocene rizika. Idealna situacija u praksi menadžmenta rizicima je kada se znaju svi mogući scenariji realizacije rizika. Međutim, to najčešće nije realno i cilj menadžmenta rizicima je da se sagleda što veći broj mogućnosti i informacija o različitim scenarijima ili bar o najznačajnijim, koji mogu ostaviti najveće posledice na logistički sistem ili proces. Količina i karakter relacija unutar logističkog sistema se odražava na njegovu strukturu i broj logističkih operacija. Takođe, veoma važan faktor logističkih sistema predstavlja dinamičnost. Međutim, kompleksnost i dinamičnost logističkih sistema nije uvek povezana sa njihovom osetljivošću, odnosno mogućnošću poremećaja ili otkaza. Potpuno integrisan logistički sistem i strateško planiranje omogućavaju sistemu da kompenzuje privremene ili systemske greške (*Bemeleit i ostali, 2005*).

Savremeni pristupi menadžmenta rizicima su doprineli razvoju različitih tehnika optimizacije, kao što je optimizacija scenarija, optimizacija uticaja posledica nakon događaja, optimizacija strukture sistema, optimizacija primene preventivnih mera, *min-max* ciljevi i sl. S obzirom da su rizici najčešće promenljivi u prostoru i vremenu, neophodna je izrada i primena unapred definisanih metoda ili postupaka upravljanja,

koji se u praksi permanentno preispituju i koriguju u skladu sa stečenim iskustvom u proteklom periodu. Odgovarajući menadžment rizika logističkih sistema predodređuje direktne koristi, kao što su: sposobnost sistema da brzo prihvati i odgovori na nastale promene u okruženju; veće fokusiranje na neizvesne parametre u odnosu na izvesne; veće razumevanje interesa i problema svih poslovnih partnera i podrška u vezi neutralisanja određenih predvidivih i merljivih rizika.

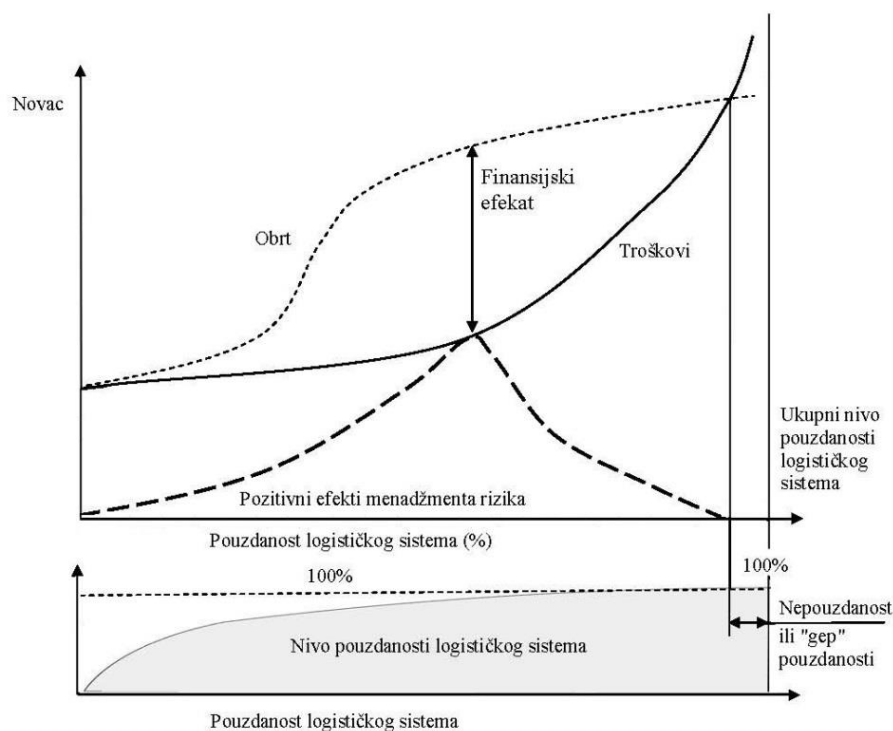
Ukoliko se rizik posmatra izolovano u odnosu na celokupnu organizaciju, tehnologiju i performanse sistema, stvara se njegova iskrivljena i nerealna slika i mogu se doneti pogrešne upravljačke odluke u vezi njegove minimizacije i kontrole. Cilj menadžmenta rizicima je da se uspostavi optimizacija postupaka kontrole i nadzora nad identifikovanim rizicima, što dovodi do povećanja stabilnosti sistema, smanjenja otkaza ili grešaka u radu i maksimiziranja pouzdanosti, efektivnosti i profitabilnosti sistema. Poslovnim odlukama o outsorsingu određenih poslova, izboru različitih poslovnih partnera na osnovu definisanih kriterijuma (najčešće cene, kvaliteta i pouzdanosti), umanjuju se troškovi i cena finalnog proizvoda. Međutim, sa povećanjem udaljenosti poslovnih subjekata, vremena realizacije procesa, kompleksnosti distribucije i proizvodnje povećava se i rizik distribucije. Ukoliko ekskluzivni snabdevač doživi određeni poremećaj koji prouzrokuje otkaz isporuke, to može dovesti do nesagledivih posledica po ceo lanac snabdevanja, i korisnik logističke usluge može imati velike finansijske, reputacione i druge konsekvence. U takvom slučaju, procesom upravljanja rizicima potrebno je definisati mere neutralisanja rizika (kupovina robe od alternativnog snabdevača, držanje zaliha robe, osiguranje i dr.) kao i predvideti troškove ovih mera. Ustanovljeni sistem menadžmenta rizika mora imati u vidu ciljeve logističkog procesa, uslove transporta i skladištenja, kao i specifične zahteve roba koje se transportuju. Pojedine vrste roba zahtevaju poseban tretman u toku procesa fizičke distribucije i sagledavanje i kontrolu velikog broja elemenata rizika. Na primer, kod prevoza robe osetljive na dinamičke uticaje, kvarljive robe, smrznute, teške i/ili vangabaritne robe, potrebno je sveobuhvatno posmatrati način prevoza, način pakovanja i obezbeđenja robe u prevoznom sredstvu, specifičnosti prevoznog puta, uslove pretovara i skladištenja, meteorološke uslove, ograničenja infrastrukture, u cilju sagledavanja ukupnog rizika i njegove minimizacije.

U današnje vreme veliki broj multinacionalnih korporacija u cilju povećanja svoje efikasnosti formira mreže snabdevanja, koje se mogu definisati kao skup lanaca snabdevanja koji obezbeđuje realizaciju tokova roba i usluga, od izvora do krajnjeg korisnika (Hallikas i Virolainen, 2004). Savremeni principi proizvodnje i distribucije robe kao i odnosi između dobavljača postaju sve više isprepleteni i povezani u mreže, sa podeljenim ulogama i odgovornostima činilaca mreže. Mreže snabdevanja predstavljaju dinamičku strukturu povezanih logističkih sistema, sklonu promenama u vremenu. S obzirom na činjenicu da su zahtevi tržišta danas veoma kompleksni i dinamični kao i da postoji stalna potreba za smanjenjem troškova, poslovni sistemi sve više integrišu sopstvene učesnike, resurse i aktivnosti u jedinstvene strukture. Postoji stalan rastući trend skraćanja vremena obrta od proizvodnje do plasmana proizvoda, koji je praćen brzim napretkom tehnologije i globalizacijom. Povezivanjem svih poslovnih subjekata, proizvodnje i trgovine, povećanjem njihove međuzavisnosti, smanjenjem broja skladišta i ukupnog vremena skladištenja, standardizacijom međunarodne zakonske regulative i povećanjem svesti i znanja o prisutnim rizicima, nastale su velike promene u poslovnom okruženju. Stvarajući mreže snabdevanja, logistički sistemi, pored ostalog, teže smanjuju rizika i povećavaju konkurentnost u promenljivom okruženju u kome funkcionišu.

Proces menadžmenta rizicima se najčešće sastoji od zasebnih segmenata kao što su menadžment rizicima pre nastanka rizičnog događaja, menadžment rizicima nakon nastanka rizičnog događaja i segmenta robusnosti (Tapiero, 2004). *Menadžment rizicima pre nastanka događaja* obuhvata primenu različitih alata kao što je preventivna kontrola, preventivne mere i postupci, prikupljanje informacija, sprovođenje statističke analize i predviđanje događaja, upravljanje rizikom u sistemu itd. *Menadžment rizicima nakon nastanka događaja* obuhvata ispitivanje i kreiranje fleksibilnih planova i strategija reakcije u cilju ograničenja njihovih posledica. *Robusnost* podrazumeva sposobnost ili težnju da se kreira sistem koji je manje osetljiv u odnosu na nepovoljne događaje. Osnovni princip menadžmenta rizika je da troškovi upravljačkih mera i aktivnosti u cilju minimizacije rizika budu manji od ostvarenih efekata.

Prema Mau i Mau (2009) postoji pozitivna korelacija između pouzdanosti lanaca snabdevanja ili logističkih sistema i menadžmenta rizika, u slučaju uobičajenih,

standardnih aktivnosti menadžmenta rizicima. Međutim, kada se primenjeni nivo menadžmenta značajno uveća, nivo pouzdanosti se po pravilu ne uvećava srazmerno troškovima, koji najčešće rapidno rastu. Takođe, u najvećem broju slučajeva u praksi logističkih sistema nemoguće je postići apsolutnu pouzdanost, odnosno uvek postoji područje nepouzdanosti ili nedovoljne sigurnosti („gep“ pouzdanosti). Na slici 2.1. prikazan je nivo pouzdanosti logističkih sistema u odnosu na aktivnosti menadžmenta rizicima.



Slika 2.1. Nivo pouzdanosti logističkih sistema

Izvor: prilagođeno, Mau i Mau, 2009

Upravo u prostoru „gepa“ pouzdanosti u sklopu mogućih aktivnosti logističkih sistema ka minimizaciji rizika pojavljuje se izražena uloga institucije osiguranja. Institucija osiguranja može pokriti stalno prisutne rizike u poslovnim ili logističkim sistemima u situacijama kada njihov interni menadžment rizicima postaje neisplativ. U praksi postoji povratna sprega između osiguravača, koji pokrivaju širok spektar različitih rizika, i samih logističkih sistema, uz zajednički interes i osnovni cilj da se rizik svede na najmanju moguću meru. Minimizacija rizika predstavlja zajednički interes svih strana. U određenim slučajevima osiguravač može koristiti informacije o rizicima koje su

obezbedili sami logistički sistemi uz pomoć različitih metoda i tehnika analize i ocene rizika.

2.1. Pojam i definicija rizika

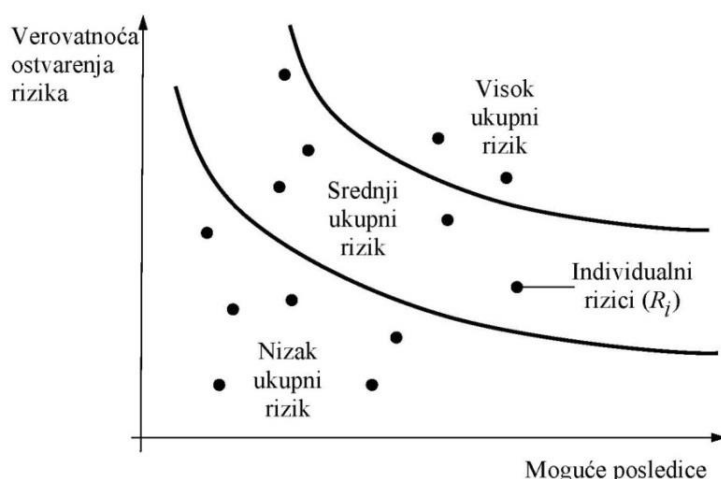
Osnovni uzroci realizacije rizika u logističkim sistemima i procesima predstavlja brojnost različitih aktivnosti, prisustvo brojnih podsistema i interakcija između podsistema i brojnih eksternih ili internih uticaja, koji mogu biti konstantni ili povremeni. Svaki složeni sistem, uključujući logistički sistem, nije u potpunosti predvidiv i izložen je potencijalnim gubicima, odnosno rizicima, koji mogu biti potencijalno veoma značajni, kako po mogućoj visini gubitka tako i po verovatnoći realizacije gubitaka. U svakodnevnoj komunikaciji ljudi, pod rizikom se podrazumeva štetni događaj koji se može desiti, ali nije izvesno da li će se desiti. Pod štetnim događajima se smatraju događaji koji imaju negativne posledice na ljude, društvo, ekonomsko okruženje i prirodnu sredinu. Veliki broj autora pojam rizik opisuje kao mogućnost da će određeni slučajni događaj ostaviti posledice na ostvarenje postavljenog cilja. Rizik se može okarakterisati kao kompleksna veličina kojom se jednovremeno opisuju verovatnoća nastanka štetnih događaja i očekivana veličina posledice takvih događaja u zaokruženom sistemu i tokom utvrđene dužine vremenskog intervala, ili tokom određenog procesa (*Gajović i Radivojević, 2014*). Prema klasičnom pristupu, rizik (R) predstavlja proizvod verovatnoće pojave određenog (štetnog) događaja (P) i očekivanih posledica (C):

$$R = P \cdot C \quad [2.1]$$

U kompleksnim sistemima, ukupan rizik se može predstaviti kao suma svih poznatih rizika, na način da rezultat (ili dimenzija rizika) bude uporediv (ekonomski gubitak, gubitak reputacije, nematerijalne štete i dr.). Ukupan rizik određenog sistema ili procesa R_U koji se sastoji od brojnih pojedinačnih rizika, može se iskazati kao suma pojedinačnih rizika ($i=1,2,...,n$) sa verovatnoćama realizacije P_i i posledicama C_i i može se definisati izrazom (*Radivojević i Gajović, 2014*):

$$R_U = \sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n P_i C_i \quad [2.2]$$

Slika 2.2. grafički prikazuje pojam rizika na osnovu *Mape rizika* (engl. *Risk map*) (Waters, 2007). U oblasti menadžmenta rizicima Mapa rizika predstavlja veoma zastupljen instrument koji pokazuje odnos verovatnoće ostvarenja rizika i mogućih posledica ostvarenja rizika, što se najčešće prikazuje krivom rizika, koja može imati različite oblike, u zavisnosti od vrednosti navedenih parametara. Ona može poslužiti kao osnov za sprovođenje upravljačkih odluka u vezi minimizacije rizika.



Slika 2.2. Mapa rizika

Izvor: prilagođeno, Waters, 2007

Mapa rizika nalazi široku primenu i u industriji osiguranja, kao jedan od instrumenata sistemskog pristupa upravljanja rizicima. Ona podrazumeva grafički prikaz povezanosti različitih faktora ili kategorija rizika, tokova informacija, aktivnosti u vezi supervizije poslovanja osiguravača kao i dijagnozu u vezi uočenih problema. Mapa rizika omogućava identifikaciju, klasifikaciju i procenu značaja različitih operativnih rizika u osiguranju (Sharma i ostali, 2008).

U teoriji i praksi poslovnih sistema, pojam rizika se najčešće koristi da iskaže postojanje mogućnosti da dođe do nekog neželjenog događaja a da se pri tome ima u vidu mera takvog događaja, odnosno mera neizvesnosti. Knight (1921) definiše verovatnoće koje se dobijaju na dva različita načina: teorijske ili *a priori* verovatnoće koje su zasnovane na znanju o određenoj pojavi, i statističke verovatnoće koje se generišu na osnovu analize homogenih statističkih podataka. Navedena teoretska postavka pojma rizik

podrazumeva izračunavanje statističkih verovatnoća različitih negativnih događaja i ocenu očekivanih posledica takvih događaja. Pomenuti autor definiše rizik kao potpuno znanje o potencijalnom rešenju svake situacije, odnosno objektivnu verovatnoću pojave nepovoljne situacije kao i posledica takve situacije.

Postoji mnogo definicija rizika koje ga opisuju u zavisnosti od pristupa, konteksta i ugla posmatranja. Prema *Borge* (2001) rizik znači *”biti izložen verovatnoći lošeg ishoda”*. Neki od autora smatraju da su rizik i neizvesnost dva potpuno nezavisna pojma, dok drugi smatraju da su ovi pojmovi vrlo zavisni. Prema *Waters* (2007), pojam neizvesnost ukazuje da postoji mogući spektar događaja koji se mogu desiti u budućnosti, ali bez indicija da će se stvarno desiti ili da će ostaviti relativne posledice. S druge strane, rizik znači da postoji mogućnost da se nabroje događaji koji se mogu desiti u budućnosti, i da im se može pojedinačno odrediti verovatnoća realizacije. Pojam neizvesnost se opisuje i kao odsustvo informacija u situaciji kada se donose odluke i podrazumeva procenu određene situacije, alternativnih rešenja, mogućih rezultata i posledica, i sl. (*Rowe*, 1977). U ekstremnim situacijama, neizvesnost se može okarakterisati kao odsustvo informacija ili znanja koje postoji o određenom problemu ili u procesu odlučivanja. U oblasti menadžmenta rizicima postoji integracija i interakcija pojmova neizvesnost i rizik, i najčešće se objedinjuju pojmom rizik. Veoma važni pojmovi koji su vezani za rizik su percepcija rizika i sklonost ka riziku. Ovo se odnosi na ljude i, u određenim slučajevima, na grupe ljudi koji su spremni da preuzmu rizik u uslovima kolektivnog odlučivanja.

Mnogo autora pojam rizika opisuje kao mogućnost da će određeni slučajni događaj ostaviti posledice na ostvarenje postavljenog cilja. Autori *Kaplan* i *Garrick* (1981) su koncept rizika podelili na različite elemente, što pruža mogućnost prilagođavanja uopštene definicije u odnosu na specifična područja rizika, uključujući logističke sisteme. Ovi autori rizik posmatraju u odnosu na tri dimenzije koje generišu tri suštinska pitanja: *Šta se može dogoditi?*; *Koliko često će se dogoditi?*; i *Ako se dogodi, koje će biti posledice?* Odgovor na ova pitanja se naziva *triplet*. U odnosu na posmatrani sistem, moguće je postojanje velikog broja tripleta tj. odgovora na postavljena pitanja, što zavisi od složenosti sistema. Svaki triplet se može opisati sledećim izrazom:

$$\langle S_i, L_i, X_i \rangle; \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad [2.3]$$

gde je:

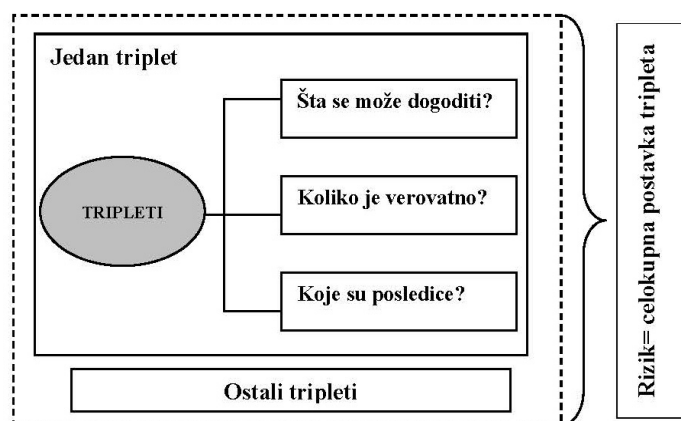
N - konačan broj tripleta

S_i - scenario identifikacije i opisa rizika

L_i - verovatnoća nastanka takvog scenarija u intervalu [0, 1]

X_i - posledica ili procena intenziteta ili mere takvog scenarija, tj. mera štetnog događaja.

Na slici 2.3. prikazana je ilustracija opšte definicije rizika koju je predstavio Paulsson (2007), prema konceptu koji su definisali Kaplan i Garrick (1981).



Slika 2.3. Ilustracija opšte definicije rizika

Izvor: Paulsson, 2007

Navedeni primeri tripleta rizika predstavljaju smernice menadžmentu rizicima u lancima snabdevanja i logističkim procesima koje upućuju na pravac delovanja tj. izbor i obim upravljačkih akcija koje treba preduzeti u cilju minimizacije rizika. Upravljačke akcije se mogu usmeriti na sam sistem, a takođe, ukoliko je moguće, i na okruženje u kojem posmatrani sistem egzistira. Uopšteno, rizici u lancima snabdevanja predstavljaju neočekivane događaje koji mogu poremetiti tok robe na putu od inicijalnog dobavljača do konačnog primaoca. Navedena definicija se može prihvatiti i za logističke sisteme i procese. Mason-Jones i Towill (1998) predlažu podelu rizika u lancima snabdevanja na tri grupe: a) *interni rizici* koji mogu biti *inherentni* (nastaju u različitim operacijama kao npr. nesreće, otkazi opreme i dr.) i *rizici proistekli iz menadžerskih odluka* (npr. nedostatak zaliha, finansijski problemi i sl.); b) *rizici koji egzistiraju u samim lancima*

snabdevanja (pojavljuju se u interakciji između članova lanaca snabdevanja) i c) *eksterni rizici* koji dolaze iz okruženja (npr. rizici prirodnih katastrofa, pravni rizici i dr.).

Posledice realizacije rizika u lancima snabdevanja, logističkim sistemima ili procesima mogu se meriti u zavisnosti od ugla posmatranja a najčešće se izražavaju kao gubitak novca (ekonomski gubitak, trošak), broj otkaza, broj narušenih jedinica proizvoda, broj zastoja u proizvodnji, nivo zagađenja vode, vazduha ili zemljišta, ili u drugim dimenzijama. Takođe, posledice realizacije rizika mogu biti i pozitivne, dok pojedini rizici mogu imati istovremeno i pozitivne i negativne posledice (npr. rizik jakog vetra u gradu može prouzrokovati štete na građevinskim ili infrastrukturnim objektima ali istovremeno vetar doprinosi umanjenju zagađenosti vazduha u gradu). U literaturi se rizici često dele na *statičke* tj. one koji imaju isključivo negativne posledice (npr. rizici požara) i *dinamičke* koji imaju periodične oscilacije iz pozitivnih u negativne (npr. tržišni rizik, kamatni rizik i sl.).

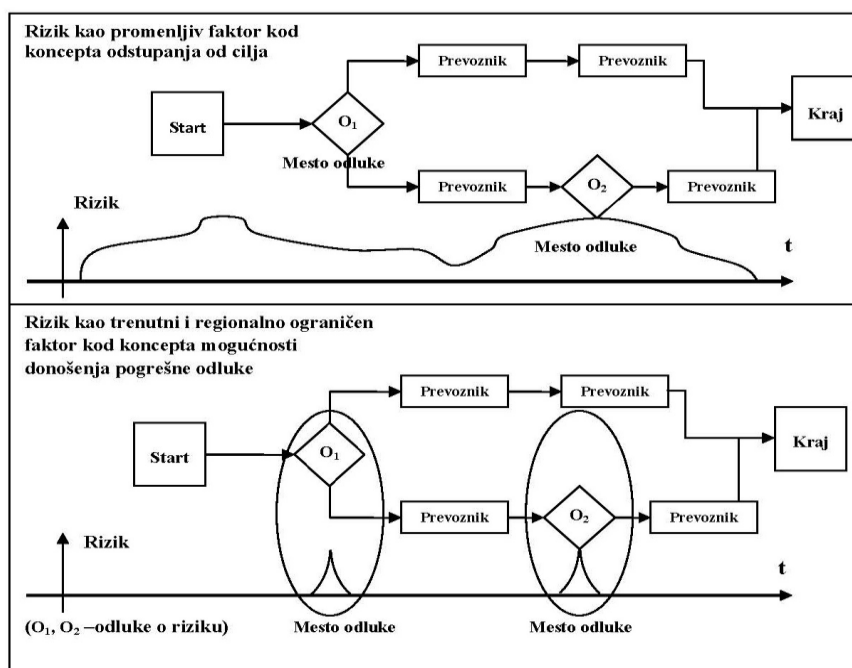
Brojni autori iz oblasti rizika predstavljaju različite koncepte pojma rizika, koji tumače njegovu suštinu i na osnovu kojih se može odrediti definicija rizika. *Bemeleit* i *ostali* (2005), *Bemeleit* i *Schumacher* (2005), ukazuju na različite pristupe ili koncepte pojma rizika koji su prisutni u logističkim procesima:

- a) ***Rizik kao odstupanje od cilja*** je pristup koji uključuje donošenje pogrešne odluke koja je dovela do odstupanja od cilja, što podrazumeva interakciju ova dva činioca, iz razloga što odluka ne može biti ocenjena kao pogrešna bez analize cilja. Odstupanje od cilja sadrži intenzitet i verovatnoću realizacije negativnog događaja.
- b) ***Rizik kao mogućnost pogrešne odluke*** je pristup koji predstavlja deo pristupa odstupanja od cilja. Veoma je teško meriti rizik određene odluke, jer se procena rizika vrši nakon događaja, analizirajući scenario događaja i način kako su određene odluke uticale na realizaciju rizika. Ovaj pristup takođe uključuje korelaciju između postavljenih ciljeva, iz razloga što se određena odluka ne može oceniti pogrešnom bez analize cilja.
- c) ***Rizik kao deficit informacija*** je pristup koji podrazumeva nedostatak informacija u situacijama kada mora da se donese određena odluka. Deficit informacija uslovljava

situaciju da ljudi ili poslovni sistemi nisu svesni ili su nedovoljno svesni postojanja rizika. Ovaj pristup podrazumeva situacije kada postoje ograničenja dostupnosti informacija u uslovima donošenja odgovarajuće upravljačke odluke.

- d) **Rizik kao kombinacija deficita informacija i mogućih odstupanja od cilja** je pristup koji je zasnovan na kombinaciji koncepta odstupanja od cilja i koncepta deficita informacija, na osnovu čega se rizik može podeliti na dve komponente: opis rizika na osnovu ocene verovatnoća i moguća odstupanja od cilja za simetrične i asimetrične rizike.

Prema navedenim autorima osnovna karakteristika proaktivnog menadžmenta rizika je mogućnost da se rizik oceni za vreme faze planiranja i izvršenja logističkog procesa. Postoji mogućnost da se na prihvatljiv način meri određeni faktor rizika na osnovu navedenih postavki. Osnovna razlika između rizika prema pristupu odstupanja od cilja i pristupu donošenja pogrešne odluke je prikazana na slici 2.4.



Slika 2.4. Različiti koncepti pojma rizika

Izvor: Bemeleit i Schumacher, 2005

Posmatranje rizika prema pristupu mogućnosti pogrešne odluke često nije dovoljno efikasan za menadžment rizika jer je limitiran na određene momente, odnosno mesta

donošenja odluka (slika 2.4), u kojima se rizik i ne mora realizovati. Kod ovog pristupa postoji problem lociranja mogućih neželjenih događaja u kojima je potrebno donositi upravljačke odluke, jer se rizik može oceniti samo kada je logistički proces realizovan i kada su analizirane sve njegove faze (Bemeleit i ostali, 2005). S druge strane posmatranje rizika prema pristupu odstupanja od cilja nije limitiran na određena mesta odluke već se posmatra kao kontinualan i promenljiv parametar koji prati svaki logistički proces od početka do njegove konačne realizacije.

Prema Međunarodnom udruženju aktuara rizici se u najširem smislu mogu podeliti u četiri grupe: hazardni, finansijski, operativni i strateški rizici (Casualty Actuarial Society, 2002) (tabela 2.1).

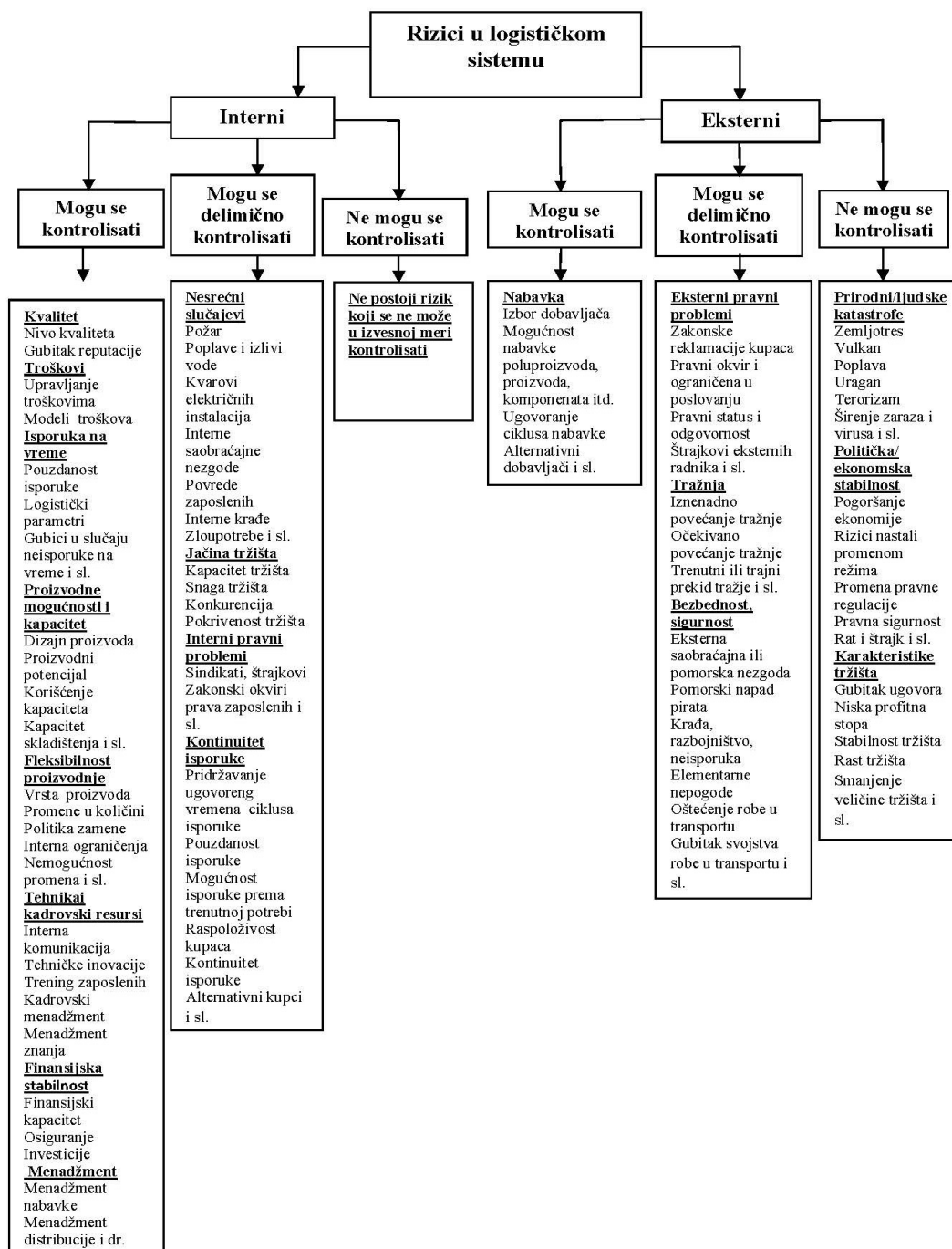
Tabela 2.1. Klasifikacija rizika

Hazardni rizici	Finansijski rizici	Operativni rizici	Strateški rizici
- Požar i ostali rizici koji su destruktivni u odnosu na imovinu - Oluja i ostali rizici prirodnih katastrofa - Krađa i drugi kriminal, povreda lica - Poremećaj poslovanja - Bolest i invaliditet (uključujući nesposobnost za rad) - Štete nastale usled odgovornosti lica	- Cena - Likvidnost - Inflacija/kupovna moć - Hedžing (rizici promene deviznog kursa, promene kamatnih stopa, promene vrednosti akcija i dr.)	- Poslovne operacije (npr. razvoj proizvoda, ljudski resursi, menadžment lanaca snabdevanja itd.) - Unapređenje informacione tehnologije - Informaciono/poslovno izveštavanje (npr. budžetiranje i planiranje, računovodstvo, procena investiranja i dr.)	- Reputacioni problemi - Konkurencija - Zahtevi kupaca - Demografski i socijalno-kulturni trendovi - Tehnološke inovacije - Raspoloživost kapitalom - Regulatorni i politički trendovi

Izvor: prilagođeno, Casualty Actuarial Society, 2002

U cilju obezbeđenja proaktivnog, sveobuhvatnog menadžmenta kompleksnih logističkih procesa neminovno je obezbediti dobro struktuiranu i svestranu analizu rizika. Svi identifikovani interni i eksterni rizici se mogu grubo klasifikovati na osnovu mogućnosti kontrole na tri kategorije: rizici koji se mogu kontrolisati; koji se delimično mogu kontrolisati i rizici koji se ne mogu kontrolisati. Wu i ostali (2006) rizike u lancima snabdevanja dele na interne i eksterne. Ova podela rizika se može prihvatiti i za klasifikaciju rizika u logističkim sistemima i procesima. Autori vrše klasifikaciju rizika

i u odnosu na mogućnost njihove kontrole (slika 2.5) i ukazuju na činjenicu da ne postoje rizici koji se bar u izvesnoj meri ne mogu kontrolisati, ili sa aspekta mogućnosti uticaja na verovatnoću nastanka rizika, ili sa aspekta smanjenja eventualnih posledica.



Slika 2.5. Rizici u logističkom sistemu

Izvor: prilagođeno, Wu i ostali, 2006

Rizici predstavljaju dinamičku, multiparametarsku kategoriju i navedene grupe nalaze se u stalnoj interakciji, jer realizacija jednog rizika najčešće predstavlja inicijalni događaj za realizaciju ostalih rizika. Menadžment internih i eksternih rizika podrazumeva skup aktivnosti koje vode ka prilagođavanju sistema okolnostima u okviru raspoloživih mogućnosti kontrole, sa osnovnim ciljem da se poveća pouzdanost sistema uz minimiziranje troškova povećanja pouzdanosti.

U kompleksnim lancima snabdevanja, logističkim sistemima i procesima pojavljuje se veliki broj različitih tipova rizika. Prema Waters (2007) postoje *poznati rizici* (rizici koji su prisutni i poznati) i *nepoznati rizici* kao što su *inherentni nepoznati rizici* (skriveni rizici koji se pojavljuju kada neočekivani događaj iznenada deluje na lanac snabdevanja), *vremenski zavisni rizici* (koji se pojavljuju istekom vremena), *procesno zavisni rizici* (zavisni od realizacije određenog procesa) i *rizici odgovora* ili *sekundarni rizici* (koji se javljaju kao reakcija na preduzete mere na određeni identifikovani rizik). Prema Deleris i Erhun (2007) rizici u lancima snabdevanja su podeljeni u pet osnovnih kategorija (tabela 2.2).

Tabela 2.2. Kategorije rizika lanaca snabdevanja

Kategorija rizika	Primeri
Operativni/ tehnološki rizici	Transportni rizici (krađa, sitna krađa i neisporuka, nesreće, odlaganja, štete nastale kod manipulacije, re-rutiranja itd), rizici skladištenja (nekompletna porudžbina, nedovoljno održavanje prostora, oštećenje robe itd.), prekoračenje budžeta, pojava tehnologije koja uzrokuje poremećaje, nepovoljni uslovi ugovora (minimalni i maksimalni limit porudžbine), komunikacione/IT greške, manjak robe/komponenta, ograničen kapacitet, problemi sa kvalitetom, kvar mašina i opreme/zastoji, gubici imovine, softverske greške, nedovoljna efikasnost, promene procesa proizvodnje, razni poremećaji itd.
Katastrofalni rizici	Vatra, nekontrolisani požar, poplava, monsun, mećava, snežna oluja, teška oluja, suša, talas vrućine, tornado, uragan, tajfun, zemljotres, cunami, epidemija itd.
Ekonomski /tržišni rizici	Cena i tržišni ratovi, bankrotstvo partnera, promena kamatnih stopa, promena deviznog kursa, fluktuacija cena robe, kolaps berze, globalne ekonomske recesije itd.
Socijalni rizici	Ljudske greške, organizacione greške, manjak radne snage, gubitak ključnih kadrova, štrajkovi, problemi sa sindikatima, negativni uticaj medija (reputacioni rizik), prevare, pljačke, sabotaze, terorizam, malverzacije, smanjena produktivnost rada i dr.
Pravni/ politički rizici	Novi propisi, pravne obaveze, parnice, državni podsticaji /restrikcije, lobiranje grupe potrošača, rizici carine (kašnjenje carinskih organa, nedostatak podataka u dokumentaciji itd.), nestabilnost u međunarodnom poslovanju, konfiskacije od strane inostranih subjekata, rat, poreski problemi itd.

Izvor: prilagođeno, Deleris i Erhun, 2007

- **Operativni/tehnološki rizici** prate realizaciju osnovnih funkcija poslovanja kompanije i odnose se na realizaciju operativnih aktivnosti koje su vezane za utvrđene tehnološke procese. To su rizici koji su zavisni od aktivnosti ljudi kao i karakteristika i specifičnosti sistema ili procesa na kojima se zasniva delatnost određenog poslovnog sistema. Operativni i tehnološki rizici su povezani sa logistikom, razvojem proizvoda, upravljanjem procesima, isporukom proizvoda ili usluga kao i tehnološkom podrškom svih procesa (Radivojević i Gajović, 2014).
- **Rizici prirodne katastrofe** zavise od prirode, mogu se pojaviti iznenada i ostaviti katastrofalne posledice na ljude i aktivnost ljudi. Rizici prirodnih katastrofa se najčešće ne mogu sprečiti, ali se u nekim slučajevima mogu dobro proučiti i sagledati na način da se posledice mogu minimizirati.
- **Ekonomski/tržišni rizici** su uslovljeni stabilnošću nacionalne ekonomije, od koje zavisi pouzdanost lanaca snabdevanja. Ekonomski rizici predstavljaju mogućnost da makroekonomski uslovi poslovanja (kao što su važeća državna regulativa poslovanja, ekonomska i politička stabilnost, kamatne stope i dr.), utiču na efektivnost lanaca snabdevanja i logističkih sistema, pouzdanost isporuke, sigurnost investicija i dr. Konkurencija podrazumeva da više subjekata nudi nabavku istog ili sličnog proizvoda ili usluge kupcima. Prisustvo nelojalne konkurencije predstavlja veoma bitan segment rizika, koji može ostaviti direktne ili indirektne posledice.
- **Socijalni rizici** takođe utiču na pouzdanost lanaca snabdevanja i logističkih sistema. U zavisnosti od socijalne politike svake zemlje, generišu se socijalni rizici koji su veoma zavisni od tri osnovne institucije: porodica, tržište rada i državna socijalna politika. Socijalna politika i socijalna zaštita stanovništva u određenoj zemlji doprinose prevenciji i prevazilaženju nepovoljnih situacija za pojedince, omogućavajući finansijsku zaštitu od ekonomskih i socijalnih rizika, kao što su nezaposlenost, zaštita prava na radu, zaštita u slučaju invaliditeta, obezbeđenje penzija, socijalnih davanja i dr.
- **Pravni/politički rizici** podrazumevaju nastajanje problema u poslovanju koji se mogu pripisati nestabilnom pravnom sistemu i političkim odlukama ili promenama koje utiču na ostvarenje poslovnih ciljeva. Pravni rizici se najčešće odnose na

situaciju kada se pravne norme menjaju u toku trajanja finansijskog ugovora između poslovnih partnera. Politička nestabilnost generiše političke rizike, koji mogu ostaviti značajne trenutne i dugoročne, direktne i indirektne posledice (*Radivojević i Gajović, 2014*).

2.2. Spremnost logističkih sistema ka prihvatanju rizika

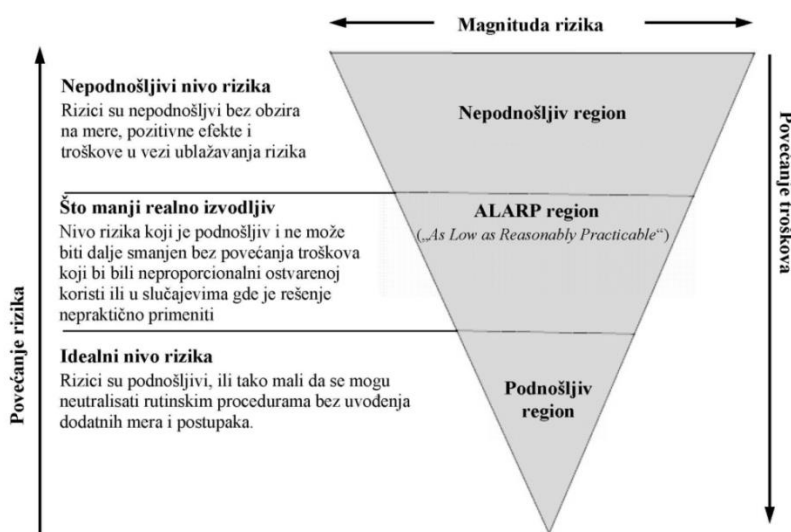
Veoma važan segment menadžmenta rizika predstavlja definisanje spremnosti sistema ka prihvatanju rizika. U praksi, nivo prihvatljivosti rizika za određeni sistem predstavlja složeno i često sporno pitanje. Ukoliko sistem ima vrednost rizika veću od predviđenog nivoa prihvatljivosti, potrebno je preduzimati mere kontrole rizika u cilju njegovog smanjenja i obezbeđenja potrebne pouzdanosti i poboljšanja performansi sistema. Prihvatanje rizika zavisi od ličnih, poslovnih ili društvenih percepcija i prioriteta, a kriterijumi za prihvatanje ne zavise samo od vrednosti rizika, već i od njihove prirode i uporedivosti (npr. smrt ljudi, zagađenje životne sredine, fizički gubitak imovine, troškovi ili druge posledice rizika). Prihvatljivi nivoi rizika su obično implicitne vrednosti definisane odlukama zasnovanim na projektovanom nivou pouzdanosti i optimalnom upravljanju procesima.

U različitim oblastima u primeni je *ALARP princip* (engl. *As Low As is Reasonably Practicable*), posebno u segmentu kontrole velikih ili katastrofalnih rizika (*Redmill, 2010; Kristiansen, 2013; Melchers, 2001*). Na osnovu ovog principa vrši se utvrđivanje nivoa značaja procenjenih rizika, koji mogu pripadati jednom od regiona rizika (slika 2.6). Za svaki region rizika, razvijene su generičke strategije i mere upravljanja rizikom. *ALARP* princip obuhvata sledeće regione prihvatljivosti rizika:

- ***Nepodnošljivi region rizika.*** Rizici u ovom regionu se smatraju neprihvatljivim ili nedozvoljenim i ne mogu se opravdati, osim u vanrednim okolnostima. U ovom slučaju treba preduzeti sve raspoložive neposredne mere radi eliminacije ili smanjenja rizika, koji treba održavati na prihvatljivom, odnosno dozvoljenom nivou, bez obzira na troškove.
- ***ALARP region*** - Princip „*nizak koliko je moguće*“. Rizici u ovom regionu mogu se smatrati nepoželjnim, posebno oni koji se nalaze u gornjoj granici, ali prihvatljivim

ako ispune *ALARP*. Rizici moraju biti smanjeni, što je više moguće i realno izvodljivo. Nepoželjni rizici mogu biti prihvatljivi ili dozvoljeni ako strategije i mere smanjenja rizika nisu praktične ili ako su troškovi nesrazmerni u odnosu na dobijena poboljšanja.

- **Podnošljiv region.** Rizici u ovom regionu se smatraju zanemarljivim i široko prihvaćenim, pa je neophodno da ostanu na istom nivou.



Slika 2.6. ALARP regioni, nivoi i principi prihvatljivosti rizika

Izvor: prilagođeno, Redmill, 2010

Brojni autori se bave analizom i optimizacijom aktivnosti u vezi smanjenja rizika koristeći princip *ALARP*. Li i ostali (2009) primenjuju teoriju očekivane koristi (engl. *Expected utility theory*) i *ALARP* kod donošenja zakonskih okvira u vezi nivoa prihvatljivosti rizika. Autori navode da se navedeni princip koristi u različitim oblastima privrede i društva a najčešće u sektorima transporta, zdravstva, zaštite životne sredine, bezbednosti nuklearnih sistema i dr.

2.3. Faze menadžmenta rizicima

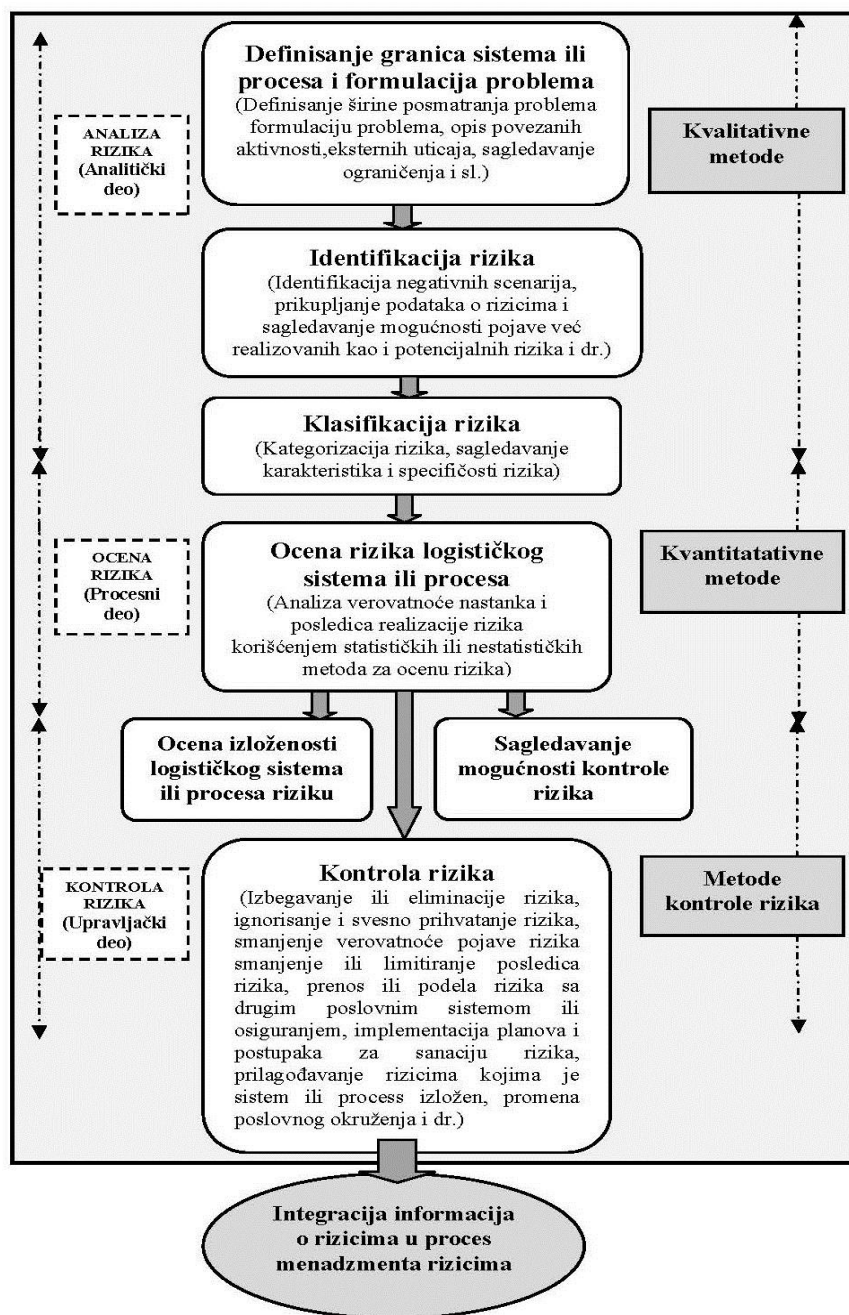
U literaturi postoje različite podele menadžmenta rizika na faze. Waters (2007) navodi tri osnovne faze: identifikacija rizika, analiza rizika i utvrđivanje odgovarajućeg odgovora na rizik. Norman i Lindroth (2004) menadžment rizika dele na identifikaciju i analizu rizika, ocenu rizika i različite modalitete kontrole rizika. Hallikas i Virolainen

(2004) navode četiri faze menadžmenta rizika u mrežama snabdevanja: identifikacija rizika, ocena rizika, identifikacija i implementacija mera za smanjenje rizika, i praćenje ponašanja rizika.

U ovom radu menadžment rizika u logističkim procesima se posmatra kroz sledeće faze:

- Analiza rizika,
- Ocena rizika, i
- Kontrola rizika.

Svaka faza obuhvata skup aktivnosti koje omogućavaju upravljanje rizikom u konkretnom logističkom procesu (slika 2.7.).



Slika 2.7. Faze menadžmenta rizicima

Iako su nivoi menadžmenta rizicima kontinuirani i međusobno zavisni, neke aktivnosti se mogu sprovesti istovremeno. U određenim slučajevima moguće je izostaviti pojedine korake ili korigovati prethodne aktivnosti. U praksi se vrši sistematska korekcija postojećih rezultata analize i sagledavanje uticaja uvođenja alternativnih rešenja u proces menadžmenta rizicima.

2.3.1. Analiza rizika

Početnu fazu u procesu menadžmenta rizicima predstavlja analiza rizika. Postoji veliki broj različitih metoda za analizu rizika čija kompleksnost može biti u intervalu od veoma jednostavnih do izuzetno složenih, a njihova primena zavisi od veličine posmatranog logističkog sistema, dostupnih informacija, raspoloživog vremena za analizu, troškova primene, kadrovskih resursa, brojnih ograničenja i dr. Sveobuhvatna priprema koja prethodi analizi rizika je od velikog uticaja na proces analize rizika. Analiza rizika najčešće se sastoji od sledećih procesa:

- a) **Definisanje granice sistema ili procesa** je polazna tačka u procesu analize rizika i podrazumeva definisanje širine posmatranja, jedinice izražavanja rizika (npr. gubitak novca, reputacije, nematerijalne štete i dr.), formulaciju problema, opis povezanih aktivnosti, eksternih uticaja, sagledavanje ograničenja, sagledavanje očekivanih efekata primene menadžmenta rizicima i dr. Granice sistema se formiraju na osnovu postavljenog cilja analize rizika. U funkciji obezbeđenja pouzdanosti informacija o granicama sistema, neophodna je sistematska analiza elemenata sistema i reakcija na uočene činjenice, događaje ili promene.
- b) **Identifikacija rizika** je kompleksan proces koji podrazumeva prikupljanje podataka o rizicima i sagledavanje mogućnosti pojave već realizovanih kao i potencijalnih rizika. Prikupljanje podataka o rizicima najčešće se sprovodi na osnovu istorije negativnih događaja koji su ostavili posledice na sistem. Podaci o realizovanim negativnim događajima često nisu reprezentativni, jasni, pouzdani ili dostupni. Iz tog razloga neophodno je prikupljanje dodatnih informacija koje se mogu dobiti od eksperata, iz različitih publikacija i dr. Sistematizacija prikupljenih podataka se najčešće sprovodi pomoću brojnih metoda strukturiranja i formulacije dobijenih informacija. Identifikacija rizika podrazumeva temeljno razmatranje detalja koji se odnose na svaki segment sistema ili procesa, identifikovanje potencijalnih rizika i njihovih glavnih karakteristika u svakoj operaciji i opisa identifikovanih rizika prema utvrđenoj formi. Svaki složeni poslovni proces karakteriše prisustvo veoma velikog broja rizika koje često nije moguće potpuno sagledati i predvideti, tako da proces identifikacije često podrazumeva prikaz samo najzastupljenijih rizika. Identifikacija rizika najčešće podrazumeva:

- Identifikovanje aktivnosti koje utiču na visinu rizika,
- Prikupljanje osnovnih podataka o rizicima, određivanje konkretnog konteksta analize i procene, i odluka koje se mogu doneti,
- Sprovođenje preliminarne analize ili analize scenarija realizacije rizika,
- Određivanje nosilaca sprovođenja analize rizika, i
- Identifikovanje zainteresovanih strana, odnosno subjekata na koje utiču odluke u vezi minimizacije rizika.

U oblasti logistike, u praksi se koriste brojne metode za identifikaciju rizika, koje zavise od kompleksnosti posmatranog sistema i raspoloživih informacija. Proces identifikacije rizika najčešće počinje iznalaženjem i definisanjem mogućih rizičnih događaja u posmatranom vremenskom periodu odvijanja određenog logističkog procesa. Identifikacija rizika najčešće se započinje percepcijom, zatim se nastavlja utvrđivanjem mogućih uticaja i povezanosti potencijalnih događaja u ostvarenju rizika i završava se sagledavanjem mogućih posledica ostvarenja rizika. Identifikacija rizika u logističkim sistemima ili procesima može se sprovoditi korišćenjem internih kadrovskih resursa ili uz angažovanje profesionalnih, stručnih lica. Savremeni pristup menadžmentu rizicima podrazumeva istovremeno angažovanje eksternih i internih učesnika, koji donose zajedničke odluke (npr. identifikacija dominantnih rizičnih događaja, istraživanje kritičnih tačaka logističkog sistema i dr). Osnovni problem koji se pojavljuje u procesu identifikacije rizika se sastoji u činjenici da različita lica imaju različitu percepciju rizika, u zavisnosti od stručnosti i kvalifikovanosti, iskustva, ličnih stavova i dr. Takođe, kompleksni logistički sistemi i procesi podrazumevaju prisustvo izrazito velikog broja rizika koje je često nemoguće sagledati u celini, i često ih je teško, a ponekad i nemoguće, precizno oceniti. Iz tog razloga razvijene su različite metode koje mogu da doprinesu smanjenju subjektivnosti i povećanju pouzdanosti ocene.

- c) **Klasifikacija rizika** podrazumeva svrstavanje rizika u određenu klasu, na osnovu posebnih karakteristika ili specifičnosti. Rizici se mogu klasifikovati prema različitim kriterijumima. Jedan od kriterijuma je homogenost rizika, odnosno istovetnost ili sličnost karakteristika rizika koji pripadaju istoj klasi (više o ovoj oblasti *Trownbridge, 1989*). Takođe, rizici se mogu klasifikovati na interne,

eksterne, statičke, dinamičke i dr. Klasifikacija rizika često zavisi od mnogo činilaca koje često nije moguće u potpunosti predvideti i sagledati u celini. Takođe, često postoje različiti uticaji i međuzavisnosti između rizika koji su na osnovu utvrđenih kriterijuma svrstani u različite klase. U praksi su redovno prisutni subjektivni kriterijumi koji opredeljuju formiranje određenih klasa rizika. Klasifikacija rizika predstavlja temelj za ocenu, odnosno kvantifikaciju rizika.

2.3.2. Ocena rizika

Ocena rizika obuhvata ocenu pojedinačnih uticaja svih poznatih elementa rizika (uključujući glavne rizične događaje, indirektne događaje, uzroke događaja, različita ograničenja i dr.), kao i ocenu ukupnog rizika, odnosno pouzdanosti funkcionisanja celokupnog sistema (uključujući vremensko trajanje rizika, direktne i indirektne posledice, prostorni obim i dr.). U praksi se koristi veliki broj kvalitativnih i kvantitativnih tehnika, kriterijuma, metoda, standarda i modela za ocenu rizika u oblasti logistike, uključujući rizike po: imovinu, bezbednost i zdravlje, životnu sredinu i dr. Važan zadatak u kvantitativnoj analizi rizika logističkih sistema je povezivanje rizika sa funkcionisanjem različitih podsistema (npr. najčešće se sagledavaju karakteristike prevoza sa aspekta rizika, karakteristike utovara, istovara i skladištenja robe, uticaj transportne infrastrukture na rizik, uticaj klimatskih faktora, sagledavanje učestalih lokacija nezgoda itd.) i subjektima ostvarenih rizika (npr. prevoznici, špediteri, luke, skladišta itd.).

Sa aspekta mogućnosti obezbeđenja informacija koje su neophodne za preciznu ocenu rizika, oni se mogu grubo podeliti na četiri osnovne kategorije:

- rizici za koje se mogu obezbediti reprezentativni statistički podaci;
- rizici o kojima postoji evidencija, koja nije dovoljna za formiranje reprezentativne statističke baze;
- specifični ili retki rizici o kojima postoji evidencija, ali kod kojih nije moguće jasno i precizno utvrditi vezu između zasebnih događaja i određenih klasa vezanih događaja;

- rizici koji se još nisu realizovali ili su se veoma retko realizovali i koje je isključivo moguće proceniti ekspertski, uz mogućnost pojave značajnih grešaka u oceni.

Rizici koji su prisutni u logističkim procesima su često kompleksni, nejasni ili nepoznati da bi se opisali strogim matematičkim i statističkim metodama i modelima. Iz tog razloga menadžment logističkih rizika često zahteva subjektivno ocenjivanje rizika i elemenata rizika svakog specifičnog logističkog procesa. U cilju određivanja prioriteta, mera i strategija upravljanja rizikom, rizici se često rangiraju prema njihovom značaju. Pouzdana ocena rizika predstavlja temelj za donošenje odgovarajućih strategija i mera upravljanja rizikom. Na osnovu ocene rizika konkretnog logističkog sistema ili procesa, sagledava se celokupna izloženost rizicima (koja se najčešće izražava u novčanim jedinicama, očekivanom broju otkaza, zakašnjenja u odvijanju procesa ili zastoja, očekivanom broju povreda ljudi ili drugim jedinicama), i mogućnost sprovođenja kontrole rizika.

2.3.3. Kontrola rizika

Cilj odgovora na identifikovani rizik u logističkom sistemu je da se pronade i primeni odgovarajuća metoda kontrole rizika. U praksi se najčešće javljaju problemi nedovoljno efikasnog, loše postavljenog ili nesistematičnog procesa kontrole rizika. To često rezultuje povećanjem verovatnoće realizacije neželjenih efekata, odnosno povećanjem ukupnog rizika poslovanja sistema.

Postoje brojni pristupi i strategije za kontrolu rizika. Na osnovu prethodnih aktivnosti i rezultata analize i ocene rizika, u fazi kontrole rizika donose se upravljačke odluke o rizicima i njihova implementacija u proces menadžmenta rizicima. Nakon izbora odgovarajuće upravljačke odluke ili mere o riziku, vrši se nadzor sprovođenja mera (praćenje efekata, otkaza, grešaka, troškova i dr.). U praksi se često koristi termin „*mera upravljanja rizikom*” i on objedinjuje primenu različitih metoda, tehnika, pristupa, standarda ili alata upravljanja rizikom, na operativnom, taktičkom ili strateškom nivou.

Kontrola rizika podrazumeva donošenje upravljačkih odluka o minimizaciji ili prihvatanju rizika, sagledavajući brojne parametre, na osnovu kojih se postiže stabilnost

funkcionisanja sistema (funkcionisanje bez poremećaja ili sa minimalnim ili prihvatljivim poremećajima), povećanje efikasnosti odgovora sistema u odnosu na rizike koji deluju na sistem i optimalno iskorišćenje internih resursa u cilju smanjenja mogućnosti pojave rizika i smanjenja posledica rizika. U praksi upravljačke odluke o odgovoru na određeni identifikovani rizik u lancima snabdevanja ili logističkim sistemima mogu biti veoma jednostavne i lake, međutim, u određenim slučajevima mogu biti vrlo kompleksne i teške. Najčešće strategije kontrole rizika su:

- Izbegavanje rizika,
- Ignorisanje i svesno prihvatanje rizika,
- Povećanje stabilnosti logističkog sistema,
- Smanjenje verovatnoće pojave rizika,
- Smanjenje ili limitiranje posledica rizika,
- Implementacija planova i postupaka za sanaciju rizika,
- Prilagođavanje sistema rizicima,
- Promena poslovnog okruženja,
- Prenos ili podela rizika sa drugim poslovnim sistemom ili prenos rizika u osiguranje i druge strategije.

U najvećem broju slučajeva, prevencija ili minimizacija rizika je efikasnija strategija kontrole rizika od saniranja posledica realizovanih rizika. Međutim, u pojedinim slučajevima, logistički sistem može utvrditi da je svesno prihvatanje pojedinih rizika finansijski isplativije od troškova u vezi prevencije ili minimizacije rizika. Na primer, izbor kraćih, ali rizičnijih pomorskih ruta može biti prihvatljivije rešenje od izbora značajno dužih pomorskih ruta, koje podrazumevaju značajno uvećanje vremena i troškova transporta, koji mogu biti veći od vrednosti robe koja se prevozi.

2.3.3.1. Izbegavanje rizika

Strategija izbegavanja rizika obuhvata neutralisanje ili eliminisanje rizika, najčešće na njegovom izvoru, uz sagledavanje troškova i efekata u vezi izbegavanja rizika. U praksi se određeni rizici ne mogu eliminisati (npr. rizici prirodnih katastrofa), ali se uz primenu odgovarajućih metoda menadžmenta rizika mogu svesti na najmanju moguću meru. Ova strategija često podrazumeva eliminisanje pojedinih aktivnosti (npr. transporta ili

skladištenja određenih proizvoda, zabranu i prestanak proizvodnje i dr.), prisustva pojedinih izvora rizika (npr. korekcija postojećih i uvođenje novih, bezbednijih standarda pakovanja i zaštite robe, dodatno obezbeđenje robe u prevoznom sredstvu itd.) kao i eliminisanje uzroka i faktora koji doprinose generisanju rizika (npr. izbor alternativnih vidova transporta umesto pomorskog ili rečnog kod prevoza pojedinih organskih zagađivača ili drugih opasnih materija i sl.).

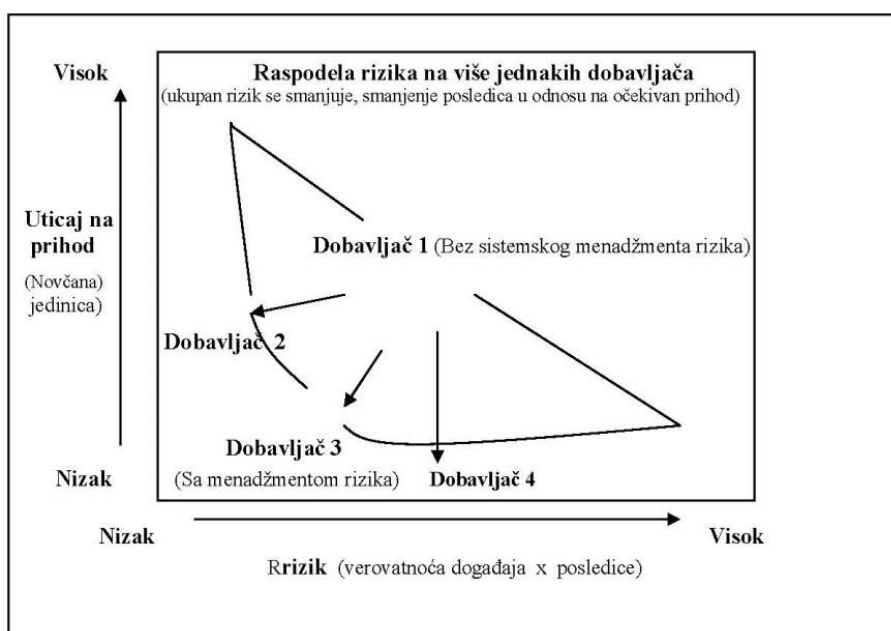
2.3.3.2. Ignorisanje i svesno prihvatanje rizika

Ignorisanje i svesno prihvatanje rizika predstavlja strategiju koja podrazumeva donošenje odluke koja se zasniva na pretpostavci da očekivani intenzitet rizika ne može ostaviti značajne konsekvence, kako bi se preduzimale bilo kakve upravljačke mere ili aktivnosti. Upravljačka odluka o prihvatanju rizika najčešće se donosi na osnovu *cost-benefit* analize. U određenim situacijama rizici se i ne mogu izbeći, smanjiti ili preneti. To su slučajevi kada je ekonomski neisplativo ili praktično nemoguće sprovesti mere za eliminaciju ili minimizaciju rizika, tj. kada ne postoje druge alternative osim svesnog prihvatanja takvih rizika. Čak i pojedini visoko uređeni logistički sistemi mogu se odlučiti da pojedine manje rizike prihvate kao sastavni deo svog funkcionisanja, računajući da oni ne mogu značajnije poremetiti funkcionisanje sistema. U određenim slučajevima upravljački menadžment određenog poslovnog sistema može doneti odluku da se prihvate i pojedini rizici većeg intenziteta, u slučajevima kada eliminacija postojećeg rizika generiše nove rizike. Nakon smanjenja rizika na prihvatljiv nivo, pojedini rizici mogu ostati prisutni u sistemu i takvi rizici se u literaturi često nazivaju *rezidualni rizici* (Waters, 2007). Navedeni rizici se mogu smatrati beznačajnim ili zanemarljivim, i njihovo dodatno smanjenje može biti vrlo skupo ili kontraproduktivno. Svesno prihvatanje određenih rizika ne znači da ne treba preduzimati bilo kakve aktivnosti, već im treba posvetiti pažnju, angažovati resurse i uložiti napor da bi zadržali svoje karakteristike i visinu na prihvatljivom nivou.

2.3.3.3. Povećanje stabilnosti logističkog sistema

Strategija povećanja stabilnosti logističkog sistema podrazumeva brojne aktivnosti u vezi minimiziracije ukupnog rizika. U praksi se stabilnost logističkih sistema povezuje sa različitim pojmovima kao što su pouzdanost, otpornost, robusnost, fleksibilnost,

elastičnost i dr. S druge strane, nestabilnost se povezuje sa pojmovima ranjivost, nepouzdanost, neelastičnost, slabost i dr. Na slici 2.8. prikazana je promena oblika krive rizika kod menadžmenta rizicima zasnovanog na mogućnosti izbora manje rizičnih dobavljača (Dobavljači 2, 3 i 4) u odnosu na jednog rizičnog dobavljača (Dobavljač 1) (McCormack, 2007). Slika pokazuje međuzavisnost rizika u odnosu na očekivani prihod (dobit iz delatnosti), što predstavlja osnov za donošenje upravljačkih odluka u vezi smanjenja rizika, uvažavajući očekivane troškove menadžmenta u odnosu na efekte. Oblik krive rizika zavisi od raspoloživosti i broja alternativnih dobavljača kao i drugih mogućnosti minimizacije rizika.



Slika 2.8. Uticaj primene menadžmenta rizika na visinu rizika

Izvor: prilagođeno, McCormack, 2007

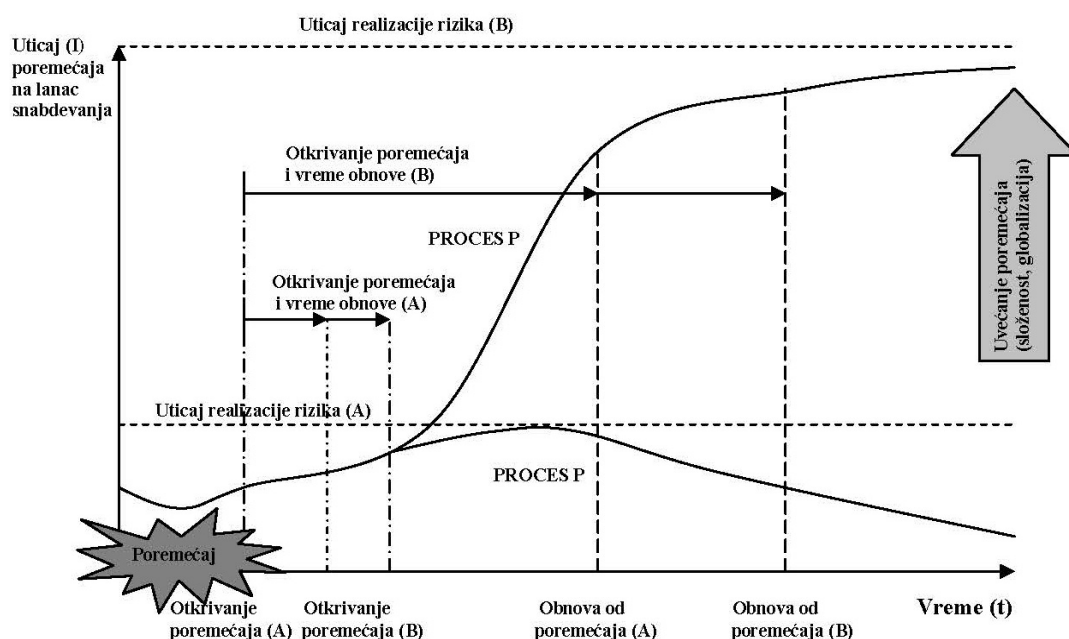
U slučaju strategije izbora nabavke robe od jednog dobavljača i poslovanja bez sistemskog menadžmenta rizicima, kriva rizika teži pravolinijskom obliku, što pokazuje da rizik neisporuke postaje izražen. U suprotnom, kod sistemskog menadžmenta rizicima, kriva rizika dobija parabolni oblik. Verovatnoća realizacije rizika može se minimizirati i optimizacijom neizbežnih internih ili eksternih operativnih postupaka koji generišu rizike. Takođe, rizici se mogu smanjiti korišćenjem pravnih mehanizama u smislu definisanja ugovornih odnosa između partnera (npr. u segmentu ugovornih

odgovornosti učesnika u logističkim procesima) ili na osnovu neformalnih aktivnosti (npr. unapređenjem poslovne saradnje i poverenja između partnera).

Postoje različiti principi unapređenja stabilnosti logističkih sistema i procesa (više o ovoj oblasti *Hanfield i ostali*, 2008; *Waters*, 2007). Navedeni principi su uslovljeni fizičkim karakteristikama logističkih sistema kao i vezama između podsistema. Najčešće zastupljeni principi su:

- ***Definisanje pouzdane strukture logističkog sistema*** podrazumeva definisanje kapaciteta čvorova ili veza koji će omogućiti da se komunikacija odvija u utvrđenom vremenu, uz minimizaciju verovatnoće otkaza. Što ima više elemenata sistema i veza između njih, to je veća mogućnost realizacije nekog neželjenog događaja (*Waters*, 2007). Definisana struktura treba da obezbedi odgovarajuću pouzdanost koja se povećava ukoliko u sistemu postoji što veći broj paralelnih veza između elemenata i što manje rednih veza. Paralelno povezivanje elemenata sistema omogućuje alternativna rešenja u slučaju otkaza određene komunikacije (npr. alternativna transportna ruta, alternativni snabdevač, outsorsing određenih aktivnosti i dr.). Takođe, udaljenost elementa sistema smanjuje fleksibilnost sistema, povećava verovatnoću prekoračenja rokova isporuke, povećava logističke troškove i dr.
- ***Smanjenje nestacionarnosti logističkih procesa*** je veoma povezana sa rizikom. U različitim tehnikama analize vremenskih serija ili analize odvijanja procesa polazi se od pretpostavke da su parametri stacionarni. U matematičkom smislu stacionarni procesi imaju osobinu da se njihovo matematičko očekivanje, varijansa i autokorelaciona struktura ne menjaju u toku vremena. Međutim, kada postoje nestacionarni procesi (npr. procesi nestabilne tražnje određenih proizvoda), kada se parametri odvijanja procesa menjaju u određenim vremenskim razdobljima (npr. usled sezonskog uticaja, klimatskih uticaja, dnevne oscilacije isporuke i dr.), rizik se menja i često uvećava. Smanjenje nestacionarnosti se može postići planiranjem, obezbeđenjem i aktiviranjem alternativnih, rezervnih proizvodnih, transpornih i skladišnih kapaciteta koji se angažuju u slučajevima pojave nepredviđenih događaja i dr.

- **Povećanje agilnosti** podrazumeva povećanje fleksibilnosti i brzine odgovora sistema na neočekivane događaje, što utiče na smanjenje rizika. U praksi je uglavnom teško predvideti modalitete događaja koji dovode do realizacije rizika, tako da agilnost sistema često predstavlja najbolju alternativu. Agilnost logističkog sistema se često povezuje sa pojmom elastičnost (engl. *Resilience*), koji znači sposobnost brzog vraćanja sistema u prethodno stanje, ili u drugo poželjno stanje (Waters, 2007). Na slici 2.9. prikazan je uticaj poremećaja na lanac snabdevanja ili logistički sistem i agilnost sistema u funkciji reakcije na poremećaj i oporavak (Handfield i ostali, 2007).



Slika 2.9. Agilnost logističkog sistema, poremećaj i oporavak

Izvor: Handfield i ostali, 2007

- **Povećanje brzine protoka robe** do krajnjih korisnika bitno utiče na smanjenje rizika. Ukoliko je protok u delovima sistema spor ili otežan, sa mnogo operacija koje podrazumevaju zadržavanje i čekanje, privremeno skladištenje, nepotrebno kretanje između podсистема i sl., povećavaju se troškovi i vreme isporuke, kao i verovatnoća otkaza. Generalno, postoje dva osnovna pristupa povećanja brzine protoka roba: a) povećanje efikasnosti i brzine postojećih operacija, unapređenje veština i znanja ljudi, sprovođenje paralelnih operacija, sinhronizacija rasporeda sprovođenja operacija i dr., i b) ukidanje određenih suvišnih operacija, analiza postojećih procesa

i uklanjanje činilaca koji ne dopinose povećanju kvaliteta logističke usluge (Waters, 2007).

2.3.3.4. Smanjenje verovatnoće pojave rizika

Strategija smanjenja verovatnoće pojave rizika podrazumeva donošenje odluke bazirane na izboru pojedinih procesa za koje se ocenjuje da će se odvijati pouzdanije, odnosno izboru onih procesa koji su manje skloni pojavi grešaka ili otkaza. Na primer, u segmentu pomorskog transporta moguće je vršiti izbor pomorske rute na kojoj nisu prisutni rizici nevremena, piraterije i sl., u segmentu proizvodnje moguće je obezbeđenje optimalne količine zaliha za proizvodnju, izbegavanje ili eliminisanje visokorizičnih procesa i dr. S obzirom na koristi i široku upotrebljivost pojedinih proizvoda (npr. opasnih materija, pojedinih sirovina za proizvodnju i dr.), u mnogim državama i različitim privrednim sistemima, čine se naponi da se smanji verovatnoća pojave rizika, odnosno da se verovatnoća svede na prihvatljiv nivo, za šta se donose i primenjuju nacionalni standardi. Međutim, postoje brojni rizici čija se verovatnoća pojave ne može smanjiti, i tada se teži smanjenju ili limitiranju posledica. Izbor odgovarajuće aktivnosti u cilju smanjenja verovatnoće pojave rizika u lancima snabdevanja i logističkim sistemima zavisi od brojnih činilaca koji karakterišu kako sam sistem, tako i okruženje. Izbor optimalnog rešenja najčešće zavisi od ukupnih troškova, koji zavise od izbora odgovarajuće alternative. U praksi je čest slučaj da optimalno rešenje problema smanjenja verovatnoće pojave rizika podrazumeva paralelno sprovođenje više odvojenih aktivnosti. U savremenom poslovanju u ovom segmentu u logistici se primenjuju međunarodne konvencije i standardi koje donose različite organizacije, npr. *IMO (International Marine Organization)*, *ISO (International Organization for Standardization)*, *HSE (Health & Safety Executive)* i dr.

2.3.3.5. Smanjenje ili limitiranje posledica rizika

Strategija smanjenja ili limitiranja posledica rizika podrazumeva minimizaciju konsekvenci nakon trenutka njegove realizacije. Posledice realizacije rizika u lancima snabdevanja i logistici mogu biti brojne a najčešće su gubitak, oštećenje ili uništenje robe ili dela pošiljke koja se prevozi. Takođe, posledice mogu biti zakašnjenja u isporuci koja prouzrokuju brojne indirektno rizike, najčešće troškove. Posledice rizika

se mogu podeliti na četiri osnovne kategorije: po ljude, imovinu, životnu sredinu i poslovni ugled, odnosno reputaciju sistema. U praksi je često nemoguće predvideti koji se rizici mogu realizovati, scenario zavisnih i nezavisnih negativnih događaja, a naročito njihove posledice. Realizacija više različitih rizika se može desiti istovremeno, čime se posledice mogu uvećati. U praksi se rizici često karakterišu kao *neposredni* i *posredni*. Neposredni rizici podrazumevaju inicijalne štetne događaje koji ostavljaju određene posledice (npr. potonuće broda, saobraćajna nezgoda drumskog prevoznog sredstva i dr.), dok se posredni rizici nadovezuju na neposredne i inciraju druge posledice (npr. zagađenje životne sredine usled potonuća broda, materijalne i nematerijalne štete nakon pada vazduhoplova, krađa robe nakon saobraćajne nezgode i dr.). Usled realizacije određenog neposrednog rizika na sistem ili proces, moguće je da se u istom momentu desi realizacija više posrednih rizika, koji mogu imati čak i veći stepen destrukcije od neposrednih rizika (Čavka i ostali, 2014). Smanjenje posledica rizika najčešće se obezbeđuje donošenjem internih procedura reakcije sistema u uslovima kada je rizik realizovan. Takođe strategija smanjenja ili limitiranja posledica može se sprovesti i pre nastanka rizika. Na primer, odgovarajuće transportno pakovanje robe neće uticati na verovatnoću udara ili pada kontejnera prilikom manipulacije, međutim, roba može biti dovoljno zaštićena od loma tako da posledice ovog događaja mogu da budu limitirane ili zanemarljive.

Cilj menadžmenta rizika je da se istovremeno smanje verovatnoća pojave rizika i posledice, što u praksi često nije moguće u potpunosti sprovesti, već je upravljačka odluka u najvećem broju slučajeva usmerena ka jednom od ovih parametara. U određenim slučajevima nije moguće značajno uticati ni na smanjenje uzroka ni posledica rizika, i biraju se alternativne upravljačke odluke ili strategije.

2.3.3.6. Implementacija planova i postupaka za sanaciju rizika

Ova strategija podrazumeva donošenje odluka u vezi temeljne pripreme sistema pre nastanka rizika na osnovu analize svih ustanovljenih parametara rizika, i primenu istih u slučajevima kada određeni rizici počinju da deluju na sistem. Postupak sanacije rizika podrazumeva aktiviranje alternativnih planova i rešenja kojima se rizik svodi na prihvatljiv nivo, odnosno finansijski prihvatljivu veličinu. Na primer, ukoliko se desi poremećaj u vezi sa distribucijom robe (npr. komponenata i sl.) železničkim

transportom, jedno od alternativnih rešenja je avio prevoz, koji podrazumeva povećanje troškova, međutim navedeni troškovi mogu biti značajno manji od posledica rizika neisporuke i ostalih pratećih posledica. Postupci za sanaciju rizika predstavljaju poslednju meru zaštite sistema od gubitaka tj. meru koja se aktivira kada su sve druge metode menadžmenta rizicima doživele neuspeh ili ograničeni uspeh.

2.3.3.7. Prilagodavanje sistema rizicima

Ova strategija podrazumeva fleksibilnost kod donošenja upravljačkih odluka u odnosu na vanredne okolnosti koje determinišu rizik (najčešće u odnosu na okolnosti koje karakterišu okruženje). U slučaju pojave određenih poremećaja ili rizičnih događaja, neophodno je donošenje trenutnih, alternativnih rešenja, koja moraju da budu unapred planirana i koja mogu prevesti sistem iz nepoželjnog u prihvatljivije ili stabilnije stanje. Na primer, u slučaju smanjenja ili otkaza tražnje za određenom robom, mogu se doneti privremena rešenja koja će omogućiti smanjenje gubitaka i troškova, tako da logistički sistem prevaziđe trenutni problem i njegovo poslovanje ostane profitabilno. Efikasno prilagodavanje sistema u odnosu na nastupajuće rizike iz okruženja doprinosi obezbeđenju komparativne prednosti u odnosu na konkurenciju.

2.3.3.8. Promena poslovnog okruženja

Promena poslovnog okruženja se primenjuje u uslovima stalnog izvora problema u funkcionisanju sistema i stalnog prostora za realizaciju predvidivih i nepredvidivih rizika. Po pravilu, ova strategija se koristi retko i važi za nestabilna politička i ekonomska tržišta. S druge strane, rizično poslovno okruženje je često prisutno u regionima gde su niži troškovi poslovanja (npr. logistički troškovi, troškovi radne snage, troškovi mera obezbeđenja, energije itd.). U takvim slučajevima, poslovni sistem ima mogućnost da se adekvatno organizuje i prilagodi realnosti ili da promeni poslovno okruženje, birajući ono koje je manje izloženo rizicima. Delatnost u okviru rizičnog poslovnog okruženja ili traženje novog, manje rizičnog okruženja, predstavljaju strateške odluke poslovnih sistema, koje su često bazirane na principima proaktivnog menadžmenta rizicima i *cost-benefit* analizi.

2.3.3.9. Prenos ili podela rizika sa drugim subjektom

Prenos ili podela rizika podrazumeva donošenje odluke na osnovu koje se određeni rizici ili njihovi delovi prenose onom subjektu ili instituciji koja je spremna da ih prihvati. Prema *Lambert i Cooper* (2000) ključna komponenta menadžmenta lanaca snabdevanja je podela rizika i koristi (dobiti, profita) između elemenata logističkog sistema ili lanca snabdevanja. Logistički sistemi najčešće prenose ili dele rizik u situacijama kada se proceni da postoji nizak kapacitet samostalnog saniranja posledica kao i kada su procenjeni troškovi prenosa ili podele rizika niži od troškova alternativnog menadžmenta rizika. U logističkim sistemima rizik se često prenosi sa jednog na drugog subjekta. Na primer, ugovorom o brodskom prevozu mogu se precizno odrediti prava i odgovornosti za slučaj pomorskih nezgoda, gubitka i oštećenja robe, odnosno odgovornost u slučaju realizacije rizika. To znači da se rizik može preneti odgovarajućim ugovorom kojim se precizira odgovornost između subjekata transportnog procesa. Spremnost logističkog sistema da prenese i podeli rizik sa drugim subjektima zavisi od mnogo faktora kao što su relativni kapacitet i finansijska snaga logističkog sistema, poslovna politika (stav logističkog sistema o riziku, tolerancija u odnosu na potencijalne rizike), informisanost i znanje o izloženosti rizicima i dr. Rizici kojima su izloženi logistički sistemi mogu se preneti na druge subjekte npr. angažovanjem podugovarača u određenom segmentu procesa, odnosno putem autorsinga određenih delova procesa ili aktivnosti, uz ugovorno plaćanje odštete u slučaju prekoračenja vremena isporuke, isporuke robe neodgovarajućeg kvaliteta i dr.

Jedna od najzastupljenijih metoda prenosa rizika od jednog subjekta ka drugom je putem institucije osiguranja. Osiguravač takođe često vrši podelu ili prenos viška rizika. Ukoliko je primljeni rizik za određenu osiguravajuću kuću veći od njenih finansijskih kapaciteta, osiguravajuća kuća rizik deli sa drugim osiguravajućim kućama (putem instituta saosiguranja) ili prenosi višak rizika reosiguravajućim kućama (putem mehanizama reosiguranja). Transportne rizike po pravilu pokrivaju osiguravajuće kompanije ili druge institucije koje pružaju zaštitu od rizika kao što su npr. „*Klubovi za zaštitu i naknadu*“ (engl. *Protecting & Indemnity Clubs - P&I*) (više o ovoj oblasti *Dunt*, 2009; *Pavić*, 2012; *Tomašić*, 1987). Na primer, danas je oko 90% svetske trgovačke pomorske i rečne flote učlanjeno u *P&I* klubove, koji funkcionišu na bazi

solidarnog osiguranja od različitih odgovornosti u transportu, odnosno vrše međusobnu podelu rizika.

Najčešći vid osiguranja koji je karakterističan za pokriće rizika u logističkim sistemima ili procesima je transportno osiguranje, koje obuhvata širok spektar različitih vrsta i podvrsta ovog osiguranja. Pored svoje suštinske uloge, transportno osiguranje predstavlja pouzdan vid zaštite subjekata logističkog procesa zato što je, u određenim slučajevima, teško napraviti razgraničenja odgovornosti različitih subjekata logističkih procesa za nastale štete, obaveza kompenzacije štete i troškova oštećenoj strani. U svetskoj praksi, koristi se različita terminologija u vezi osiguranja u transportu, logistici i lancima snabdevanja kao najširem pojmu (engl. *Transportation insurance*, *Marine insurance*, *Logistic insurance* i dr.). U određenim slučajevima osiguranje može samo delimično pokriti štete koje mogu pretrpeti kompleksni logistički sistemi, iz razloga što štete i troškovi nastali usled prekida kontinuiteta logističkih procesa mogu biti značajno veći od pojedinačnih ili zbirnih šteta koje mogu biti pokrivene osiguranjem. U lancima snabdevanja i logistici danas postoje i paketi osiguranja koji su namenjeni pokriću različitih kategorija rizika koji utiču na njihovo funkcionisanje, kao što je npr. osiguranje kontinuiteta poslovanja, osiguranje poremećaja u trgovini i druge slične vrste osiguranja (engl. *Business Interruption Insurance*, *Trade Interruption Insurance*, *Business Continuity Insurance*, *Supply Chain insurance* i itd.), koje si povezane sa menadžmentom kontinuiteta poslovanja (engl. *Business continuity management*, *BCM*) (Talas, 2007). Ova osiguranja podrazumevaju zaštitu od brojnih rizika poslovanja, npr. gubitka dobiti iz delatnosti (profita), različitih odgovornosti u odnosu na treća lica, ostvarenja katastrofalnih rizika i direktnih ili indirektnih posledica realizacije određenih transportnih rizika. Karakteristike rizika prisutnih u logističkim sistemima i procesima predodređuju vrstu i modalitete osiguranja. S obzirom na brojnost subjekata i kompleksnost logističkih sistema, postojanje mnoštva podsistema i relacija između subjekata, u praksi se u ovom segmentu kao instrument menadžmenta rizicima primenjuje veliki broj različitih imovinskih osiguranja. Prema Brown i ostali (2012) subjekti lanaca snabdevanja i logističkih sistema najčešće su pokriveni različitim vrstama osiguranja (tabela 2.3).

Tabela 2.3. Osiguranje u lancima snabdevanja i logistici

Uvoznik/Prevoznik • Osiguranje robe u transportu • Osiguranje od odgovornosti • Osiguranje carinskih potraživanja	Preduzeće • Osiguranje imovine • Osiguranje zaposlenih • Osiguranje odgovornosti za gubitak/čuvanje robe	Špediter • Osiguranje profesionalne odgovornosti • Osiguranje odgovornosti za robu • Osiguranje odgovornosti skladištara • Osiguranje interesa špeditera • Osiguranje robe u transportu (prenosivo)
Konsolidator robe • Osiguranje odgovornosti za ispravnost transportnih i skladišnih dokumenata u vezi sa robom u transportu	Odgovornost zaposlenih u lukama i terminalima • Osiguranje zaposlenih od nezgode • Osiguranje odgovornosti lučkih i terminalskih radnika • Osiguranje imovine i opšta odgovornost	Pomorski ili rečni prevoznik • Osiguranje plovila i odgovornosti • Osiguranje odgovornosti za štete prema trećim licima • Osiguranje odgovornosti po pravilima engleskih klubova (<i>P&I</i>) • Osiguranje robe u transportu (prenosivo)
Carinski organi • Osiguranje potraživanja • Osiguranje kredita • Osiguranje jemstva	Odgovornost luka i terminala • Osiguranje odgovornosti luka i terminala • Odgovornost skladištara • Osiguranje imovine i opšta odgovornost	Drumski prevoznici ili železnički prevoznici • Odgovornost drumskog i železničkog prevoznika za robu • Osiguranje interesa prevoznika • Osiguranje robe u transportu (prenosivo) • Osiguranje odgovornosti za štete prema trećim licima

Izvor: prilagođeno, Brown i ostali, 2012

Rizik koji deluje na logističke sisteme istovremeno pogađa osiguravajuće kuće i postoji zajednički interes da se on izbegne ili minimizira. Zbog navedenog razloga, kod većine neživotnih vrsta osiguranja veoma je važna komunikacija i razmena informacija o rizicima između klijenata i osiguravajućih kuća. Osiguravajuće kuće često sačinjavaju elaborate o rizicima koji su predmet osiguranja, uz predlog mera koje osiguranik treba da ispuni kao uslov pružanja osiguravajućeg pokrića. U određenim slučajevima one koriste istraživanja o rizicima koje je prethodno uradio poslovni sistem, primenom određene metode za analizu i ocenu rizika. Takođe, osiguravajuće kuće često finansiraju preventivne mere koje doprinose smanjenju rizika u poslovnim sistemima i koordiniraju i kontrolišu sprovođenje ovih mera u cilju minimizacije rizika. Sveobuhvatne informacije o rizicima služe kao osnov za utvrđivanje uslova osiguravajućeg pokrića, premija osiguranja, različitih ograničenja pokrića, isključenja iz osiguranja i dr. Zbog navedenih činjenica menadžment rizicima u osiguranju i menadžment rizicima u

logističkim sistemima često se zasniva na sličnim principima, metodama ili postupcima. Razlika se ogleda u pristupu u odnosu na rizike, uglu posmatranja rizika, interesima zainteresovanih strana u vezi rizika i principima, metodama ili mehanizmima upravljanja rizicima.

3. METODE I TEHNIKE ANALIZE I OCENE RIZIKA

U teoriji i praksi postoji terminološka neusklađenost u vezi kategorizacije brojnih metoda za identifikaciju, analizu i ocenu rizika, koje se često nazivaju alati, tehnike, metodologije, procedure, studije i dr. Brojni autori navedene metode označavaju i karakterišu u zavisnosti od lične percepcije, karakteristika i specifičnosti posmatranog sistema, pouzdanosti parametara ocene rizika, mogućnosti precizne kvantifikacije rizika i dr. U oblasti menadžmenta rizicima često se sreću i pojmovi okviri, standardi, procedure, pristupi, instrukcije i dr. Navedeni termini obuhvataju širok raspon aktivnosti u cilju pripreme i realizacije procesa analize i ocene rizika kao i prezentovanja i dokumentovanja rezultata. Prema Waters (2007) postoji širok spektar metoda za identifikaciju i analizu rizika u lancima snabdevanja, koje se primenjuju u zavisnosti od više činilaca kao što su:

- raspoloživi podaci o posmatranom sistemu, nivo, pouzdanost i kvalitet informacija,
- kompleksnost sistema, dinamičnost, broj podsistema, odnos između podsistema,
- raspoloživi podaci o ponašanju sistema u prošlosti i očekivani razvoj sistema u narednom periodu,
- stručnost i znanje menadžera za upravljanje rizicima, uticaji okruženja i dr.

Najčešća, gruba podela metoda i tehnika za analizu rizika je na kvalitativne, polukvantitativne i kvantitativne (Cagliano i ostali, 2012; Mullai, 2004, 2006). Cagliano i ostali (2012) navode brojne primere klasifikacije metoda i tehnika analize rizika po navedenoj podeli, koju različiti autori tumače na različite načine. *Kvalitativne tehnike i metode* (engl. *Qualitative methods*) za analizu rizika koriste stručno mišljenje, znanje ili iskustvo ljudi u cilju identifikacije parametara rizika. Ove tehnike i metode podrazumevaju:

- definisanje širine posmatranja problema,
- definisanje prirode rizika, opis karakteristika rizika,
- sagledavanje uticaja na sistem i okruženje,
- opis scenarija potencijalnih posledica,
- identifikaciju subjekata koji su izloženi rizicima,
- definisanje ciljeva i metoda menadžmenta rizicima i dr.

Polukvantitativne tehnike i metode (engl. *Semi/quasi quantitative methods*) su bazirane na nedovoljno preciznim, nepotpunim ili nereprezentativnim statističkim parametrima i najčešće su zasnovane na subjektivnosti ocene od strane eksperata. Međutim, u određenim slučajevima, ove metode omogućuju dobijanje kvantitativnih vrednosti pojedinih parametara rizika, koje mogu biti relativno pouzdane. *Kvantitativne tehnike i metode* (engl. *Quantitative methods*) za analizu rizika se najčešće oslanjaju na numeričke i statističke metode i baze podataka na osnovu kojih se dobijaju egzaktna vrednosti ocenjenog rizika. U praksi se teško može odrediti jasna granica između polukvantitativnih i kvantitativnih tehnika i metoda, i razgraničenje ovih metoda brojni autori iz oblasti lanaca snabdevanja i logistike prikazuju na različite načine (više o ovoj oblasti *Cagliano i ostali*, 2012).

U literaturi iz oblasti menadžmenta rizicima se često sreće pojam *okvir procene rizika* (engl. *Risk Assessment Framework*), iako se koriste i drugi termini kao što su standardi, procedure, pristupi, instrukcije i dr. (*Mullai*, 2004, 2006). Navedeni pojam obuhvata širok raspon aktivnosti u cilju pripreme i realizacije procesa analize i ocene rizika kao i prezentovanja i dokumentovanja rezultata. Takođe, pojam *okvir procene rizika* uključuje procese odlučivanja, planiranja i implementacije strategija i mera upravljanja rizikom. Najčešće korišćeni okviri ocene rizika u logistici i lancima snabdevanja su *Formalna procena bezbednosti* (engl. *Formal Safety Assessment - FSA*), *Studija bezbednosti* (engl. *Safety Case - SC*), *Sistem izračunavanja rizika pomorske nezgode* (engl. *Marine Accident Risk Calculation System - MARCS*), *USCG smernice za donošenje odluka zasnovane na riziku* (engl. *USCG Risk - Based Decision - making Guidelines - RBDM*), *Okvir procene rizika za sistem bezbednog upravljanja u pomorstvu* (engl. *Risk Assessment Framework for Maritime Safety Management System*) i dr.

Detaljne informacije o metodama identifikacije, analize i ocene rizika su date u brojnim publikacijama i autorskim radovima (*Brown*, 1993; *Ellis*, 2002; *Sii i ostali* 2001; *Mullai*, 2006; *Hong i Dugan*, 2004; *Ayyub i ostali*, 2002; *Piccinini i Ciarambino*, 1997; *Dhillon*, 2011; *Raz i Hillson*, 2005). U tabeli 3.1. je prikazana konsolidovana lista metoda za identifikaciju i analizu rizika. Međutim, prema različitim tumačenjima i klasifikacijama

koje predlažu drugi autori, navedena lista sadrži različite kvalitativne, polukvantitativne i kvantitativne metode za analizu rizika.

Tabela 3.1. Konsolidovana lista metoda za identifikaciju rizika

▪ Analiza pretpostavki	▪ Ispitivanje ranjivosti i slabosti	▪ Promptna lista rizika
▪ Benčmarking	▪ Pregled opasnosti	▪ Prototipovi
▪ Dijagram efekata i uzroka	▪ Analiza stabla otkaza - FTA	▪ Analiza stabla događaja - ETA
▪ Brainstorming	▪ Dijagram kontrole procesa	▪ Radionice za ocenu rizika
▪ Tehnološko tumačenje nivoa rizika	▪ Dijagram procesa	▪ “Šta-ako“ analiza (<i>What-if Analysis</i>)
▪ Metoda upitnika	▪ Taksonomije	▪ Analiza promena
▪ Delfi metoda	▪ Detaljni pregledi (<i>Peer review</i>)	▪ Analiza scenarija
▪ Tehnike dijagrama	▪ SWIFT analiza	▪ Analiza performansi akcionara
▪ Pregled dokumentacije	▪ Istraživanje incidenata	▪ Strukturirani intervjui
▪ Pregled drugih projekata	▪ Dijagrami uticaja i efekata	▪ Analiza korena uzroka
▪ Ispitivanje iskustva u sličnim organizacijama	▪ Intervjui	▪ Tehnike sistemskog inženjeringa
▪ Studija opasnosti i operabilnosti (<i>HAZOP</i>)	▪ Učenje lekcija o ponašanju rizika	▪ SWOT analiza (snage, slabosti mogućnosti i pretnji)
▪ Analiza načina i efekata otkaza (<i>FMEA</i>)	▪ Dijagram događaja i uzročnog faktora	▪ Metode ekspertske ocene rizika ili ekspertske mišljenja
▪ Lista rizika	▪ Matrica verovatnoće i posledica	▪ Prethodno iskustvo
▪ Generička kontrolna lista rizika	▪ Lična opservacija	▪ Tehnika nominalnih grupa rizika
▪ Pareto analiza	▪ Monitoring projekata	▪ Modeliranje i testiranje
	▪ Preliminarna analiza opasnosti	
	▪ Preliminarna analiza rizika	

Izvor: prilagođeno, Raz i Hillson, 2005

Metode za identifikaciju i analizu rizika se zasnivaju na prikupljanju podataka od eksperata prema utvrđenoj proceduri i formi, nakon čega se definiše skup mogućih rešenja, kao osnov za donošenje upravljačkih odluka. Uopšteno, pod ekspertskim vrednovanjem parametara sistema ili procesa podrazumeva se kompleks logičkih i analitičkih postupaka usmerenih na dobijanje informacija od eksperata i na analizu tih informacija u cilju što objektivnijeg rešenja problema. Izbor načina formalizacije i strukturiranja ekspertskih informacija zavisi od cilja i zadataka ekspertize kao i mogućnosti implementacije dobijenih informacija u odgovarajući formalizovan dokument, model ili softver.

U praksi se koriste različite metode za identifikaciju i analizu rizika u lancima snabdevanja i logističkim sistemima i procesima, koje se mogu okarakterisati kao kvalitativne metode. Načešće zastupljene metode su:

- *Lista rizika* (engl. *Hazard Checklist - HC*) (Mullai, 2006; HSE, 2001),

- *Dijagram efekata i uzroka* (engl. *Cause-and-Effect Diagrams*) (Waters, 2007; Lin i Zhou, 2011),
- *Pareto analiza* (engl. *Pareto analyses*) (Waters, 2007),
- *Preliminarna analiza opasnosti* (engl. *Preliminary Hazard Analysis - PrHA*) (Mullai, 2006; Wang i ostali, 2009),
- *Preliminarna analiza rizika* (engl. *Preliminary Risk Analysis - PrRA*) (Ayyub i ostali, 2002; Mullai, 2006),
- *“5 zašto”* (engl. *“5 Why's technique”*) (Waters, 2007),
- *Analiza scenarija* (engl. *Scenario Analysis*) (Goodwin i Wright, 1998),
- *Studija opasnosti i operabilnosti* (engl. *Hazard and Operability Study - HAZOP*) (Ayyub i ostali, 2002; Mullai, 2006; HSE, 2001),
- *Analiza promena* (engl. *Change Analysis - ChA*) (Ayyub i ostali, 2002; Mullai, 2006), *“Šta-ako” analiza* (engl. *What-if Analysis*) (Mullai, 2006),
- *Dijagram događaja i uzročnog faktora* (engl. *Event and Causal Factor Charting - ECFCh*) (Mullai, 2006; Buys i Clark, 1995),
- *Metoda ekspertske ocene rizika ili Metoda ekspertskog mišljenja* (engl. *Experts Judgement methods, Expert Opinion methods i sl.*) (Waters, 2007; Bowman i Ash, 1987),
- *SWIFT analiza* (engl. *Structured What-if Analysis*) (Mullai, 2006; HSE, 2001),
- *Delfi metoda* (engl. *Delphi method*) (Waters, 2007) i druge.

Primenom različitih metoda i modela za identifikaciju i analizu rizika mogu se dobiti lingvistički, opisni ili jasni, numerički parametri visine rizika posmatranog sistema ili procesa. U praksi se često sreće problem objektivne ocene, odnosno kvantifikacije rizika. Brojni autori metode kvantifikacije rizika dele na statističke (metode zasnovane na verovatnoći) i nestatističke (ili determinističke metode) (Kirchsteiger, 1999; Aven i ostali, 2014). Preduslov precizne ocene rizika je objektivna i sistematska kvalifikacija i klasifikacija rizika i uspostavljanje odgovarajućeg sistema prikupljanja i struktuiranja podataka za analizu, u zavisnosti od dostupnih informacija i/ili raspoloživih resursa. Međutim, u cilju ocene težina pojedinih elemenata rizika ili ukupnog rizika sistema ili procesa u praksi se često pored statističkih podataka koriste i subjektivne ocene eksperata kao i informacije o rizicima iz različitih publikacija, studija, literature iz oblasti rizika kao i drugih raspoloživih izvora podataka.

3.1. Statističke metode i modeli ocene rizika

Najpreciznije su metode zasnovane na *Zakonu velikih brojeva*, odnosno na statističkim parametrima i reprezentativnom statističkom uzorku iz baze istorijskih podataka koja se vezuje za posmatrani događaj. U teoriji i praksi u segmentu ocene rizika često kombinuju statistički podaci i podaci koji su bazirani na odgovarajućim nestatističkim parametrima ili pretpostavkama. Međutim, ukoliko su svi posmatrani parametri rizika zasnovani na reprezentativnom statističkom uzorku, postiže se visoka pozdanost statističke ocene.

Zakon velikih brojeva se primenjuje i u osiguranju, u slučajevima kada su ispunjene osnovne aktuarske pretpostavke. Prema stavu američke akademije aktuara (*American Academy of Actuaries*, 1980) statističko posmatranje rizika podrazumeva sledeće pretpostavke:

- **Homogenost.** Homogenost rizika predstavlja jednakost ili sličnost karakteristika rizika koji pripadaju istoj klasi. Homogene rizike je moguće posmatrati kao jedinstven skup kod formiranja odgovarajućeg statističkog uzorka u procesu analize i kvantifikacije rizika.
- **Kredibilnost.** Osnovni statistički princip je da što veći broj observacija određenih pojava predodređuje veću tačnost statističke ocene realizacije budućih pojava. Ponavljanje i brojnost događaja su parametri koji su potrebni pri utvrđivanju određenih zakonitosti realizacije događaja. Rizike koji se događaju veoma retko nije moguće oceniti statističkim metodama, već se mogu koristiti alternativne, nestatističke metode za ocenu rizika.
- **Prediktivna stabilnost.** Važna pretpostavka kod ocene određene klase rizika je njena predvidivost, odnosno nepromenljivost u budućem periodu. Prediktivna stabilnost ponašanja rizika podrazumeva da se njegove karakteristike neće značajno menjati, čime se obezbeđuje preciznost statističkog ocenjivanja. Međutim, jedna od osnovnih karakteristika rizika, naročito u dinamičkim sistemima, je da se oni menjaju u prostoru i vremenu usled različitih internih ili eksternih uzroka. U logističkim sistemima i procesima postoje brojni rizici koji se ne mogu smatrati stabilnim. Usled nestabilnosti određenih parametara logističkih procesa (npr. promenljivost tehnoloških osobina robe

u procesu transporta ili skladištenja i dr.), usled promenljive rizičnosti u određenim razdobljima (npr. sezonski uticaj na visinu rizika, uticaj klimatskih faktora, uticaj političkih faktora i sl.), često nije moguće obezbediti prediktivnu stabilnost kao kriterijum statističkog ocenjivanja rizika.

Osnovni problem pri preciznom merenju visine rizika je što se pojedini rizici javljaju veoma retko. Takođe, pojedini rizici mogu biti prisutni u poslovnom sistemu ali se do momenta njihove ocene nisu realizovali u praksi (npr. rizik požara u skladištu, rizik eksplozije, rizik poplave i dr.). Ako se za ograničeno vreme u kome se prati rizik odabere samo jedna godina, u tom periodu posmatrani rizik se ne mora realizovati, ili se može realizovati samo jednom. To bi značilo da za formiranje dovoljnog broja ulaznih parametara za ocenu konkretnog rizika treba da prođe više godina, što je često nemoguće sprovesti u praksi. Takođe, posmatrani rizik se protokom vremena može promeniti ili npr. ostaviti niz drugih pratećih posledica koje se kumuliraju u odnosu na primarni rizik (npr. gubitak zarade i reputacije, gubitak tržišta, zastoji u proizvodnji, dodatni troškovi, nematerijalne štete i dr.).

S obzirom na činjenicu da su logistički procesi često kompleksni, da postoji veoma veliki broj elemenata i podelemenata rizika kao i da postoji njihova interakcija, najčešće je nemoguće precizno oceniti ukupnu rizičnost posmatranog logističkog procesa. Iz navedenih razloga, kod ocene rizika transporta konkretne robe koja predstavlja predmet logističkog procesa, često je potrebno izvršiti istovremeno posmatranje (objedinjavanje) više sličnih homogenih grupa roba u cilju obezbeđenja što je moguće većeg statističkog uzorka. Kod učestalih transporta homogenih grupa roba (npr. domaći drumski transport, na dnevnom nivou, na ustaljenim koridorima i uz standardizovane logističke operacije utovara, istovara i primopredaje robe) relativno je lako izvršiti analizu i ocenu rizika i postići visok stepen pouzdanosti ocene. S druge strane, kod transporta određenih homogenih grupa roba koji se retko realizuje (npr. pomorskog transporta), sa frekvencijom ponavljanja od nekoliko puta godišnje, na različitim pomorskim rutama, sa različitim karakteristikama plovnog objekta kojim se roba prevozi, pod različitim klimatskim i plovidbenim uslovima i dr., nemoguće je oceniti rizik sa dovoljnom pouzdanošću.

U praksi, kada je to moguće, koriste se različite statističke metode i modeli za ocenu rizika. Izbor odgovarajuće metode zavisi od brojnih parametara, kao što su karakteristike i specifičnosti posmatranog sistema, troškovi, kadrovski resursi, raspoloživo vreme za analizu i ocenu rizika, interna i eksterna ograničenja i dr. U određenim slučajevima paralelno se primenjuju statističke i nestatističke metode ocene rizika. Najčešće zastupljene statističke metode za ocenu rizika su:

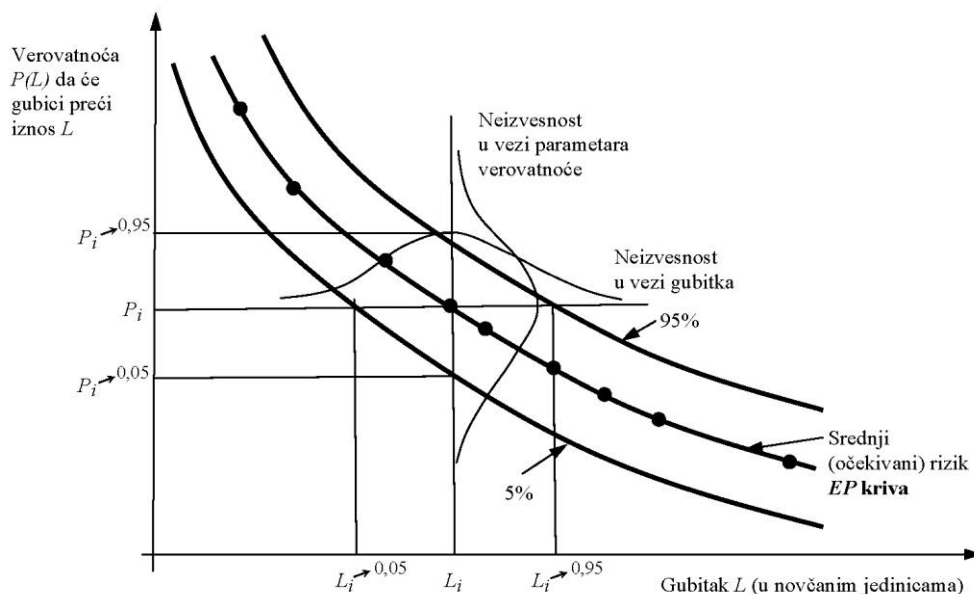
- **Metode zasnovane na stohastičkoj simulaciji** (engl. *Stochastic Simulation, Monte - Carlo Simulation*) omogućuju dobijanje jasnih, kvantitativnih pokazatelja visine rizika u posmatranom logističkom sistemu. Često se primenjuju u praksi u lancima snabdevanja i logistici, kao i u drugim oblastima u tehnici, ekonomiji, osiguranju i dr. (više o ovoj oblasti *Herzog i Lord, 2002; Schmitt i Singh, 2009*). Metode stohastičke simulacije podrazumevaju modeliranje određenih parametara sistema u definisanom vremenu i računarsku obradu definisanih ulaznih podataka. Pomoću ovih metoda mogu se simulirati pojedini parametri rizika ili ukupni rizici sistema kao i složeni stohastički procesi, kao što su logistički procesi. Temelj ocene konkretnog rizika ili ukupnog rizika određenih procesa predstavljaju zakoni i metode verovatnoće i matematičke statistike koje zahtevaju postojanje potrebnog skupa podataka za statističku obradu. Zbog stohastičkog karaktera rizika, ove metode se primenjuju u svim slučajevima gde je to moguće, jer pružaju najpreciznije podatke potrebne za kvantifikaciju rizika. Veliki problem kod primene ovih metoda predstavlja način i kvalitet prikupljanja statističkih podataka kao i obezbeđenje reprezentativnog uzorka.
- **Metode i modeli zasnovani na Lancima Markova** (engl. *Markov Chain models*) se najčešće primenjuju kod hronološke analize potencijalnih grešaka, smetnji i otkaza koje su u vezi sa uzrokom nastanka poremećaja, i uticaja poremećaja na logistički sistem ili lanac snabdevanja (*Bemeleit i ostali, 2005*). U oblasti procene rizika logističkih sistema, Lanci Markova mogu omogućiti izbor alternativnih rešenja problema u vezi analize i kvantifikacije rizika u različitim, povezanim fazama procesa, i sa odgovarajućim raspodelama verovatnoća događaja za svaku fazu. Ove metode mogu pružiti odgovarajuća rešenja u vezi izbora mogućih scenarija događaja koji čine lanac snabdevanja. *Gurning i Cahoon (2009)* predlažu pristup modeliranja

poremećaja lanca snabdevanja pšenice u pomorskom transportu pomoću Lanaca Markova.

- **Mrežne metode i modeli, Teorija grafova** (engl. *Networks methods, Network models, Graph theory*) se takođe koriste kod ocene rizika u lancima snabdevanja i logističkim sistemima (Waters, 2007). Lanci snabdevanja ili logistički sistemi se često opisuju kao mreže povezanih čvorova ili podsistema, koji su izloženi rizicima u samim čvorovima ili u međusobnim vezama. Postoji veoma veliki broj naučnih studija, radova i primenjenih rešenja u vezi problema materijalnih i informacionih tokova kroz mreže, što se povezuje sa rizikom. Pomoću mrežnih modela i metoda mogu se dobiti optimalna rešenja koja se tiču npr. maksimalnog kapaciteta robe koja može proteći kroz mrežu ili najkraćeg puta kroz mrežu u uslovima funkcionisanja svih komunikacija, kao i u slučaju otkaza pojedinih delova mreže.
- **Metoda kvantitativne analize rizika** (engl. *Quantitative Risk Analysis Method, Quantitative Risk Assessment Method - QRA*) je bazirana na preciznoj identifikaciji i kvantifikaciji rizika. Često se koristi za analizu rizika kod transporta opasnih materija, rizika u lukama i terminalima, u energetsom sektoru (gasnim i naftnim sistemima i sl.), u hemijskoj industriji i dr. QRA se može opisati kao struktuiran proces koji služi za identifikaciju i analizu najznačajnijih rizika koji imaju uticaj na aktivnosti ljudi, njihovo okruženje i druge segmente privrede i društva koji su izloženi rizicima (više o metodi Ronza i ostali, 2006; Abrahamsson, 2002). Ova metoda je bazirana na statističkom modelu koji koristi veliki broj različitih skupova statističkih parametara koji determinišu ponašanje određenog sistema ili procesa i pruža potrebne informacije za izbor najpogodnije alternative.
- **Metoda analize verovatnoće nastanka rizika** (engl. *Probabilistic Risk Analysis Method - PRA*) je slična Metodi kvantitativne analize rizika, samo je detaljnija. To je sistematska metoda koja se koristi za ocenu rizika složenih inženjerskih sistema, u cilju iznalaženja odgovarajućih rešenja u vezi definisanja odgovarajućih procedura bezbednosti (više o metodi Bedford i Cooke, 2001). Koristi se za analizu rizika velikih industrijskih sistema kao što su elektroprivredni sistemi, infrastrukturni sistemi, nuklearni sistemi, kompleksni logistički sistemi i lanci snabdevanja i sl.

Ulazni parametri modela se ispituju veoma temeljno, a osnov za primenu često predstavljaju metode *Analiza stabla otkaza* i *Analiza stabla događaja*.

- **Metoda krive verovatnoće prekoračenja gubitka – EP kriva** (engl. *Exceedance Probability Curves, EP Curves*) je bazirana na određivanju verovatnoće da će određeni nivo gubitaka biti prekoračen (više o metodi Kunreuther, 2002). *EP kriva* omogućuje prikaz uticaja preduzetih mera u cilju smanjenja rizika i može poslužiti kao instrument sagledavanja nivoa rizika koji prelazi kapacitet koji poslovni sistem može samostalno da sanira. Konstrukcijom *EP krive* za određeni logistički sistem i konkretan rizik (npr. rizik oštećenja ili uništenja imovine sa katastrofalnim posledicama) mogu se kombinovati skupovi događaja koji su prouzrokovali gubitke, u cilju određivanja verovatnoća nastajanja gubitaka koji prekoračuju određeni nivo. Po svojoj prirodi *EP kriva* inkorporira verovatnoću pojave štetnih događaja i visinu gubitka, koja se izražava u novčanim jedinicama. Ova neizvesnost se grafički izražava na osnovu krive intervala pouzdanosti koji se kreće u rasponu između 5% i 95%, i iskazuje kao $L_i^{0,05}$ i $L_i^{0,95}$ sa središnom vrednošću L_i . Tako iskazana pouzdanost ukazuje da postoji 95% mogućnosti da će gubitak čija je verovatnoća p_i biti prekoračen. (slika 3.1.). Mnogo je lakše konstruisati *EP krivu* za događaje koji se češće ponavljaju u odnosu na retke događaje (npr. rizik terorizma, katastrofalnih prirodnih pojava i sl.). Kod rizika koji se realizuju sa malom verovatnoćom a koji imaju velike posledice, veći razmak između krivih označava veću disperziju slučajne promenljive, čime se ukazuje na viši nivo stohastičnosti rizičnih događaja.



Slika 3.1. Kriva verovatnoće prekoračenja gubitka

Izvor: Kunreuther, 2002

U praksi *EP kriva* se najčešće koristi za ocenu velikih ili katastrofalnih rizika, međutim može se primeniti kod ocene uobičajenih rizika u različitim oblastima uključujući lance snabdevanja, logističke sisteme, industriju osiguranja i dr.

- **Metoda analize stabla događaja** (engl. *Event Tree Analysis - ETA*) je analitička metoda koja je zasnovana na proceni mogućnosti da se određeni sekundarni štetni događaj može pojaviti u sistemu nakon pojave specifičnog uzročnog događaja. Analiza stabla događaja započinje inicijalnim događajem, pojačava se uticajem određenog elementa rizika i prouzrokuje realizaciju rizika kao konsekvencu vezanih događaja (više o metodi Ayyub i ostali, 2002; Mullai, 2006). Konačni rezultat niza događaja čini ukupno stanje koje je rezultat konkretnog scenarija događaja. Grafičkim prikazom stabla događaja predstavlja se pokretački događaj (nastanak otkaza koji uzrokuju događaje sa neželjenim posledicama), vrste bezbednosnih mera (sigurnosni/zaštitni sistemi, ljudske aktivnosti koje sprečavaju pokretačke događaje i dr.) i scenario negativnih događaja (specifični putevi eskaliranja pokretačkih događaja u krajnje događaje sa neželjenim posledicama).
- **Metoda analize stabla otkaza** (engl. *Fault Tree Analysis – FTA*) se bazira na ispitivanju svih potencijalnih događaja koji vode do kritičnog događaja i predstavlja

grafički prikaz ili dijagram koji prikazuje kako sistem može otkazati. Analiza stabla otkaza je logički model kojim se predstavljaju moguće kombinacije događaja koje dovode do otkaza sistema. Sam proces analize polazi od definisanja neželjenog događaja koji se razvija u njegove uzročne događaje, koji predstavljaju ulazne parametre za događaj na višem hijerarhijskom nivou. Za razliku od metode Analiza stabla događaja, Analiza stabla otkaza omogućuje identifikaciju i analizu uzroka i faktora koji doprinose realizaciji rizika i prikazuje logičke odnose i veze koristeći „logiku unazad“ (više o metodi Ayyub i ostali, 2002; Mullai, 2006). Analiza stabla otkaza je metoda koja se koristi za prikaz veza između elemenata i događaja u sistemu, kao što su spoljni događaji, otkazi opreme, ljudske greške, uslovi koji dovode do specifičnih nezgoda i dr.

- **Metoda analize načina i efekata otkaza** (engl. *Failure Mode and Effect Analysis - FMEA*) je metoda koja se koristi u cilju analize sistema ili njegovih komponenata koje mogu dovesti do problema u funkcionisanju celokupnog sistema. Najvažniji postupci ove analize su: identifikacija uzroka nastanka rizika i dodatnih faktora; opis ustanovljenih sigurnosnih mera, identifikacija stvarnih i potencijalnih efekata, spisak preporuka za upravljanje rizikom i dr. Metodom *FMEA* se sistematski identifikuju mogući tipovi grešaka i otkaza u sistemu, nakon čega se sagledava njihov uticaj na njegovo funkcionisanje. Metoda polazi od pretpostavke da je otkaz nastao u sistemu ili elementu sistema povezan sa određenim mehanizmom otkaza. Na osnovu te pretpostavke procenjuje se efekat posmatranog otkaza na druge sisteme (Ansell i Wharton, 1995). Metoda se zasniva na analizi svih aktivnosti u lancima snabdevanja ili logističkim sistemima i analizi načina na koji određeni element sistema može otkazati, što se evidentira u određenoj formi (npr. registru rizika).

3.2. Metode i modeli zasnovani na „mekoj“ matematici

Metode i modeli zasnovani na „mekoj“ matematici (engl. *Soft Mathematics, Soft Computing*) su zasnovani na intuiciji i znanju stručnih lica, nepreciznim statističkim ili empirijskim podacima. Ove metode se veoma često koriste kod menadžmenta rizicima u različitim oblastima, uključujući lance snabdevanja, logistiku, osiguranje i dr. Fazi skupovi i fazi logika (engl. *Fuzzy Sets* i *Fuzzy Logic*) u određenim slučajevima mogu

predstavljati bolje rešenje od stohastičkih metoda za situacije kada se, čak i nakon temeljne analize dostupnih statističkih podataka, ne mogu u potpunosti predstaviti ili rešiti sve neizvesnosti. Ove metode se koriste u slučajevima kada postoji problem visoke kompleksnosti sistema, u slučajevima postojanja brojnih uticajnih parametara, kada postoje posebne specifičnosti rizika u sistemu itd. Teorija fazi skupova i fazi logike omogućuje korišćenje subjektivnih ocena izraženih pomoću neodređenih pojmova, relacija i iskaza za opisivanje problema, izbor alternativa u cilju donošenja odluke, formulaciju neodređenih opisa pomoću fazi promenljivih i predstavljanje izlaznih rezultata pomoću jezičkih pojmova i relacija ili u obliku jasnih kvantitativnih preporuka. Zbog navedenih razloga metode za ocenu rizika zasnovane na fazi logici mogu se okarakterisati i kao polukvantitativne i kao kvantitativne metode (više o teoriji fazi skupova i fazi logike u publikacijama Zadeh 1965, 1994; Zimmermann, 2001; Zhang i Liu, 2006).

Metode fazi skupova i fazi logike su našle široku primenu kod ocene rizika u različitim oblastima menadžmenta rizika u logistici. Li i ostali (2012, 2013) su razvili modele za menadžment rizika u pomorskom transportu nafte. Namee i ostali (2012) su predložili pristup modeliranja rizika transporta opasnih materija.

Metode fazi skupova i fazi logike su takođe našle široku primenu kod ocene rizika i drugih segmenata teorije i prakse osiguranja. Veoma često u manjim osiguravajućim kućama postoji problem obezbeđenja reprezentativnih statističkih parametara potrebnih za preciznu kvantifikaciju rizika. Takođe, u praksi se često postavlja pitanje ispravnosti načina i postupaka strukturiranja posmatranog problema kao i subjektivnog tumačenja rezultata eksperimenta. Zimmerman (2001) daje sveobuhvatan prikaz primena fazi skupova uključujući tretiranje neizvesnosti usled nedostatka informacija, koje generišu rizike u procesu odlučivanja. Derrig i Ostaszewski (1999) takođe daju prikaz mogućnosti primene fazi skupova u segmentu klasifikacije faktora rizika, kao i drugim oblastima aktuarstva. DeWit (1982) je eksplicitno naveo da se proces ugovaranja osiguranja sastoji od rizika i neizvesnosti koju klasična teorije verovatnoće ne može tačno opisati. Autor je naveo i ograničenja primene teorije fazi skupova, međutim smatra da postoji prostor za izračunavanje premije osiguranja na osnovu ove teorije za oblasti gde klasična teorija rizika nudi nedovoljne mogućnosti. Ebanks i ostali (1992)

koriste mere rasplinitosti skupova u cilju klasifikacije rizika životnih osiguranja, kao uvod u potencijalno preuzimanje rizika u osiguranje i formiranje cena osiguranja. Veći broj autora (*Ostaszewski*, 1993; *Shapiro* 2004, 2005, 2007; *Lemaire* 1990; *Cummins* i *Derrig*, 1993 i drugi) su primenili teoriju fazi skupova za klasifikaciju elemenata osiguranja kao npr. klasifikaciju rizika životnih i neživotnih osiguranja, klasifikaciju rizika i šteta, klasifikaciju načina prevara i zloupotreba u osiguranju, klasifikaciju rizika povrede na radnom mestu, klasifikaciju indeksa invaliditeta, grupisanje lica po starosti u opštem osiguranju i dr. *Ostaszewski* (1993) je istakao da klasifikacija rizika u osiguranju često pribegava nejasnim i neizvesnim kriterijumima, kao što su npr. „*oblast visokog rizika*“ ili „*oblast niskog rizika*“ i sl. On je istakao da je nedostatak aktuarski pravične klasifikacije rizika ekonomski ekvivalentan diskriminaciji cena u korist visoko rizičnih pojedinaca i predložio stvaranje metoda klasifikacije rizika na osnovu algoritma kojim se definiše srednja vrednost odgovarajuće klase rizika u osiguranju. Brojni autori su koristili teoriju fazi skupova u segmentu preuzimanja rizika, odnosno procesa na osnovu kojeg osiguravač utvrđuje koje rizike treba prihvatiti, kao i uslove prihvatanja i visine prihvaćenih rizika. *Shapiro* (2004, 2005, 2007) u svojim radovima daje široki pregled mogućnosti primene fazi logike u osiguranju u segmentima anderrajtinga, ocene rizika i određivanja premije osiguranja, klasifikacije rizika, projektovanja obaveza osiguravača iz zaključenih osiguranja, investicija, alociranja finansijskih resursa i dr. *Lemaire* (1990) je predložio metodologiju primene fazi logike kod preuzimanje rizika, kao i fazi obračun premija i rezervi u osiguranju. *Cummins* i *Derrig* (1993, 1997) su predložili fazi aktuarske modele formiranja premija u odnosu na očekivan rizik. *Young* (1996) je objavila veći broj radova iz oblasti primene fazi skupova i fazi logike u teoriji rizika i osiguranju.

3.3. Metode višekriterijumske analize

Metode višekriterijumske analize (engl. *Multi-Criteria Decision Analysis*, *Multi-Criteria Decision Making*) se koriste za rešavanje kompleksnih problema u različitim segmentima odlučivanja, multiparametarskog vrednovanja, optimizacije različitih procesa i dr. Metode pružaju izbor najbolje alternative iz skupa mogućih ili dostupnih alternativa (više o metodama *Hwang* i *Kwangsun*, 1981; *Ishizaka* i *Nemery*, 2013). Proces višekriterijumske analize podrazumeva definisanje kriterijuma, atributa i ciljeva

kod modeliranja bilo kog problema višekriterijumskog vrednovanja usvojenih alternativa u cilju rešavanja određenog problema. Metode višekriterijumske analize definišu kriterijume kao meru performansi u cilju ocene odgovarajuće alternative, atributi predstavljaju karakteristike alternativa, dok su ciljevi vrednosti koje treba dostići u potpunosti, odnosno oni predstavljaju indikaciju željenog pravca promena. Danas se koriste u raznim oblastima menadžmenta, ekonomije i tehnike a veoma su zastupljene i u segmentu analize i ocene rizika u logistici. Takođe, veliki broj metoda i tehnika višekriterijumske analize našao je primenu u osiguranju. Najčešće zastupljene metode višekriterijumske analize su *Analitički hijerarhijski proces* (engl. *Analytic Hierarchy Process, AHP*) (Saaty, 1987, 2008), *Analitički mrežni proces* (engl. *Analytic Network Process, ANP*) (Moeinzadeh i Hajfathaliha, 2010), *TOPSIS* metoda (engl. *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) (Zheng, 2010), *DEMATEL* metoda (engl. *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*) (Chang i Cheng, 2011), *VIKOR* (Yang i ostali, 2009), *ELECTRE* (engl. *Elimination and Choice Translating Reality*) (Jafari, 2013), *PROMETHEE* (engl. *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) (Venkatesan i ostali, 2012). Takođe u praksi se koriste brojne modifikovane verzije koje integrišu teoriju fazi logike i metode višekriterijumske analize kao što su *Fazi analitički hijerarhijski proces* (*Fuzzy Analytic Hierarchy Process – FAHP*) (Buchmeister i ostali, 2006; Faisal, 2009; Nan i ostali, 2009), *Fazi analitički mrežni proces* (*Fuzzy Analytical Network Process, FANP*) (Rikhtehgar i Anantharaman, 2011), *Fuzzy PROMETHEE* (Moradpour i ostali, 2011), *Fuzzy Topsis* (Rikhtehgar i Anantharaman, 2011), *Fuzzy ELECTRE* (Hatami-Marbini i ostali, 2013) i dr.

Veliki broj autora je primenio metode AHP i FAHP kod ocene rizika u različitim oblastima, uključujući logistiku. Gaudenzi i Borghesi (2006) primenjuju AHP metodu u oblasti menadžmenta rizika u lancima snabdevanja. Sii i ostali (2001) koriste fazi logiku i metodu AHP kod kvalitativnog modeliranja sigurnosti pomorskih sistema. Wang i ostali (2004) navode AHP kao jednu od naprednijih metoda kod procene rizika u pomorskom transportu. Wu i ostali (2006) predlažu model za analizu ulaznih tokova kod ocene rizika lanca snabdevanja kod nabavke robe, na osnovu rangiranja faktora rizika dobavljača, koji se zasniva na AHP metodi. An i ostali (2007) su primenili FAHP metodu kod procene rizika u železničkom transportnom sistemu. Vosooghi i ostali

(2012) koriste FAHP metodu u cilju razlaganja i kvantifikacije rizika kod lanaca snabdevanja sirove nafte. *Nan i ostali* (2009) su predložili FAHP metodu za procenu rizika nabavke kod lanca snabdevanja proizvodnog sistema. *Celik i ostali* (2009) primenjuju AHP i FAHP metode kod izbora registra pomorske plovidbe na osnovu strukture podataka u registrima, što predstavlja bitan segment menadžmenta pomorskog transporta.

Metoda AHP je našla široku primenu u različitim oblastima osiguranja. *McCaley-Bell i Badiru* (1996) su sproveli istraživanje u dve faze i razvili fazi ekspertske sistem baziran na lingvističkim promenljivama koji se koristi za predviđanje i kvantifikovanje rizika od povrede podlaktice i ruke na radnom mestu. Prva faza istraživanja se fokusirala na razvoj i predstavljanje lingvističkih promenljivih u cilju definisanja nivoa rizika i kvantifikaciju na osnovu fazi skupova. U drugoj fazi korišćen je Analitički hijerarhijski proces u cilju određivanja relativnih težina identifikovanih faktora rizika. *Kumar i Singh* (2011) predlažu metodologiju integracije tehnike obrade podataka kod proizvoda životnog osiguranja i AHP u cilju podrške u odlučivanju, koja je zasnovana na očekivanom riziku. U prvoj fazi autori primenjuju tehniku razvrstavanja klijenata prema godinama starosti i prihodu dok u drugoj fazi primenjuju AHP u cilju definisanja klastera klijenata i određivanja relativnih težina parametara rizika osiguravajućeg pokrića kod ocene adekvatnosti proizvoda osiguranja. *Hui i ostali* (2011) su predložili model menadžmenta rizika u osiguranju zasnovan na AHP metodi u segmentu ocene rizika i anderrajtinga motornih vozila. *Huang i ostali* (2007, 2008) predlažu hibridne modele za izbor različitih proizvoda osiguranja primenom metoda AHP, FAHP, fazi logike i Delfi metode, koristeći iskustvo eksperata osiguranja.

4. MODELIRANJE RIZIKA U LOGISTIČKIM PROCESIMA

U teoriji i praksi kod ocene rizika u logističkim sistemima i procesima se sreću različite metode ili modeli. Izbor najprihvatljivije metode ili modela zavisi od brojnih parametara rizika (kompleksnosti problema, specifičnosti, ograničenja, dostupnosti podataka i dr.) kao i međuzavisnosti parametara. Modeliranje rizika je dinamički proces koji podrazumeva širok spektar aktivnosti i znanja uključujući analizu sistema ili procesa, izradu, testiranje i primenu metoda ili modela za ocenu rizika i periodična unapređenja i korekcije metoda i modela. Kod izbora odgovarajućeg modela za analizu i ocenu rizika koji odgovara konkretnoj situaciji u praksi, postoje sledeći uslovi i pretpostavke (Haimes, 2009):

- a) Korisnik modela za ocenu rizika, odnosno donosilac odluke o riziku mora biti svestan značaja, atributa, ograničenja i koristi modela.
- b) Korisnik modela mora da bude svestan uticaja različitih parametara i elemenata na proces odlučivanja.
- c) Izabrani model mora biti primenljiv, koristan i kredibilan.
- d) I analitičar rizika i korisnik modela treba da budu svesni postojanja različitih predrasuda svih lica uključenih u proces ocene rizika, koje su rezultat brojnih činilaca (npr. obrazovanje i znanje analitičara rizika, profesionalno i lično iskustvo, uvažavanje tradicije i dr.).

U literaturi se susreću brojni primeri modeliranja rizika lanaca snabdevanja i logističkih procesa. *Buchmeister* i *ostali* (2006) predlažu FAHP model za ocenu rizika u poslovnim sistemima sa strukturom koju čini analitički, upravljački i procesni deo, i navode da je model veoma primenljiv u oblasti menadžmenta rizicima u vojnoj logistici i lancima snabdevanja. *Neureuther* i *Kenyon* (2008) su razvili model ocene rizika u okviru konkretnog lanca snabdevanja. Ovaj model može biti osnov za donošenje upravljačkih odluka o rizicima u lancima snabdevanja. *Gajović* i *Radivojević* (2012) i *Radivojević* i *Gajović* (2014) predlažu modele za ocenu rizika u logističkim procesima i lancima snabdevanja bazirane na AHP i FAHP metodama, koji obuhvataju analitički, upravljački i procesni deo. *Ghadge* i *ostali* (2013) predlažu sistemski pristup modeliranju rizika u lancima snabdevanja.

Početni korak kod modeliranja rizika je analiza posmatranog procesa. Sveobuhvatna analiza služi kao osnov za primenu odgovarajućeg modela za ocenu rizika, koji treba da obuhvati različite specifičnosti, i pruži zadovoljavajuća rešenja po pitanju strukture i kvaliteta izlaznih rezultata.

Modeliranje rizika u logističkim procesima podrazumeva sagledavanje brojnih parametara, uticaja i ograničenja koja obuhvataju npr. transport robe, skladištenje i upravljanje zalihama, industrijsko pakovanje, manipulaciju robom, planiranje i procesiranje, rukovanje otpadnim i povratnim materijalom itd. Logistički procesi često imaju značajne neizvesnosti koje su povezane sa njihovom kompleksnošću, pouzdanošću raspoloživih informacija o prisutnim rizicima i dostupnošću različitih statističkih parametara iz prethodnog perioda. Iz više razloga, kod definisanja prihvatljivog modela rizika potrebno je pored statističkih podataka koristiti i inženjersko, tehnološko i menadžersko znanje, intuiciju i iskustvo eksperata kao i fizičke zakone u cilju sveobuhvatne identifikacije, ocene i kontrole rizika.

4.1. Analiza rizika logističkog procesa

Analiza rizika podrazumeva definisanje granica ili okvira posmatranja problema, prikupljanje svih raspoloživih podataka, znanja i iskustva stručnih lica i identifikaciju i klasifikaciju rizika. Odluka o granici sistema se uglavnom zasniva na njegovim karakteristikama i performansama uz uvažavanje specifičnosti okruženja. Izbor elemenata rizika izvan okvira sistema, odnosno eksterni uticaji u odnosu na sistem takođe veoma utiču na cilj analize. Granica sistema može biti definisana u odnosu na različite kriterijume, npr: vreme u kojem se proces posmatra (mesec, godina i dr.), vrsta i karakteristike očekivanih rizika, geografsko područje posmatranja rizika, materijalne ili nematerijalne posledice, posledice ekoloških rizika, reputacionih rizika i sl.

U menadžmentu rizika u lancima snabdevanja postoji više različitih klasifikacija rizika, a najčešća je (Waters, 2007):

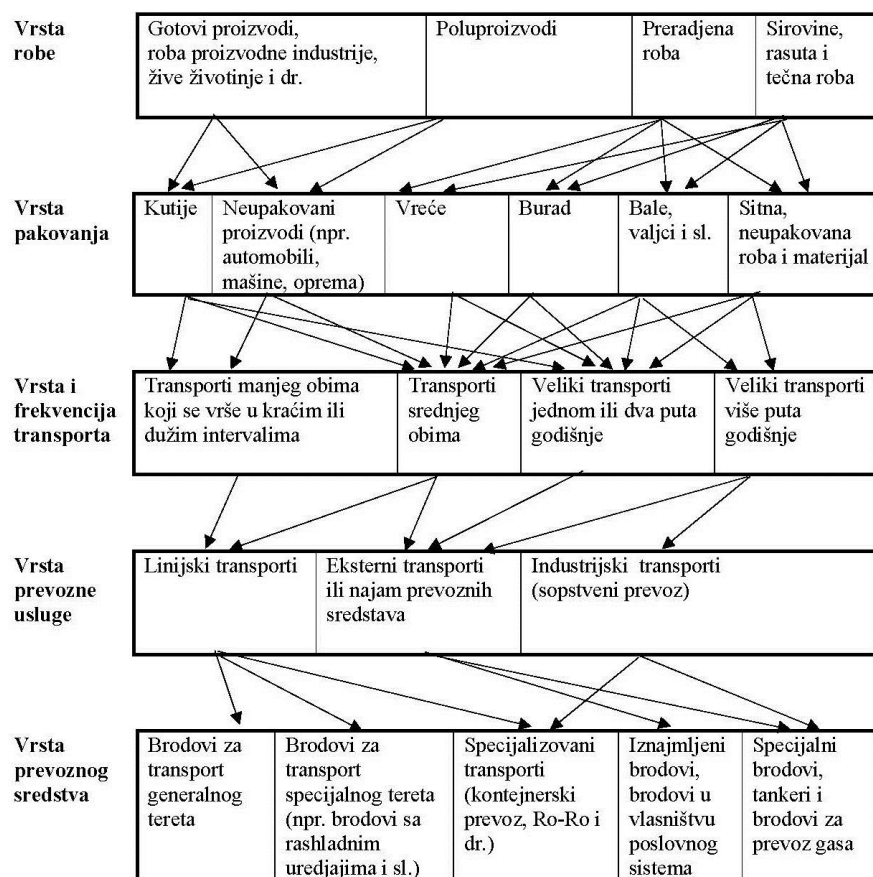
- ***Fizički rizici***, koji se odnose na tokove robe u i između preduzeća, kao što su transportni rizici, manipulativni rizici, rizici skladištenja, različiti eksterni rizici otpreme robe, rizici zastoja ili otkaza u proizvodnji, zakašnjenja i dr.;

- **Finansijski rizici**, koji se odnose na tokove novca između različitih subjekata, finansijsku izloženost negativnim događajima, korišćenje neodgovarajućih finansijskih instrumenata, neadekvatan povrat investicija, računovodstveni rizici i dr.;
- **Informacioni rizici**, koji se odnose na informacione sisteme u funkciji podrške procesa, dobijanje podataka, njihovo memorisanje, sigurnost podataka, pristup podacima, korišćenje ili prenos podataka i dr.;
- **Organizacioni rizici**, koji se generišu u odnosu na veze između dobavljača, preduzeća i kupaca, nastaju kao posledica loše komunikacije, problema sa dobavljačima, zakonskih problema, neusaglašenosti ugovornih obaveza i dr.

Savremeni logistički procesi podrazumevaju prisustvo velikog broja različitih vrsta rizika koji se mogu realizovati pod različitim okolnostima, pre svega u području transporta, pretovara i skladištenja robe. Osnovna karakteristika rizika u logističkim procesima je da oni najčešće istovremeno deluju kako na robu tako i na okruženje (prevozna sredstva, skladišni prostor, infrastrukturu, treća lica i dr.). Fizička distribucija predstavlja ključni deo logističkih procesa i obuhvata sve transportne aktivnosti kao što su priprema transportnih procesa, priprema robe za transport, utovar robe u prvo prevozno sredstvo, sve faze koje prate robu do konačnog odredišta (promene prevoznih sredstava, pretovar i skladištenje), istovar robe na odredištu i sve komercijalne i administrativne operacije. Na primer, kod kombinovanog prevoza proces transporta robe najčešće započinje u proizvodnim pogonima proizvođača, gde se roba najčešće pakuje i paletizuje a zatim transportuje drumskim prevoznim sredstvom ili železnicom do određene luke, robno-transportnog centra ili skladišta. Za vreme transporta, kontejneri mogu biti privremeno skladišteni na otvorenom prostoru a drumska prevozna sredstva mogu biti privremeno zaustavljena na mestima predviđenim za čekanje. U okviru luke, kontejneri mogu biti lokacijski premeštani više puta, po nalogu lučkog operatora i/ili carinskih organa. Kada se kontejneri pretovare na brod, oni mogu biti pretovarani pre prispeća u odredišnu luku, gde se takođe mogu više puta premeštati za vreme čekanja na konačnu otpremu iz luke. Dalje, prevoz se često nastavlja drumom, železnicom ili unutrašnjim plovnim putevima do konačne destinacije sa mogućnošću da se roba do odredišta usputno uskladišti, prema zahtevima učesnika u transportnom

lancu. Analiza rizika podrazumeva sistematičan i sveobuhvatan pristup i sagledavanje potencijalnih problema u svim segmentima logističkog procesa.

Brojni autori na različite načine opisuju uticaj elemenata i podelemenata lanaca snabdevanja i logističkih procesa, njihovu međusobnu komunikaciju i probleme funkcionisanja. *Christiansen i ostali* (2007) probleme u funkcionisanju pomorskog transporta dele na strategijske, taktičke i operativne i detaljno opisuju ulogu, značaj, karakteristike i specifičnosti učesnika transportnog procesa, i brojne neizvesnosti kod realizacije pomorskog transporta. Navedeni autori definišu različite probleme kod planiranja pomorskog transporta, koji utiču na pojavu neizvesnosti. Na slici 4.1. prikazane su operativne karakteristike pomorskog transporta i veze između različitih činilaca koje utiču na njegovu uspešnu realizaciju, od inicijalnog zahteva za transportnom uslugom do konačnog ispunjenja zahteva. U širem smislu, navedene operativne karakteristike transportnog procesa mogu se okarakterisati kao elementi i podelementi neizvesnosti koji utiču na rizik pomorskog transporta.



Slika 4.1. Karakteristike pomorskog transporta od zahteva za transportnom uslugom do ispunjenja zahteva

Izvor: prilagođeno, Christiansen i ostali, 2007

U različitim publikacijama i radovima iz oblasti rizika u logistici, transportu kao i u oblasti transportnog osiguranja, logistički rizici i elementi logističkih rizika su klasifikovani na različite načine, u zavisnosti od brojnih činilaca (*Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. - GDV, 2002-2014, Transport Information Service - TIS, Cargo loss prevention information from German marine insurers; OECD, Directorate for Science, Technology and Industry, 2003; Skorna i ostali, 2011; Kersten i ostali, 2012; Mellert, 2000; Pavić, 2012, i dr.*).

Ukoliko se kao granica posmatranja sistema sagledavaju rizici koji prouzrokuju materijalne štete u posmatranom vremenskom periodu (ekonomski gubitak usled štete, izgubljena dobit, različiti troškovi i dr.), neophodno je prikupiti sve raspoložive podatke o direktnim i indirektnim posledicama rizika.

Nakon utvrđivanja granice posmatranja sistema, sledi identifikacija rizika koja obuhvata proces utvrđivanja, klasifikacije i rangiranja svih rizičnih događaja koji mogu da imaju određeni uticaj na ostvarenje rizika. U praksi se koristi širok spektar metoda za identifikaciju rizika (tabela 3.1.) i njihov izbor zavisi od kompleksnosti posmatranog sistema i raspoloživih informacija. Proces identifikacije rizika otpočinje iznalaženjem i definisanjem mogućih rizičnih događaja u posmatranom vremenskom periodu odvijanja određenog logističkog procesa. Identifikacija rizika u sistemu može se sprovoditi korišćenjem internih ljudskih resursa ili uz angažovanje profesionalnih stručnih lica. Savremeni pristup menadžmentu rizicima podrazumeva istovremeno angažovanje eksternih i internih učesnika, koji donose zajedničke odluke (npr. identifikacija i definisanje dominantnih rizičnih događaja, istraživanje kritičnih tačaka kod distribucije robe uključujući uzrok nastanka rizika i dodatne faktore, kao i scenarije događaja koji su doveli ili mogu dovesti do prekida u logističkom procesu i dr.). Osnovni problem koji se pojavljuje u procesu identifikacije rizika od strane eksperata predstavlja subjektivnost ocene, odnosno činjenica da različita lica imaju različitu percepciju prirode, uzroka i posledica rizika. Identifikacija rizika služi kao osnov za klasifikaciju rizika, odnosno grupisanje rizika prema određenim karakteristikama i specifičnostima. Klasifikacija obuhvata i proces utvrđivanja različitih elemenata i podelemenata rizika, odnosno osnovnih činilaca koji utiču na visinu ukupnog rizika.

4.2. Osnovni elementi rizika u logističkim procesima

Rizici koji su prisutni u logističkim procesima su brojni i često nepredvidivi. Često je nemoguće sagledati koji se rizici u praksi mogu realizovati, a naročito je teško predvideti njihov intenzitet. Takođe, realizacija više različitih rizika se može desiti istovremeno, čime se mogu značajno uvećati posledice. Postoji mnogo elemenata rizika koji samostalno ili u međusobnoj interakciji utiču na visinu ukupnog rizika koji prati robu u procesu fizičke distribucije. S obzirom na brojnost rizika koji prate svaki logistički proces, veoma teško je da se istovremeno analiziraju i ocenjuju svi elementi rizika, naročito sa visokim stepenom pouzdanosti. Iz tog razloga kod klasifikacije i kvantifikacije rizika u praksi se često vrši izbor dominantnih elementa koje treba oceniti, odnosno onih elementa koji najviše utiču na ukupan rizik.

U ovoj disertaciji je, u cilju obezbeđenja mogućnosti analize i ocene, ukupan rizik logističkih procesa razložen na pet osnovnih elemenata, odnosno faktora uticaja na ukupan rizik u transportu robe (tačke od 4.2.1. do 4.2.5). Svaki od definisanih elemenata rizika se sastoji od brojnih podelemenata, koji samostalno ili u interakciji sa drugim podelementima determinišu ukupan rizik konkretnog logističkog procesa. Takođe, navedeni su različiti činioci i modaliteti uticaja na ukupan rizik u okviru definisanih podelemenata rizika. S obzirom na kompleksnost rizika u logističkim procesima, gotovo je nemoguće napraviti jasna razgraničenja između pojedinih elemenata i podelemenata rizika, koji mogu biti klasifikovani prema različitim kriterijumima i subjektivnim percepcijama. Takođe, postoji veliki problem postojanja uzročno-posledičnih veza između elemenata i podelemenata rizika. Određeni podelementi rizika dovode do potpunih ili delimičnih isključenja drugih, dok se pojedini podelementi često i ne razmatraju, zbog njihove brojnosti i/ili subjektivne pretpostavke o njihovom malom značaju. S obzirom na navedene činjenice, predložena klasifikacija elemenata rizika se odnosi na najveći broj različitih klasa logističkih procesa, ali ne i na sve moguće scenarije koji se mogu pojaviti u praksi. Osnovni elementi i podelementi rizičnosti logističkih procesa dati su Prilogu 1.

4.2.1. Karakteristike i tehnološke osobine robe

Postoji gotovo neograničen broj roba koje se transportuju, koje imaju različite karakteristike i specifičnosti, što utiče na nivo rizičnosti realizacije logističkih procesa. Međutim, svaki konkretan logistički proces karakteriše najčešće samo jedna roba u transportu ili ograničen broj roba sa istim ili sličnim nivoom rizičnosti, što može olakšati proces menadžmenta rizicima. U cilju analize i kvantifikacije rizika neophodno je utvrditi jedinstvene klase logističkih procesa koje obuhvataju homogene grupe roba slične po osobinama, odnosno verovatnoći nastanka šteta i očekivanim posledicama. Homogene grupe roba slične rizičnosti se mogu formirati prema različitim kriterijumima: rasuti teret, tečni teret, opasne materije, vrednosne pošiljke, prehrambeni proizvodi, vangabaritna roba, teška mehanizacija, motorna vozila, različiti rezervni delovi, tekstilna roba, i druge vrste roba. Takođe, u okviru svake homogene grupe robe mogu se definisati brojne podgrupe, koje mogu imati specifične parametre rizičnosti. Podgrupe roba se mogu posmatrati kao segment jedinstvene homogene grupe u odnosu

na koje je moguće odrediti jedinstvenu rizičnost. Karakteristike i tehnološke osobine robe (npr. agregatno stanje, stepen prerađenosti, osetljivost u transportu, podložnost riziku krađe, težište robe velikih gabarita i dr.) mogu predstavljati najznačajniji činilac rizičnosti transporta. U odnosu na unapred definisane klase homogenih grupa roba, primenom određenih tehnika, metoda i modela za analizu i ocenu rizika moguće je odrediti granice ili raspone rizičnosti podgrupa roba koje su slične po osobinama, odnosno parametrima rizičnosti. Ocnom rizika konkretne podgrupe roba na osnovu sagledavanja uticaja svih elemenata ukupnog rizika, moguće je utvrditi ukupan rizik posmatranog logističkog procesa.

4.2.2. Vrsta pakovanja i obezbeđenja robe

Na nivo rizičnosti transporta veoma utiče vrsta pakovanja (npr. karakteristike ambalaže, tehnologija pakovanja, paletizacija, standardi pakovanja, nosilac procesa pakovanja i dr.) i obezbeđenje robe u transportu (preventivne mere, obezbeđenje u prevoznom sredstvu, za vreme skladištenja i dr.). Sa aspekta rizika u transportu osnovna uloga pakovanja i obezbeđenja je zaštita robe od oštećenja koja najčešće nastaju kao posledica različitih dinamičkih uticaja tokom transporta i manipulacije, koji prouzrokuju pomeranja robe unutar tovarnog prostora ili dinamički kontakt sa stranicama tovarnog prostora. Veoma važan faktor koji utiče na visinu rizika je primena odgovarajućeg standarda pakovanja robe i obezbeđenja robe u tovarnom prostoru ili kontejneru.

4.2.3. Tehnološke karakteristike i organizacija prevoza

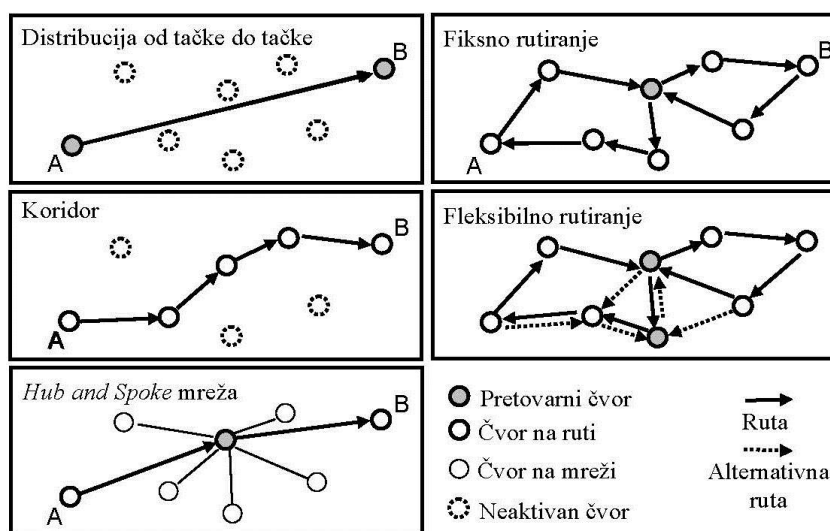
Veoma bitan činilac rizika predstavlja vrsta transporta, kvalitet i karakteristike transportne i saobraćajne infrastrukture (kvalitet puteva, železničke mreže, karakteristike i opremljenost luka, područje plovidbe brodova i dr.) kao i različiti uslovi i ograničenja transportnog puta. Svaka vrsta prevoza generiše specifične rizike koji su svojstveni konkretnom transportu. Na primer pomorski prevoz karakteriše prisustvo brojnih rizika koji su prisutni isključivo kod ovog vida prevoza, kao što su: potonuće broda, dejstvo morske vode na robu, dejstvo visokih talasa i dr. Pored vrste prevoza, veoma važan segment rizika predstavlja način i organizacija prevoza. U slučaju organizacije prevoza od strane špeditera ili agenata, postoje određena ograničenja u vezi kontrole rizika ali postoji mogućnost naknade eventualnih šteta na osnovu zakonskih ili

ugovorenih odgovornosti za štete na robi. Takođe, ukoliko se radi o prevozu za jednog korisnika (engl. *Full Cargo Load, Full Container Load - FCL*), takav prevoz je manje rizičan od prevoza za više korisnika (engl. *Less than Full Cargo Load, Less than Container Loads - LCL*) jer princip *LCL* podrazumeva produženo vreme prevoza, otvaranje tovarnog prostora u toku transportnog procesa u cilju utovara i istovara određene količine robe, prisustvo povećanog rizika krađe ili neisporuke robe itd.

4.2.4. Karakteristike i specifičnosti relacije prevoza

U logističkim procesima veoma važan parametar rizika je relacija transporta, koja je veoma povezana sa izborom prevoznih sredstava. Efikasnost i pouzdanost logističkih procesa je u direktnoj zavisnosti od transportnog puta, odnosno karakteristika transportnog lanca ili strukture transportnih mreža. Vremenska dužina trajanja transporta robe koja zavisi od fizičke udaljenosti pošiljaoca i primaoca robe predstavlja bitnu, ali ne i suštinsku komponentu rizika. Značajniji činilac rizika predstavlja nivo kvaliteta transportne i saobraćajne infrastrukture (u rečnom, železničkom, drumskom i poštanskom prevozu), područje i dužina plovidbe (u rečnom i pomorskom prevozu), karakteristike pretovarnih tačaka ili čvorova transportne mreže, uslovi i ograničenja transporta i dr. Izbor odgovarajuće strukture transportnog lanca ili mreže treba da obezbedi ispunjenje svih zahteva pošiljaoca. Autori *Hesse* i *Rodrigue* (2004), daju prikaz karakteristika i specifičnosti transportnih mreža koje utiču na performanse, troškove, kompleksnost i pouzdanost logističkih procesa. Na osnovu iznetih činjenica, može se zaključiti da raspored čvorova u transportnim mrežama kao i raspored i aktivnost transportnih ruta predodređuju efikasnost, brzinu i pouzdanost odvijanja transportnih procesa. *Distribucija od tačke do tačke* predstavlja transportni lanac koji obuhvata samo izvor (polazno mesto) i cilj kretanja (dolazno mesto), koji su povezani jednom transportnom vezom, a utovar se obavlja isključivo u polaznom mestu. Ovaj vid distribucije je često neefikasan za transporte sa tovarnim prostorima koji nisu maksimalno iskorišćeni. Logistički zahtevi ovog tipa distribucije su minimalni, minimalna je efektivnost, ali i rizik transporta. *Koridor*, podrazumeva manipulativne operacije u lokalnim ili regionalnim čvorovima transportnog lanca i često više korisnika istog prevoznog sredstva. Ovaj tip transportnog lanca karakteriše veća efektivnost transporta, ali i uvećan rizik. *“Hub and spoke”* mreža je tipična za distribuciju robe

vazдушnim putem. Ovaj vid distribucije podrazumeva postojanje centralnog čvora (*hub*) odgovarajućeg kapaciteta, koji predstavlja mesto gde se kumuliraju sve isporuke i odakle se pošiljke šalju na konačne destinacije. Ovaj vid distribucije je odgovarajući ukoliko *hub* ima kapacitet da opsluži velike količine vremenski osetljivih pošiljaka. *Fiksne rutirajuće mreže* karakterišu cirkularne konfiguracije, gde se roba može pretovarati i usmeravati s jedne rute na drugu u karakterističnim čvorovima. *Fleksibilne rutirajuće mreže* podrazumevaju primenu kompleksnih logističkih strategija u cilju integracije ruta i čvorova, i iznalaženje optimalnih logističkih rešenja u cilju neutralisanja nestacionarnih zahteva za transportnom uslugom. Struktura i kompleksnost transportnih lanaca ili mreža veoma utiče na troškove, vreme transporta kao i pouzdanost izvršenja transportne usluge, odnosno rizik u transportu. Na slici 4.2. su prikazane strategije fizičke distribucije i konfiguracije transportnih mreža.



Slika 4.2. Strategije fizičke distribucije i konfiguracije transportnih mreža

Izvor: Hesse i Rodrigue, 2004

Svaki prekid transporta (utovar, istovar, pretovar, zadržavanje, usputno skladištenje itd.) povećava rizik, bez obzira da li za vreme prekida postoje fizički uticaji na robu. U zavisnosti od karakteristika transporta (međunarodni prevoz, tranzit, lokalni prevoz i dr.) logistički sistem može odrediti strategiju menadžmenta rizicima (kontrolni pregled pošiljke pre započetog transporta, odgovarajući izbor i sprovođenje preventivnih mera i dr.).

4.2.5. Ostali logistički parametri

Manipulativni rizici su rizici kojima je roba izložena za vreme utovara, istovara i pretovara s jednog prevoznog sredstva na drugo. U određenim slučajevima, kod robe osetljive na dinamičke uticaje, lomljive robe, teške robe, robe velikih gabarita kao i robe specifičnih oblika, manipulativni rizici mogu biti dominantni u odnosu na druge transportne rizike. Važan parametar rizika predstavlja nivo tehnologije i kvalitet pretovarnih usluga, kao i vremensko trajanje pretovara. Takođe, svaki prekid transporta (pretovar, čekanje, skladištenje itd.) povećava rizik logističkog procesa. Usputno skladištenje robe i skladištenje robe na odredištu je uobičajeno za logističke procese, međutim proces skladištenja generiše različite vrste rizika. Rizici skladištenja zavise od velikog broja činilaca kao što su vrsta robe, tip skladišta, skladišna tehnologija, obezbeđenje robe u skladištu i dr. U zavisnosti od vrste roba, skladišta mogu biti različite namene, sa različitim nivoom tehnološke opremljenosti i bezbednosti, što predstavlja važan činilac rizika procesa skladištenja. Važan parametar visine rizika za subjekte logističkih procesa predstavlja i vlasništvo nad skladištem (sopstveno, iznajmljeno ili javno skladište), zbog mogućnosti eventualne nadoknade štete na robu od strane odgovornog skladištara. U zavisnosti od vrste i prirodnih osobina roba, realizacija transportnih rizika može biti veoma povezana sa klimatskim faktorima u regionima preko kojih se roba prevozi. Postojanje određenih administrativnih ograničenja i postojanje pojedinih nacionalnih propisa može uticati na visinu ukupnog rizika. U pojedinim ekstremnim slučajevima ograničenja mogu prouzrokovati potrebu promene transportne rute.

4.3. Ocena rizika logističkog procesa

Izbor odgovarajuće metode, tehnike ili modela za ocenu rizika u odnosu na specifičnosti i karakteristike posmatranog logističkog sistema i raspoložive informacije i resurse, predstavlja ključni parametar pouzdanosti ocene. Ocena rizika je pre svega usmerena na kvantifikaciji visine ukupnog rizika, ali uključuje i sve postupke koji omogućuju kvantifikaciju elemenata i podelemenata ukupnog rizika, kao i postupke nakon ocene rizika, kao što su testiranje, sprovođenje eventualnih korekcija i dr.

U literaturi postoje primeri različitih metoda koje su primenjene za ocenu i kvantifikaciju rizika. U ovoj disertaciji su za ocenu rizika logističkog procesa korišćene tri metode:

- Analitički hijerarhijski proces – AHP,
- Fazi analitički hijerarhijski proces – FAHP i
- Fazi logika.

Metoda AHP (Saaty, 1977, 1980) se veoma često primenjuje kod ocene rizika jer se zasniva na ekspertskom znanju o međusobnom odnosu i značaju pojedinih elemenata rizika. Osnovni razlog primene ove metode je priroda rizika, kao multiparametarske, kompleksne veličine, koju je veoma teško precizno analizirati i oceniti. AHP daje prihvatljiva rešenja o značaju i uticaju pojedinačnih elemenata na ukupan rizik, koja mogu da posluže kao osnova za donošenje odluka u vezi kontrole rizika.

Pojedini kritičari AHP metode ukazuju da značaj elemenata predstavlja samo neku vrstu aritmetičke preciznosti koja ne oslikava realnu ili objektivnu ocenu vrednosti. Iako Satieva diskretna skala (Saaty, 1980) ima prednost jednostavnosti i lake upotrebe, ona ne uzima u obzir neizvesnost povezanu sa percepcijom donosioca odluke. U određenim slučajevima, AHP metoda nije u mogućnosti da predstavi prirodu ljudskog razmišljanja o međusobnom odnosu elemenata rizika (Gajović i Radivojević, 2012). To se posebno odnosi na situacije kada donosilac odluke nema mogućnost da tačno oceni jasne numeričke vrednosti kriterijuma poređenja.

van Laarhoven i Pedrycz (1983) su razvili metodu FAHP koja se zasniva na integraciji fazi skupova i AHP. Kod ove metode se za opisivanje međusobnog značaja elemenata koriste fazi brojevi. Postoje različiti modaliteti FAHP metode koje predlažu različiti autori. Chang-ova FAHP metoda (1996) se može posmatrati kao unapređena analitička metoda koja je razvijena na bazi klasične AHP metode.

Postoji više radova koji su posvećeni poređenju metoda AHP i FAHP (Durán i Aguilo, 2008; Meixner, 2009; Zhu i ostali, 1999; Radivojević i Gajović, 2014; Ishizaka, 2014). Poređenje navedenih metoda je najčešće prikazano sa različitih aspekata: prisutnih razlika u teoretskim postavkama, rezultata koji se dobijaju za rešavanje istih problema, i

prednosti i nedostataka primene u različitim situacijama u praksi. U radovima se najčešće navodi činjenica da eksperti koji donose odluke o određenom problemu kod FAHP metode mogu izneti fleksibilnu ocenu, što implicira realnije sagledavanje posmatrane situacije. *Durán i Aguilo (2008)* navode da AHP metoda ima nedostatak što ne može da procesuirati neizvesnosti i nepreciznosti koje se teško mogu porediti, uključujući i percepciju donosioca odluke, na osnovu jasnih brojeva na diskretnoj skali poređenja koju je predstavio *Saaty*. FAHP može redukovati ili čak eliminisati neodređenost i nejasnost koja postoji u složenim problemima odlučivanja i unaprediti preciznost procene određene situacije u odnosu na metodu AHP (više o razlikama ovih metoda *Durán i Aguilo, 2008; Meixner, 2009; Zhu i ostali, 1999*). *Wang i ostali (2008)* opisuju nedostatke *Chang*-ove metode uz navođenje tri konkretna numerička primera. U primerima je pokazano da fazi ocenjivanje kriterijuma, podkriterijuma i alternativa ne može da ostvari potpunu svrhu i pouzdanost kod formiranja matrica poređenja, što može prouzrokovati nekonzistentnost izlaznih rezultata.

Fazi sistemi i fazi teorija predstavljaju matematički pristup na osnovu koga se određene neprecizne informacije mogu matematički modelirati, što predstavlja osnov za računarsku obradu takvih informacija. Klasična teorija skupova često predstavlja neadekvatnu osnovu za tretiranje relacija i događaja zasnovanih na lingvističkim promenljivama, kao što su npr. “veoma veliki rizik”, “kratka relacija transporta”, “veoma zapaljiva opasna materija” itd. Fazi logika omogućava modeliranje ljudskog razmišljanja i zaključivanja u sistemima i procesima kod kojih se odlučivanje zasniva na informacijama i znanju, i obezbeđuje formalizaciju aproksimativnog rezonovanja ljudi. Priroda ljudskog ponašanja je da se rasuđuje na osnovu dokaza, koji predstavljaju osnov za donošenje odgovarajućih odluka i ostvarenja ciljeva. Međutim, neizvesnosti i neodređenosti su najčešći razlozi pojave grešaka kod ocene karakteristika i veličina određenih pojava, jer se često ne raspolaže jasnim i tačnim informacijama o okruženju. Danas postoji zajedničko stanovište da, kada složeni sistem ne pruža dovoljno informacija za opisivanje matematičkim izrazima ili diferencijalnim jednačinama koje bi bile implementirane u precizan matematički model, teorije fazi sistema i fazi upravljanja imaju neke prihvatljive osobine i karakteristike u odnosu na ostale pristupe (*Guanrong i Trung, 2001*).

Veliki broj autora koristi fazi skupove i fazi logiku za analizu i ocenu rizika, pouzdanosti i bezbednosti u različitim oblastima tehnike, inženjerskim disciplinama, ekonomiji, menadžmentu i dr. *Li i ostali* (2012) su razvili dinamički model zasnovan na fazi logici za ocenu rizika pomorskog transporta sirove nafte. *Tabrizi i Razimi* (2013) su predložili kombinovani nelinearni model upravljanja rizikom kod projektovanja mreža lanaca snabdevanja, gde su neizvesnosti opisane teorijom fazi skupova. *Sharma i ostali* (2008) su modelirali ponašanje industrijskog sistema sa aspekta rizika i teorije pouzdanosti primenom fazi logike i FMEA metode.

4.3.1. Struktura modela za ocenu rizika

U ovoj disertaciji su razvijena tri modela za ocenu rizika jedne klase logističkih procesa – fizičke distribucije robe od pošiljaoca do primaoca. Osnovna ideja pri razvoju modela je bila da se na kvalitetan način modelira ukupan rizik procesa, tako da se uzmu u obzir različiti elementi rizika, njihov međusobni odnos, relativni značaj i uticaj na ukupan rizik. Prednosti primene metoda AHP, FAHP i fazi logike su: relativno jednostavan razvoj i primena modela, mogućnost korekcije parametara modela od strane eksperata u skladu sa stečenim iskustvom i znanjem, i brzo dobijanje rešenja u konkretnim uslovima.

Razvijeni modeli za ocenu rizika obuhvataju tri dela:

- a) Analitički deo obuhvata prikupljanje raspoloživih podataka o realizaciji rizika u proteklom periodu. S obzirom da ovi podaci često nisu raspoloživi ni dovoljno pouzdani, za ocenu vrednosti ulaznih veličina modela koristi se iskustvo, intuicija i ekspertska znanje o rizicima i njihovom uticaju na posmatrani logistički proces. Ulazne veličine modela obuhvataju pet elemenata rizika:

- Karakteristike i tehnološke osobine robe – KTO,
- Pakovanje i obezbeđenje robe – POR,
- Tehnološke karakteristike i organizacija prevoza – TKO,
- Karakteristike i specifičnosti relacije prevoza – KSR, i
- Ostali logistički parametri – OLP.

- b) Procesni deo obuhvata primenu metode AHP (Model 1), metode FAHP (Model 2) i metode zasnovane na fazi logici (Model 3). Izlazni rezultat je ocena ukupnog rizika logističkog procesa koji može biti *Mali*, *Srednji* i *Veliki* ukupan rizik (Modeli 1 i 2), odnosno *Veoma mali*, *Mali*, *Srednji*, *Veliki* i *Veoma veliki* ukupan rizik (Model 3).
- c) Upravljački deo obuhvata analizu izlaznih podataka o vrednostima ukupnog rizika i uticaju svakog elementa na ukupan rizik. Na osnovu značaja svakog elementa rizika može se doneti upravljačka odluka o prihvatanju, eliminaciji ili minimizaciji potencijalnih posledica rizika. Upravljačke odluke i kontrola rizika predstavljaju odgovor logističkog sistema na identifikovani rizik u cilju nalaženja najadekvatnije metode da se rizik izbegne, neutrališe ili umanjí.

Primena tri modela i tri različita pristupa za ocenu rizika je realizovana na sledeći način:

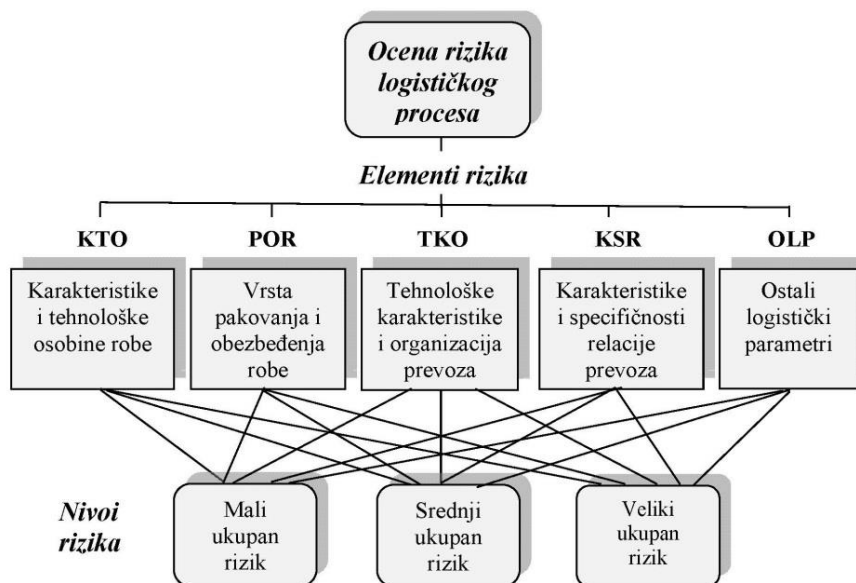
- Prvo se primenjuje model koji se zasniva na AHP metodi. Ulazne vrednosti modela su ekspertske ocene međusobnog odnosa elemenata rizika izražene vrednostima na skali od 1 do 9. Izlazni rezultat modela je značaj svakog elementa rizika na ukupan rizik, i ocena ukupnog rizika logističkog procesa.
- Zatim se primenjuje model koji se zasniva na FAHP metodi. Ulazne vrednosti modela su ekspertske ocene međusobnog odnosa elemenata rizika izražene fazi brojevima, a izlaz modela je značaj svakog elementa rizika i ocena ukupnog rizika logističkog procesa.
- Treći model se zasniva na fazi logici i ocena rizika se određuje primenom fazi sistema. Ulazne veličine modela su elementi rizika opisani fazi brojevima. Primenom fazi sistema se dolazi do vrednosti ukupnog rizika logističkog procesa, a obradom i analizom izlaznih rezultata do značaja svakog elementa rizika na ukupan rizik.

4.3.2. Model 1 – Ocena rizika primenom AHP metode

Osnovna ideja metode AHP je da obuhvati i primeni znanje i iskustvo eksperata o problemu koji se analizira. AHP se zasniva na hijerarhijskom razlaganju određenog problema na elemente hijerarhije, koji su struktuirani u nivoe. Metoda omogućuje da se određeni problem hijerarhijski dekomponuje i parcijalno reši, a zatim parcijalna rešenja

ponovo objedine u celinu u funkciji dobijanja rešenja inicijalnog problema (Radivojević i Gajović, 2014). AHP metoda obuhvata identifikaciju ciljeva i kriterijuma koji se upoređuju i vrednuju, ocenjivanje na osnovu poređenja parova elemenata na svakom nivou hijerarhije i sintezu rezultata na osnovu poređenja kriterijuma na svim hijerarhijskim nivoima. Prema ovoj metodi na vrhu definisane hijerarhijske strukture posmatranog problema se definiše cilj koji se želi postići, na sledećem nivou se definišu kriterijumi koji se mogu dalje dekomponovati u podkriterijume, odnosno nove hijerarhijske nivoe. Na svakom nivou hijerarhijske strukture međusobno se u parovima upoređuju definisani elementi uz pomoć skale značaja, određuju se težine kriterijuma, podkriterijuma i alternativa, i na kraju se sintetizuju ukupne vrednosti alternativa. Poslednji nivo su alternative koje predstavljaju konačni rezultat analize problema, odnosno težinske, kvantitativne vrednosti u odnosu na postavljeni cilj.

Hijerarhijska struktura modela za ocenu rizika logističkog procesa prikazana je na slici 4.3. Hijerarhijsku strukturu čine *cilj* – ocena rizika logističkog procesa, *kriterijumi* – pet elemenata rizika i *alternative* – nivoi rizika.



Slika 4.3. Hijerarhijska struktura rizika

Postupak primene AHP metode obuhvata sledeće korake (Vinod Kumar i Ganesh, 1996; Radivojević i Gajović, 2014):

Korak 1. Hijerarhijsko dekomponovanje problema ocene rizika, sa ciljem na najvišem nivou, kriterijumima na nižem nivou i alternativama na najnižem nivou.

Korak 2. Poređenje parova elemenata na svakom nivou hijerarhije u odnosu na elemente višeg nivoa, primenom *Saaty*-eve skale od 1 do 9. Donosilac odluke (ekspert) određuje vrednost a_{ij} , elemenata i i j , gde je $a_{ij} = 1/a_{ji} \quad \forall i, j = 1, \dots, n$ i $a_{ij} = 1 \quad \forall i = j$.

Korak 3. Definisanje prioriteta za svaki element u odnosu na viši nivo hijerarhije – w_{ij} je prioritet alternative i u odnosu na kriterijum j , gde je $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, n$, m je broj alternativa a n je broj kriterijuma.

Korak 4. Sinteza svih vrednosti prioriteta tako da se dobije prioritet svakog elementa u odnosu na postavljeni cilj. W_i je prioritet alternative i i određuje se kao

$$W_i = \sum_{j=1}^n c_j w_{ij} \text{ gde je } c_j \text{ prioritet kriterijuma } j, \text{ a } w_{ij} \text{ je prioritet alternative } i \text{ u odnosu na kriterijum } j.$$

AHP predviđa analizu konzistentnosti donosioca odluke, sa tolerancijom do 10%. Izračunati prioriteti predstavljaju značaj elemenata i alternativa, i prihvatljivi su samo ako su matrice poređenja konzistentne ili približno konzistentne.

Metoda AHP omogućava da se gradacijom značaja definisanih kriterijuma i sintezom alternativa (*mali, srednji* ili *veliki* rizik) dobija relativno jasna, kvantitativna vrednost ukupnog rizika logističkog procesa, na osnovu sublimacije iskustva i znanja eksperata. Prednost primenjenog modela u odnosu na alternativne modele se sastoji u mogućnosti dekomponovanja ukupnog rizika na relativno jednostavan način, što je teško postići primenom drugih modela. Takođe, primenom ove metode može se dobiti relativno pouzdana ocena o rizicima u posmatranom sistemu, s obzirom na postojanje kvantitativnih kriterijuma konzistentnosti izjava eksperata.

Opis matematičke formulacije AHP metode je prikazan u više radova koji je objavio *Saaty* (1977, 1980, 1990). *Saaty* (1987) navodi da ocena rizika uključuje prioritete i

verovatnoće koje predstavljaju oblik posmatranih prirodnih alternativa. Autor daje tumačenje pojmova: prioritet, verovatnoća i neizvesnost i navodi vezu ovih kategorija u odnosu na pojam rizika. Prioritet tumači kao intenzitet nečega što je značajno za ljude. Verovatnoću tumači kao nivo izvesnosti nastanka određenog prioriteta. Takođe, pomenuti autor pravi razliku između dva tipa neizvesnosti: neizvesnost u vezi nastanka određenog događaja i neizvesnost u vezi nivoa preciznosti ocena koje izražavaju visinu određenih preferencija. Nakon kvalifikacije navedenih pojmova, *Saaty* (1987) primenjuje AHP u cilju ocene neizvesnosti i rizika odlučivanja u segmentu investicija i izbora finansijskog portfolija, kao i ocene rizika korišćenja nuklearnih elektrana. U radu posvećenom primeni metode AHP i ANP u procesu odlučivanja sa prisustvom rizika, *Saaty* (1980) objedinjuje ove metode i teoriju odlučivanja u procesu donošenja kompleksnih upravljačkih odluka.

U ovom modelu metoda AHP, na osnovu ekspertskog znanja o elementima rizika, omogućava ocenu ukupnog rizika logističkog procesa W_i ($i=1$ – mali, $i=2$ – srednji, $i=3$ – veliki ukupan rizik) i kvantifikaciju prioriteta – značaja svakog elementa rizika c_j ($j=1$ – KTO, $j=2$ – POR, $j=3$ – TKO, $j=4$ – KSR, $j=5$ – OLP).

4.3.3. Model 2 – Ocena rizika primenom FAHP metode

FAHP metoda je proširena verzija AHP metode u kojoj se ulazne veličine – poređenje elemenata rizika, opisuju fazi brojevima. Primena fazi brojeva može da poboljša tačnost procene eksperta i kvalitet izlaznih rezultata. Danas postoji više formulacija FAHP metode predloženih od strane različitih autora. U ovom modelu je korišćena *Chang*-ova FAHP metoda (1996), koja se može opisati kroz sledeće korake (*Wang* i *ostali*, 2008; *Radivojević* i *Gajović*, 2014).

Korak 1. Poređenje parova elemenata i i j na svakom nivou hijerarhije u odnosu na elemente na višem nivou, primenom fazi brojeva koji odgovaraju *Saaty*-evoj skali od 1 do 9. Donosilac odluke određuje vrednost b_{ij} , za elemente i i j , gde je b_{ij} trouglasti fazi broj (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) .

U tabeli 4.1. je prikazana diskretna AHP skala i fazi AHP skala poređenja značaja parametara koja uzima u obzir neizvesnost povezanu sa percepcijom donosioca odluke.

Tabela 4.1. Diskretna i fazi skala poređenja značaja elemenata

Lingvističke promenljive (relativni značaj atributa)	AHP skala	Fazi AHP skala	
		Trouglasti fazi brojevi	Recipročni troughlasti fazi brojevi
Jednak značaj	1	(1,1,3)	(1/3, 1, 1)
Jednak do mali značaj	2	(1,2,3)	(1/3, 1/2, 1)
Mali značaj	3	(2,3,4)	(1/4, 1/3, 1/2)
Mali do jak značaj	4	(3,4,5)	(1/5, 1/4, 1/3)
Jak značaj	5	(4,5,6)	(1/6, 1/5, 1/4)
Jak do veoma jak značaj	6	(5,6,7)	(1/7, 1/6, 1/5)
Veoma jak značaj	7	(6,7,8)	(1/8, 1/7, 1/6)
Veoma jak do ekstremno jak značaj	8	(7,8,9)	(1/9, 1/8, 1/7)
Ekstremno jak značaj	9	(8,9,9)	(1/9, 1/9, 1/8)

Korak 2. Sumiranje redova matrice $B = (b_{ij})_{n \times n}$ tako da se dobiju vrednosti

$$RS_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n l_{ij}, \sum_{j=1}^n m_{ij}, \sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \text{ za } i = 1, \dots, n. \text{ Normalizacija vrednosti}$$

RS_i prema relaciji

$$S_i = \frac{RS_i}{\sum_{j=1}^n RS_j} = \left(\frac{\sum_{j=1}^n l_{ij}}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n u_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^n m_{ij}}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n m_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n l_{kj}} \right), i = 1, \dots, n. \quad [4.1]$$

Korak 3. Određivanje verovatnoće da je $S_i \geq S_j$ prema relaciji

$$V(S_i \geq S_j) = \begin{cases} 1, & \text{ako } m_i \geq m_j \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)}, & \text{ako } l_j \leq u_i, \quad i, j = 1, \dots, n; j \neq i \\ 0, & \text{ostalo} \end{cases} \quad [4.2]$$

gde je $S_i = (l_i, m_i, u_i)$ i $S_j = (l_j, m_j, u_j)$. Određivanje verovatnoće da je fazi broj S_i veći od drugih fazi brojeva, prema relaciji:

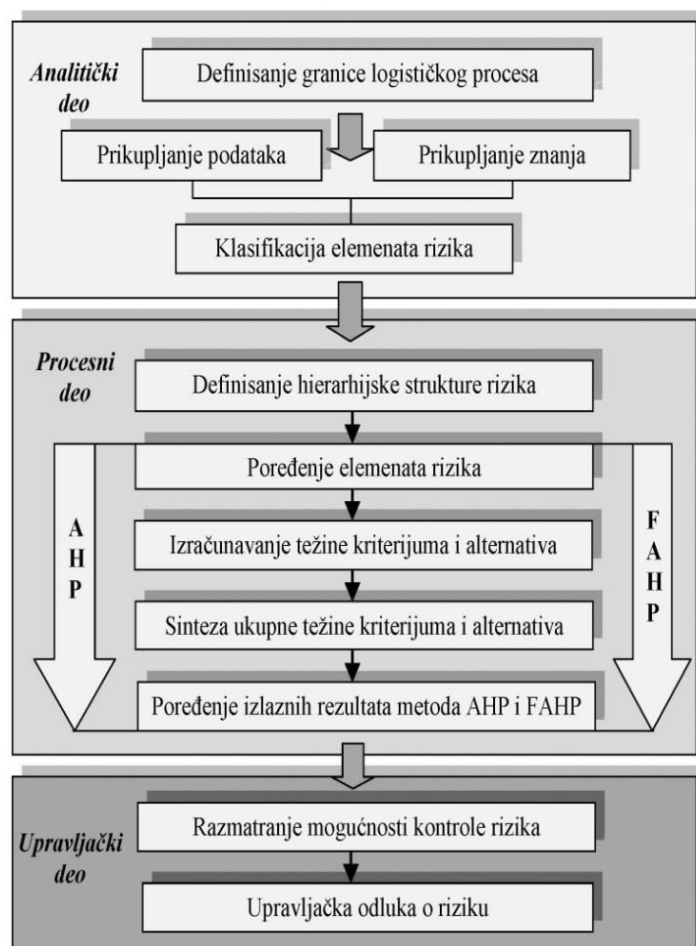
$$V(S_i \geq S_j | j = 1, \dots, n; j \neq i) = \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(S_i \geq S_j), i = 1, \dots, n.$$

Korak 4. Određivanje vektora prioriteta $W = (w_1, \dots, w_n)^T$ matrice poređenja fazi vrednosti B kao:

$$w_i = \frac{V(S_i \geq S_j | j=1, \dots, n; j \neq i)}{\sum_{k=1}^n V(S_k \geq S_j | j=1, \dots, n; j \neq k)}, \quad i=1, \dots, n. \quad [4.3]$$

Izlazni rezultat ovog modela je vrednost prioriteta – značaja S_i svakog elementa rizika ($i=1$ – KTO, $i=2$ – POR, $i=3$ – TKO, $i=4$ – KSR, $i=5$ – OLP) i ukupnog rizika logističkog procesa $W = w_1$ – mali, w_2 – srednji, w_3 – veliki ukupan rizik).

Na slici 4.4. dat je prikaz postupaka primene Modela 1 i Modela 2 za ocenu ukupnog rizika logističkog procesa.



Slika 4.4. Struktura Modela 1 i Modela 2

Izvor: Radivojević i Gajović, 2014

4.3.4. Model 3 – Ocena rizika primenom fazi logike

Fazi logika se često koristi za modeliranje složenih sistema u kojima je primenom drugih metoda veoma teško utvrditi međuzavisnosti koje postoje između pojedinih promenljivih. Ona predstavlja formalni aparat za modeliranje procesa zaključivanja u uslovima nejasnih i nepreciznih informacija i relacija u sistemu. Takođe, fazi logika omogućava modeliranje ponašanja eksperata, koji u realnim uslovima donose odluke na osnovu iskustva, lične procene i rezonovanja. Za ocenu rizika logističkog procesa, ekspertske zaključivanje je oblika: *ako ... tada...* Na osnovu informacija i saznanja o svakom elementu rizika donosi se zaključak o ukupnom riziku.

Model 3 je fazi sistem koji se zasniva na primeni fazi logike i algoritma aproksimativnog rezonovanja. Algoritam aproksimativnog rezonovanja predstavlja skup pravila, koja opisuju različite situacije ocene rizika. Za definisanje skupa fazi pravila potrebno je odrediti elemente koji utiču na ocenu ukupnog rizika. Svaki element rizika može imati različite opisne vrednosti, na primer mali, srednji i veliki. Kao posledica više elemenata rizika, ukupan rizik može biti, na primer mali, srednji i veliki. Za definisanje algoritma aproksimativnog rezonovanja neophodno je uočiti promenljive, koje se javljaju u premisama i konsekvencama pojedinih pravila i opisati ih odgovarajućim fazi skupovima.

Fazi sistem za ocenu rizika logističkog procesa obuhvata sledeće korake:

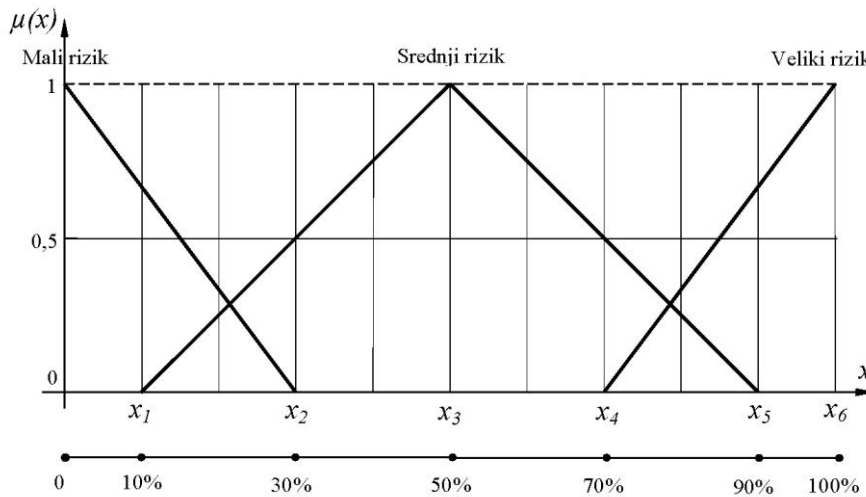
Korak 1. Utvrđivanje ulaznih i izlazne promenljive

Fazi sistem ima pet ulaznih promenljivih koje predstavljaju pet elemenata rizika (KTO, POR, TKO, KSR i OLP). Izlazna promenljiva je ukupan rizik logističkog procesa. Fazi sistem obezbeđuje da se na osnovu kvalifikacije svih elemenata rizika oceni ukupan rizik logističkog procesa.

Korak 2. Definisanje funkcija pripadnosti za ulazne i izlaznu promenljivu

Svaki element rizika (KTO, POR, TKO, KSR i OLP) može biti mali, srednji ili veliki, i može se opisati fazi skupovima *mali rizik*, *srednji rizik* i *veliki rizik*. Funkcije pripadnosti fazi skupova X_M – mali rizik, X_S – srednji rizik i X_V – veliki rizik,

prikazane su na slici 4.5. Oblik funkcija pripadnosti fazi skupova X_M , X_S i X_V je isti za sve elemente rizika, ali se vrednosti x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_5 i x_6 , koje predstavljaju levu i desnu granicu, i vrednost sa najvećim stepenom pripadnosti fazi brojeva, razlikuju za svaki element rizika.



Slika 4.5. Funkcije pripadnosti fazi skupova X_M – mali rizik, X_S – srednji rizik i X_V – veliki rizik

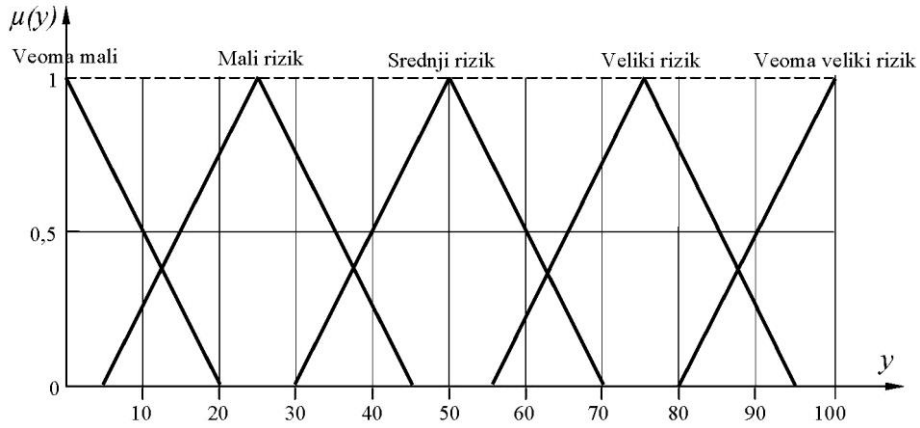
Funkcije pripadnosti su:

$$\mu_{X_M}(x) = \begin{cases} \frac{x_2 - x}{x_2}, & 0 \leq x \leq x_2 \\ 0, & x > x_2 \end{cases} \quad [4.4]$$

$$\mu_{X_S}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq x_1 \\ \frac{x - x_1}{x_3 - x_1}, & x_1 < x \leq x_3 \\ \frac{x_5 - x}{x_5 - x_3}, & x_3 < x \leq x_5 \\ 0, & x > x_5 \end{cases} \quad [4.5]$$

$$\mu_{X_V}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq x_4 \\ \frac{x - x_4}{x_6 - x_4}, & x_4 < x \leq x_6 \\ 0, & x > x_6 \end{cases} \quad [4.6]$$

Izlazna veličina fazi sistema je ukupan rizik logističkog procesa (UR), koji može biti veoma mali, mali, srednji, veliki ili veoma veliki. Funkcije pripadnosti fazi skupova Y_{VM} – veoma mali rizik, Y_M – mali rizik, Y_S – srednji rizik, Y_V – veliki rizik i Y_{VV} – veoma veliki rizik, prikazane su na slici 4.6.



Slika 4.6. Funkcije pripadnosti fazi skupova Y_{VM} – veoma mali rizik, Y_M – mali rizik, Y_S – srednji rizik, Y_V – veliki rizik i Y_{VV} – veoma veliki rizik

Funkcije pripadnosti su definisane sledećim relacijama:

$$\mu_{Y_{VM}}(y) = \begin{cases} \frac{20-y}{20}, & 0 \leq y \leq 20 \\ 0, & y > 20 \end{cases} \quad [4.7]$$

$$\mu_{Y_M}(y) = \begin{cases} 0, & y \leq 5 \\ \frac{y-5}{20}, & 5 < y \leq 25 \\ \frac{45-y}{20}, & 25 < y \leq 45 \\ 0, & y > 45 \end{cases} \quad [4.8]$$

$$\mu_{Y_S}(y) = \begin{cases} 0, & y \leq 30 \\ \frac{y-30}{20}, & 30 < y \leq 50 \\ \frac{70-y}{20}, & 50 < y \leq 70 \\ 0, & y > 70 \end{cases} \quad [4.9]$$

$$\mu_{Y_V}(y) = \begin{cases} 0, & y \leq 55 \\ \frac{y-55}{20}, & 55 < y \leq 75 \\ \frac{95-y}{20}, & 75 < y \leq 95 \\ 0, & y > 95 \end{cases} \quad [4.10]$$

$$\mu_{Y_{VV}}(y) = \begin{cases} 0, & y \leq 80 \\ \frac{y-80}{20}, & 80 < y \leq 100 \end{cases} \quad [4.11]$$

Korak 3. Određivanje intervala vrednosti ulaznih i izlazne promenljive

Primenom Modela 1 i Modela 2, za svaki element rizika (KTO, POR, TKO, KSR i OLP) se dobija njegov težinski faktor tj. učešće u ukupnom riziku. Na primer, za element rizika KTO težinski faktori mogu biti 0.45 i 0.41. To znači da KTO učestvuje u ukupnom riziku 45%, odnosno 41%. Na osnovu ovoga se može zaključiti da je interval vrednosti fazi skupova koji opisuju mali, srednji i veliki rizik elementa KTO (0, 0.45), odnosno (0, 0.41).

Izlazni rezultati Modela 1 i Modela 2 su vrednosti prioriteta – težina c_i i S_i za svaki element rizika i ($i=1,...,5$). Interval vrednosti l_i ulazne promenljive i u fazi sistem se određuje kao prosečna vrednost prioriteta dobijenih u prethodna dva modela, prema relaciji:

$$l_i = \frac{c_i + S_i}{2} 100 \quad [4.12]$$

Na osnovu definisanog intervala vrednosti l_i ulaznih promenljivih, mogu se odrediti leva i desna granica, i vrednost sa najvećim stepenom pripadnosti fazi brojeva X_M , X_S i X_V , za svaki element rizika i (prema slici 4.5): $x_{i1} = 0.1l_i$, $x_{i2} = 0.3l_i$, $x_{i3} = 0.5l_i$, $x_{i4} = 0.7l_i$, $x_{i5} = 0.9l_i$ i $x_{i6} = l_i$.

Izlazna veličina fazi sistema je vrednost ukupnog rizika logističkog procesa koja može biti u intervalu (0, 100).

Korak 4. Definisanje algoritma aproksimativnog rezonovanja

Algoritam aproksimativnog rezonovanja je skup pravila koja u pretpostavkama sadrže ulazne a u konsekvencama izlazne veličine fazi sistema. Pravila se definišu tako da prikažu relacije između svih mogućih kombinacija ulaznih i izlaznih promenljivih. Svako pravilo predstavlja fazi frazu definisanu na skupu $KTO \times POR \times TKO \times KSR \times OLP \times UR$. Algoritam aproksimativnog rezonovanja obuhvata 243 fazi pravila, koja predstavljaju skup varijacija sa ponavljanjem svih elemenata rizika (KTO, POR, TKO, KSR i OLP) za sve nivoe rizika (VM, M, S, V i VV). Pravila se definišu se na sledeći način:

- R^1 : AKO je KTO Mali i POR Mali i TKO Mali i KSR Mali i OLP Mali
TADA je UR Veoma mali
- R^2 : AKO je KTO Mali i POR Mali i TKO Mali i KSR Mali i OLP Srednji
TADA je Veoma mali
- ...
- R^{107} : AKO je KTO Srednji i POR Mali i TKO Veliki i KSR Veliki i OLP Srednji
TADA je UR Veliki
- R^{108} : AKO je KTO Srednji i POR Mali i TKO Veliki i KSR Veliki i OLP Veliki
TADA je UR Veoma veliki
- ...
- R^{242} : AKO je KTO Veliki i POR Veliki i TKO Veliki i KSR Veliki i OLP Srednji
TADA je UR Veoma veliki
- R^{243} : AKO je KTO Veliki i POR Veliki i TKO Veliki i KSR Veliki i OLP Veliki
TADA je UR Veoma veliki

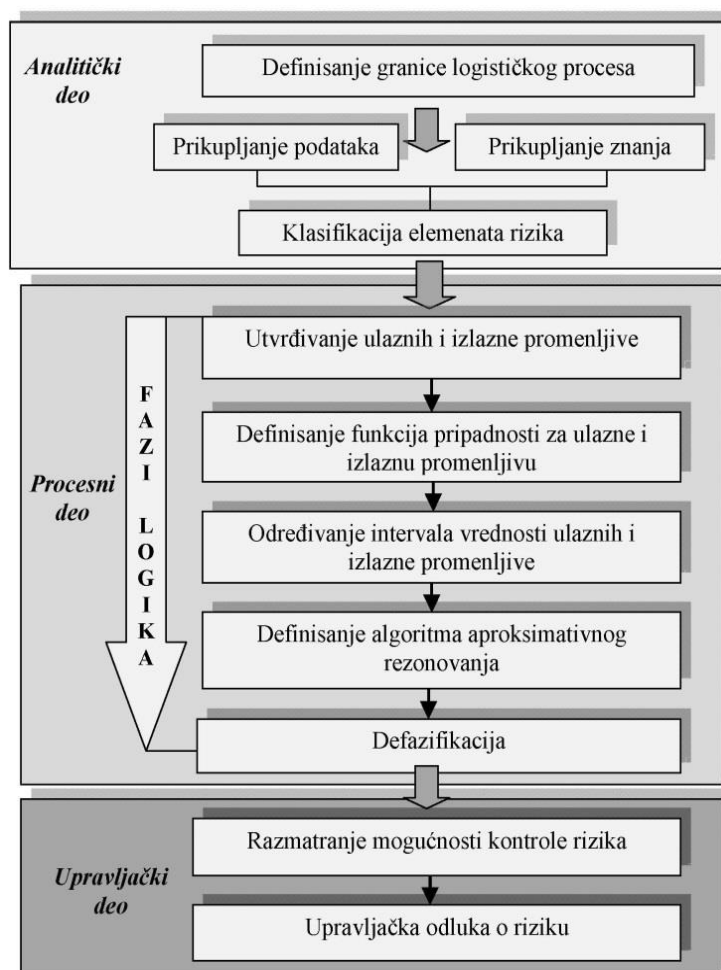
Nivoi ukupnog rizika logističkog procesa (VM, M, S, V i VV) su u pravilima ravnomerno zastupljeni i definisani su na osnovu ekspertskog iskustva i znanja.

Aproksimativno rezonovanje obuhvata proces agregacije na osnovu kojeg se izlazne vrednosti svih fazi pravila sažimaju u jedan fazi skup. Postoje dve tehnike aproksimativnog rezonovanja *Takagi – Sugeno tehnika* (engl. *Takagi – Sugeno inference technique*) i *Mamdani tehnika* (engl. *Mamdani inference technique*) (Zhang i Liu, 2006). U ovom fazi sistemu je korišćena *Mamdani tehnika*.

Korak 5. Defazifikacija

Kada se sa ulaznim podacima o pojedinačnim elementima rizika prođe kroz sva fazi pravila kao izlazni rezultat se dobija rezultujući fazi skup. U ovom fazi skupu sve moguće vrednosti izlazne promenljive – ukupnog rizika imaju odgovarajući stepen pripadnosti. Defazifikacija je postupak izračunavanja kripis vrednosti ukupnog rizika na osnovu rezultujućeg fazi skupa. Postoji više metoda defazifikacije, a u ovom modelu je primenjena “*centroid*” metoda (Zimmermann, 2001).

Na slici 4.7. prikazan je koncept modela za ocenu rizika zasnovan na fazi logici. On se sastoji od analitičkog, procesnog i upravljačkog dela.



Slika 4.7. Model 3 za ocenu rizika

4.4. Primena modela – numerički primeri

Cilj razvijenih modela je ocena ukupnog rizika logističkog procesa. Modeli se primenjuju sekvencijalno – Model 1, zatim Model 2 i Model 3. Osnovna ideja je poređenje dobijenih rezultata i što pouzdanija ocena ukupnog rizika logističkog procesa. Prema razvijenim modelima projektovani su odgovarajući softverski paketi:

- Model 1 i Model 2 – softverska podrška je razvijena u Microsoft Excel programu, i
- Model 3 – korišćen je MATLAB softver (datoteka softvera je prikazana u Prilogu 2).

Sva tri modela podrazumevaju imlementaciju ekspertskog znanja: u Modelima 1 i 2 kroz ekspertsku ocenu ulaznih parametara modela, i u Modelu 3 kroz primenu rezultata Modela 1 i 2 i razvoj skupa fazi pravila za ocenu ukupnog rizika.

Modeli 1 i 2 omogućavaju relativno jednostavan postupak dekompozicije ukupnog rizika logističkih procesa na definisane elemente rizika, i dobijanje podataka o procentualnom učešću svakog elementa u ukupnom riziku. Činjenica je da navedeni modeli nemaju potrebnu fleksibilnost, jer je za svaku promenu parametara rizičnosti logističkog procesa potrebno menjati ulazne veličine modela, testirati konzistentnost podataka od strane donosioca odluke i sprovoditi eventualne korekcije, sve do dobijanja prihvatljivih rezultata. To podrazumeva ponovno angažovanje eksperata, implementaciju novih podataka i ponavljanje postupka u cilju dobijanja nove strukture korigovanog modela. Sa druge strane, Model 3 je fleksibilan, omogućuje relativno jednostavnu korekciju ulaznih parametara i veoma brzo dobijanje vrednosti ukupnog rizika konkretnog logističkog procesa.

4.4.1. Model 1

Ulazne veličine za Model 1 su ekspertске ocene poređenja parova elemenata rizika primenom *Saaty*-eve skale od 1 do 9. Ove ocene su dobijene anketiranjem eksperata iz oblasti upravljanja rizikom u transportnu i osiguranju. U tabeli 4.2. su prikazane vrednosti matrice poređenja, date od strane eksperata i izračunate vrednosti rezultujućeg vektora prioriteta W . Vektor W pokazuje relativni prioritet svakog elementa rizika.

Tabela 4.2. Matrica poređenja elemenata rizika – Model 1

	KTO	POR	TKO	KSR	OLP	W
KTO	1	3	5	5	5	0.488
POR	1/3	1	3	3	3	0.233
TKO	1/5	1/3	1	1	1/3	0.074
KSR	1/5	1/3	1	1	1	0.087
OLP	1/5	1/3	3	1	1	0.118
	$\lambda=5.1960$		$CI=0.0490$		$CR=0.0438$	

U tabeli su prikazane i vrednosti za λ – najveća sopstvena vrednost matrice odlučivanja, CI – indeks konzistentnosti i CR – odnos konzistentnosti, koje se dobijaju primenom

AHP metode. S obzirom da je CI manje od 10%, može se prihvatiti procena vektora prioriteta W (Saaty 1990).

U sledećem koraku eksperti određuju matrice poređenja za svaki nivo rizika u odnosu na svaki kriterijum. U tabeli 4.3. su dati podaci poređenja nivoa rizika i kriterijuma i vrednosti lokalnih prioriteta w , za svaki nivo rizika.

Tabela 4.3. Matrica poređenja i lokalni prioriteti za nivoe rizika – Model 1

Visina rizika → Elementi rizika ↓	Mali ukupan rizik	Srednji ukupan rizik	Veliki ukupan rizik	w
KTO				
Mali ukupan rizik	1	3	5	0.633
Srednji ukupan rizik	1/3	1	3	0.261
Veliki ukupan rizik	1/5	1/3	1	0.106
	$\lambda=3.0390$	$CI=0.0190$	$CR=0.0330$	
POR				
Mali ukupan rizik	1	1	1	0.333
Srednji ukupan rizik	1	1	1	0.333
Veliki ukupan rizik	1	1	1	0.333
	$\lambda=3.0000$	$CI=0.0000$	$CR=0.0000$	
TKO				
Mali ukupan rizik	1	1	4	0.458
Srednji ukupan rizik	1	1	3	0.416
Veliki ukupan rizik	1/4	1/3	1	0.126
	$\lambda=3.0090$	$CI=0.0050$	$CR=0.0080$	
KSR				
Mali ukupan rizik	1	1	3	0.429
Srednji ukupan rizik	1	1	3	0.429
Veliki ukupan rizik	1/3	1/3	1	0.142
	$\lambda=3.0000$	$CI=0.0000$	$CR=0.0000$	
OLP				
Mali ukupan rizik	1	3	3	0.600
Srednji ukupan rizik	1/3	1	1	0.200
Veliki ukupan rizik	1/3	1	1	0.200
	$\lambda=3.0000$	$CI=0.0000$	$CR=0.0000$	

Na osnovu dobijenih vrednosti lokalnih prioriteta izračunavaju se globalni prioriteti za svaki nivo rizika. U tabeli 4.4. su prikazane vrednosti lokalnih i globalnih prioriteta svih alternativa. Finalni vektor prioriteta pokazuje da logistički proces, za date ulazne podatke, ima mali ukupan rizik sa značajem od 52.9%.

Tabela 4.4. Lokalni i globalni prioriteti – Model 1

Elementi rizika → Visina rizika ↓	KTO	POR	TKO	KSR	OLP	Finalni vektor prioriteta W
	0.488	0.233	0.074	0.087	0.118	
Mali ukupan rizik	0.309	0.078	0.034	0.037	0.071	0.529
Srednji ukupan rizik	0.127	0.078	0.031	0.037	0.024	0.296
Veliki ukupan rizik	0.052	0.078	0.009	0.012	0.024	0.175

Najveći prioritet ima rizik karakteristika i tehnoloških osobina robe (KTO) sa 48.8% uticaja, a najmanji prioritet ima rizik tehnoloških karakteristika i organizacije prevoza (TKO) sa 7.4% uticaja na ukupan rizik.

4.4.2. Model 2

Za Model 2 su kao ulazne veličine korišćene ekspertske ocene izražene fazi brojevima, u skladu sa tabelom 4.1. U tabeli 4.5. su prikazane vrednosti matrice poređenja, date od strane eksperata i izračunate vrednosti rezultujućeg vektora prioriteta W.

Tabela 4.5. Matrica poređenja elemenata rizika – Model 2

	KTO	POR	TKO	KSR	OLP	W
KTO	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	0.393
POR	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)	0.287
TKO	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 3)	(1/5, 1/3, 1)	0.085
KSR	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1/3, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 3)	0.088
OLP	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 3, 5)	(1/3, 1, 1)	(1, 1, 1)	0.147

Posle ovoga, eksperti određuju elemente matrice poređenja za svaki nivo rizika u odnosu na svaki element rizika. Vrednosti svih elemenata matrice su izražene trouglastim fazi brojevima, prema tabeli 4.1. Primenom realacija FAHP metode, izračunava se lokalni prioritet w , za svaki nivo rizika. U tabeli 4.6. su dati podaci poređenja nivoa rizika i kriterijuma i vrednosti lokalnih prioriteta w , za svaki nivo rizika.

Tabela 4.6. Matrica poređenja i lokalni prioriteti za nivoe rizika – Model 2

Visina rizika → Elementi rizika ↓	Mali ukupan rizik	Srednji ukupan rizik	Veliki ukupan rizik	w
KTO				
Mali ukupan rizik	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)	0.577
Srednji ukupan rizik	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	0.372
Veliki ukupan rizik	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	0.051
POR				
Mali ukupan rizik	(1, 1, 1)	(1, 1, 3)	(1, 1, 3)	0.333
Srednji ukupan rizik	(1/3, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 3)	0.333
Veliki ukupan rizik	(1/3, 1, 1)	(1/3, 1, 1)	(1, 1, 1)	0.333
TKO				
Mali ukupan rizik	(1, 1, 1)	(1, 1, 3)	(2, 4, 6)	0.465
Srednji ukupan rizik	(1/3, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	0.417
Veliki ukupan rizik	(1/6, 1/4, 1/2)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	0.118
KSR				
Mali ukupan rizik	(1, 1, 1)	(1, 1, 3)	(1, 3, 5)	0.457
Srednji ukupan rizik	(1/3, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	0.457
Veliki ukupan rizik	(1/5, 1/3, 1)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	0.086
OLP				
Mali ukupan rizik	(1, 1, 1)	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)	0.511
Srednji ukupan rizik	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 3)	0.303
Veliki ukupan rizik	(1/5, 1/3, 1)	(1/3, 1, 1)	(1, 1, 1)	0.186

Lokalni i globalni prioriteti nivoa rizika prikazani su u tabeli 4.7. Prema ovim rezultatima logistički proces ima mali ukupan rizik sa značajem 46.8%.

Tabela 4.7. Lokalni i globalni prioriteti – Model 2

Elementi rizika → Visina rizika ↓	KTO	POR	TKO	KSR	OLP	Finalni vektor prioriteta W
	0.393	0.287	0.085	0.088	0.147	
Mali ukupan rizik	0.227	0.096	0.040	0.040	0.075	0.468
Srednji ukupan rizik	0.146	0.096	0.036	0.040	0.045	0.377
Veliki ukupan rizik	0.020	0.096	0.010	0.008	0.027	0.155

Najveći prioritet ima rizik karakteristika i tehnoloških osobina robe (KTO) sa 39.3% uticaja, a najmanji prioritet ima rizik tehnoloških karakteristika i organizacije prevoza (TKO) sa 8.5% uticaja na ukupan rizik.

Poređenje rezultata dobijenih primenom Modela 1 i 2, ukazuje na veliku sličnost. Odstupanja dobijenih rezultata primenom metoda AHP i FAHP mogu se smatrati prihvatljivim i nastala su usled činjenice da metoda FAHP sa većim značajem uvažava subjektivnost eksperata kod poređenja kriterijuma i alternativa.

4.4.3. Model 3

Model 3 je fazi sistem koji se zasniva na pet ulaznih veličina – elemenata rizika, koji mogu imati vrednosti mali, srednji i veliki rizik. Izlazni rezultat modela je ukupna vrednost rizika logističkog procesa. U ovom modelu se interval vrednosti l_i za svaki element rizika i i svaki nivo rizika određuje na osnovu vrednosti prioriteta elemenata rizika dobijenih Modelima 1 i 2. Parametri funkcija pripadnosti svih ulaznih promenljivih fazi sistema, prikazane su u tabeli 4.8.

Tabela 4.8. Parametri funkcija pripadnosti ulaznih promenljivih fazi sistema

Elementi rizika	KTO	POR	TKO	KSR	OLP
Model 1	0.488	0.233	0.074	0.087	0.118
Model 2	0.393	0.287	0.085	0.088	0.147
Mali rizik	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	13.215	7.8	2.385	2.625	3.975
Srednji rizik	4.405	2.6	0.795	0.875	1.325
	22.025	13	3.3975	4.375	6.625
	39.645	34.4	7.155	7.875	11.925
Veliki rizik	30.835	18.2	5.565	6.125	9.275
	44.05	26	7.95	8.75	13.25
	44.05	26	7.95	8.75	13.25

Testiranje Modela 3 je urađeno na velikom broju hipotetičkih primera. S obzirom na nepostojanje statističkih podataka, ulazne veličine (koje predstavljaju pet elementa rizika - KTO, POR, TKO, KSR i OLP) su dobijene simulacijom. Svaki element rizika i je simuliran kao nezavisna promenljiva koja ima ravnomernu raspodelu u intervalu $(0, l_i)$. Simulirano je 1000 skupova ulaznih podataka. Izlazni rezultat modela je visina

ukupnog rizika logističkog procesa. Analiza izlaznih rezultata je obuhvatila određivanje relativnih težinskih faktora svakog elementa rizika i njihovo učešće u ukupnom riziku.

U tabeli 4.9. su prikazani rezultati dobijeni Modelom 1, Modelom 2 i Modelom 3.

Tabela 4.9. Izlazni rezultati primene Modela 1, Modela 2 i Modela 3

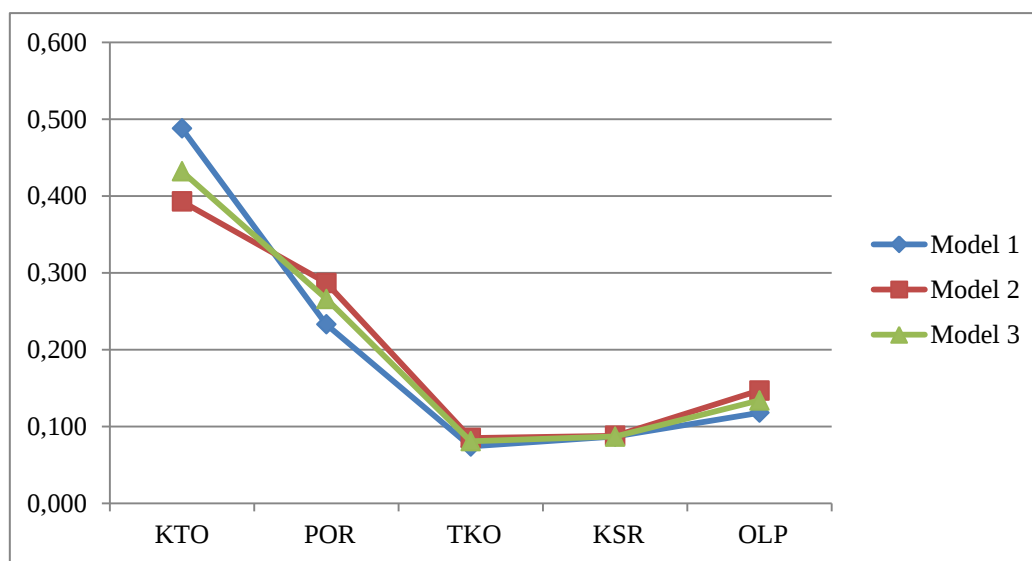
Elementi rizika	KTO	POR	TKO	KSR	OLP
Model 1					
Mali ukupan rizik	0.309	0.078	0.034	0.037	0.071
Srednji ukupan rizik	0.127	0.078	0.031	0.037	0.024
Veliki ukupan rizik	0.052	0.078	0.009	0.012	0.024
c_i	0.488	0.233	0.074	0.087	0.118
Model 2					
Mali ukupan rizik	0.227	0.096	0.040	0.040	0.075
Srednji ukupan rizik	0.146	0.096	0.036	0.040	0.045
Veliki ukupan rizik	0.020	0.096	0.010	0.008	0.027
S_i	0.393	0.287	0.085	0.088	0.147
Model 3					
$(c_i + S_i)/2$	0.441	0.260	0.079	0.088	0.133
Fazi sistem	0.432	0.266	0.081	0.087	0.134

Analiza rezultata ukazuje na sledeće zaključke:

- Model 1 i Model 2 su konzistentni i njihovi izlazni rezultati ne pokazuju značajne razlike.
- Model 3 daje rezultate koji odgovaraju rezultatima dobijenim sa Modelom 1 i Modelom 2. Ako se uporede rezultati Modela 3 sa prosekom vrednosti dobijenih Modelima 1 i 2, razlike su manje od 2.5% za sve elemente rizika.
- Rangiranje težinskih faktora elemenata rizika je isto za sve tri modela (KTO, POR, OLP, KSR, TKO).

- Najveći uticaj na ukupan rizik logističkog procesa imaju karakteristike i tehnološke osobine robe – KTO (39.3% – 48.8%), a zatim pakovanje i obezbeđenje robe – POR (23.3% – 26.6%).
- Tehnološke karakteristike i organizacija prevoza – TKO (7.4% – 8.5%), karakteristike i specifičnosti relacije prevoza – KSR (8.7% – 8.8%) i ostali logistički parametri – OLP (11.8% – 14.7%) manje utiču na ukupan rizik.

Na slici 4.8. je dat prikaz izlaznih rezultata za sva tri modela za ocenu rizika.



Slika 4.8. Grafički prikaz izlaznih rezultata tri modela za ocenu rizika

Na osnovu rezultata primene tri modela za ocenu rizika, može se zaključiti da elementi rizika KTO i POR imaju najveći uticaj na ukupni rizik. To znači da posmatranu klasu logističkih procesa karakteriše relativno velika rizičnost robe koja se prevozi u odnosu na spoljne uticaje, velika rizičnost u odnosu na dinamičke uticaje u toku prevoza, podložnost rizicima krađe i neisporuke u procesu transporta i dr. Iz tih razloga pakovanje i obezbeđenje robe u toku prevoza čini važan segment koji može značajno smanjiti rizik. Troškovi unapređenja pakovanja i obezbeđenja robe mogu ostvariti značajne efekte u vezi smanjenja rizika, što se može relativno pouzdano sagledati sprovođenjem analize troškova i koristi (*cost-benefit*).

Razvijeni modeli ocene rizika su pokazali visok nivo saglasnosti izlaznih rezultata. Odstupanja u značaju elemenata rizika između Modela 2 i 3 su manja od 10% (KTO,

POR, OLP), odnosno 5% (KTO, KSR). U slučaju većih odstupanja, potrebno je ponoviti proces ekspertskog ocenjivanja ulaznih parametara svih modela, dok se ne dobiju vrednosti koje odgovaraju utvrđenoj toleranciji odstupanja. Ukoliko se u segmentu ocene ili kontrole rizika uoče promene u odnosu na strukturu i visinu ulaznih parametara, ceo proces se koriguje sve do dobijanja prihvatljivih rešenja.

5. PRIMENA MODELA RIZIKA U TRANSPORTNOM OSIGURANJU

Postoji mnogo definicija pojma osiguranje. Osiguranje predstavlja ugovor u kome jedna strana prihvata da drugoj strani kompenzuje štete (*Dorfman*, 2006). Strana koja prihvata da plaća štete naziva se osiguravač, a strana koja ima prava na naknadu štete naziva se osiguranik. Postoje brojne podele vrsta osiguranja u zavisnosti od izbora kriterijuma podele. Osnovna podela je na životno i neživotno osiguranje.

Transportno osiguranje predstavlja najstariji poznati oblik osiguranja i njegov razvoj se smatra temeljem svih drugih vrsta osiguranja. Transportna osiguranja obuhvataju širok spektar različitih osiguranja kao što su osiguranje robe u transportu, plovni objekata, vazduhoplova, odgovornosti različitih učesnika u transportu i dr.

Osiguranje robe u transportu je osiguranje različitih materijalnih interesa mnogobrojnih učesnika koji su uključeni u procese fizičke distribucije robe. Ovo osiguranje podrazumeva pružanje obezbeđenja osiguranicima koji su izloženi različitim rizicima koji se mogu realizovati u toku procesa transporta, skladištenja i manipulacije robom, davanjem novčane naknade za eventualnu štetu koju bi osiguranici pretrpeli ostvarenjem transportnih rizika. Kod osiguranja robe u transportu predmet osiguranja je roba, kao i finansijski interesi ugovarača osiguranja koji su izloženi transportnim rizicima (*Tomašić*, 1987; *Seltmann*, 2004; *Dunt*, 2009; *Thomas*, 2009; *Pavić*, 2012).

Osiguravajuće pokriće ili širina osiguravajućeg pokrića (engl. *Insurance cover*, *Insurance protection*, *Scope of cover*, *Extent of cover*) predstavlja ugovorno obezbeđenje osiguranika na osnovu koga će osiguravač nadoknaditi posledice nekog ekonomski štetnog događaja. S obzirom na činjenicu da se uslovi osiguravajućeg pokrića najčešće prilagođavaju posebnim potrebama i zahtevima ugovarača osiguranja, kod osiguranja robe u transportu se često ugovara pokriće pojedinačnih, specifičnih rizika koji nisu obuhvaćani standardizovnim uslovima ili kompletima klauzula osiguranja.

Kod osiguranja robe u transportu, rizici se dele u četiri osnovne kategorije: osnovni rizici, dopunski rizici, specijalni ili posebni rizici, i ratni i politički rizici. U većini zemalja u svetu osiguranje robe u transportu se zasniva na klauzulama *Instituta*

londonskih osiguravača (engl. *Institute of London Underwriters*), koji je danas poznat pod nazivom *International Underwriting Association (IUA)*. Institutske klauzule imaju pet osnovnih kompleta klauzula i to: tri kompleta za osiguranje transportnih rizika *ICC (A)*, *ICC (B)*, *ICC (C)* (Prilog 3), komplet za osiguranje ratnih rizika i komplet za osiguranje rizika štrajka.

Pod štetama u transportnom osiguranju podrazumevaju se materijalna oštećenja i gubici kao i troškovi nastali usled ostvarenja osiguranih rizika. Štete mogu biti gubitak, oštećenje ili uništenje robe, troškovi sprečavanja uvećanja šteta kao i eventualni drugi troškovi, ukoliko su posebno ugovoreni (npr. očekivana a izgubljena dobit, troškovi transporta, carine itd.). Prema institutskim klauzulama za osiguranje robe, pravi se razlika između različitih kategorija šteta: stvarnog i izvedenog potpunog gubitka, delimičnog gubitaka, zajedničke (generalne) havarije, nagrade za spasavanje, troškova spasavanja, obaveza naknade štete trećim licima, i troškova konstatacije i rešavanja šteta (Tomašić, 1987; Seltsmann, 2004; Thomas, 2009; Dunt, 2009; Pavić, 2012).

Postoje brojne specifičnosti transportnih osiguranja, koje ovu vrstu izdvajaju od ostalih imovinskih osiguranja. Transportna osiguranja su često kompleksna i zahtevaju multidisciplinarna znanja. Za razliku od većine drugih imovinskih osiguranja, transportno osiguranje je često zasnovano na međunarodnom pravu, međunarodnim konvencijama (*CMR*, *CMNI*, *CIM*, *TIR*, *ATA*, *FIATA*, *ADR*, *RID* i dr.) i uzansama (*INCOTERMS*, lučke uzanse, uzanse pakovanja, obezbeđenja robe i dr.), međunarodnim uslovima i klauzulama osiguranja i dr. Brojni autori ukazuju na specifičnosti transportnih osiguranja i kompleksnost procesa određivanja premijskih stopa, naročito kod osiguranja robe u transportu (Mellert, 2000; Seltsmann, 2004).

Aktuarstvo obuhvata širok spektar aktivnosti u cilju obezbeđenja izmirenja finansijskih obaveza iz zaključenih osiguranja i drugih finansijskih aktivnosti osiguravača, izračunavanje premijskih stopa i premija osiguranja, kontrolu rizika poslovanja osiguravača, rezervisanje šteta, procenu pouzdanosti investicija, izveštavanje nadzora osiguravača i dr. Anderrajting podrazumeva proces analize, selekcije i klasifikacije zahteva za osiguranje, procenu izloženosti potencijalnih klijenata određenim rizicima, kao i određivanje uslova i cene osiguravajućeg pokrića (DeWit, 1982; Klen, 2004; Macedo, 2009). Aktuari i anderrajteri u praksi često imaju sveobuhvatnu komunikaciju i

zajedničke aktivnosti u vezi izrade tarifnih sistema za određene vrste ili predmete osiguranja.

Kako bi anderrajterske odluke bile što ispravnije i pouzdanije, anderrajteri pored multidisciplinarnog znanja o vrstama osiguranja za koje su specijalizovani, moraju imati i široko poznavanje aktuarske teorije i prakse. Upravljačka odluka anderrajtera transportnih osiguranja se najčešće donosi na osnovu informacija koje se dobijaju o predmetima osiguranja od samog klijenta, ugovarača osiguranja, različitih logističkih sistema, nadležnih stručnih lica osiguravača, eksternih lica angažovanih za pregled predmeta osiguranja, relevantnih institucija za ocenu boniteta klijenta, itd.

Za osiguravača je veoma bitno da dobije potpune i tačne informacije za ocenu visine rizika svakog osiguravajućeg pokrića. Međutim, u praksi je prisutna i pojava kada osiguranici svesno selektuju informacije ili pružaju netačne informacije o visini internih ili eksternih rizika koja se u osiguranju naziva *antiselekcija* (engl. *Adverse selection, Antiselection*) (Werner i Modlin, 2010; Rejda, 2008). Antiselekcija je za osiguravajuće kuće vrlo nepovoljna i posmatra se kao jedan segment operativnih rizika u osiguranju.

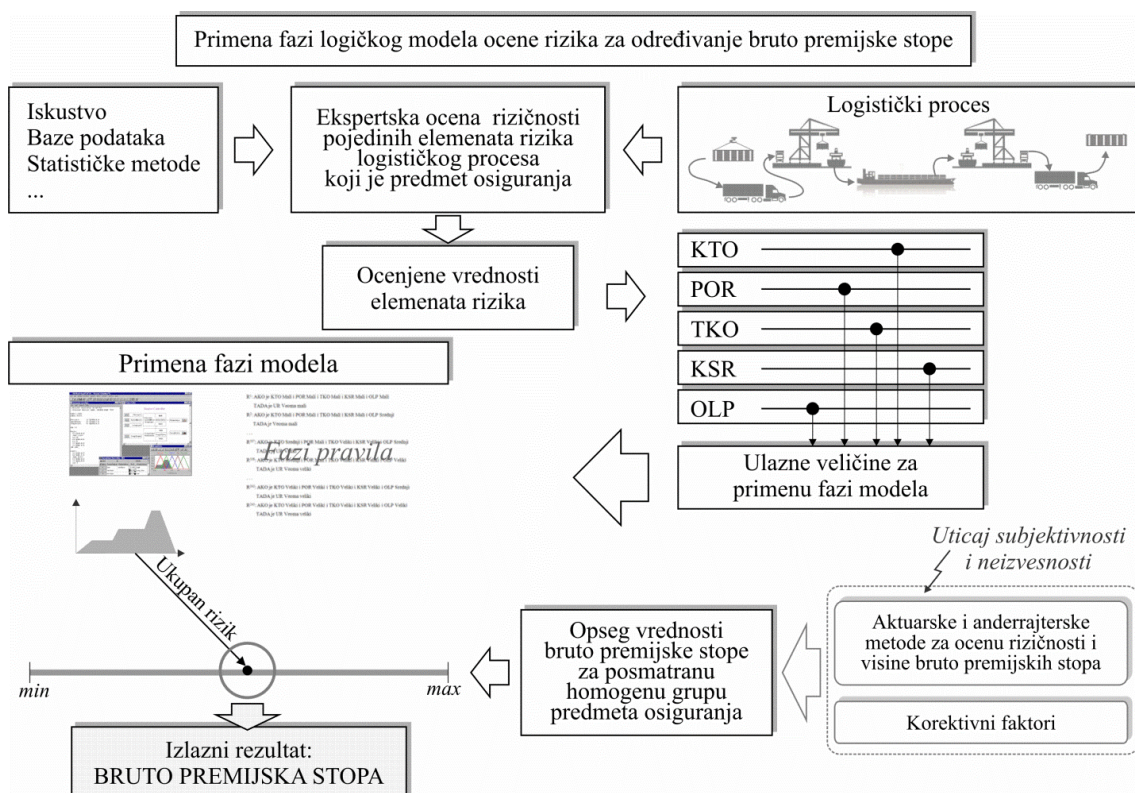
Cilj svakog osiguravača da premijom osiguranja obezbedi pokriće eventualne štete. U ovom kontekstu, osnovni problem je kako obezbediti procenu dovoljne tehničke premije koja će pokriti nastale štete. Pored ukupnih troškova budućih šteta, osiguravač ima značajne dodatne izdatke koji proizilaze iz organizacije osiguravača (npr. troškovi naknada zaposlenih, troškovi upravljanja, različiti eksterni troškovi, troškovi reosiguranja i dr.).

Budući da je proces rada aktuara i anderrajtera povezan sa različitim procenama i korišćenjem multidisciplinarnog ekspertskog znanja, to je logično da je baš u tom segmentu moguće tražiti pravce potencijalnih poboljšanja i eventualno primenu određenih alata za podršku njihovom odlučivanju. U tom smislu, u nastavku je predložen pristup u okviru koga se deo procesa utvrđivanja bruto premijske stope automatizuje korišćenjem, u disertaciji razvijenog, fazi modela za ocenu rizika. Ideja predloženog pristupa je da se stepen subjektivnosti donosilaca odluke minimizira primenom modela.

5.1. Primena fazi logičkog modela ocene rizika za određivanje bruto premijske stope u transportnom osiguranju

Ideja da se stepen subjektivnosti donosilaca odluke minimizira realizovana je korišćenjem modela opisanog u prethodnom delu ove disertacije. Razvijeni fazi model omogućava ocenu ukupnog rizika, a uz podršku ekspertskih ocena i drugih podataka, i iskorišćen je za određivanje bruto premijske stope.

Konceptualni prikaz primene fazi logičkog modela za određivanje bruto premijske stope dat je na slici 5.1.



Slika 5.1. Primena fazi logičkog modela ocene rizika za određivanje bruto premijske stope

Sa slike je očigledno da se fazi model koristi kao podrška donosiocima odluka kod fazi ocene rizika, na način da se ekspertaska ocena rizika posmatranog logističkog procesa, koji je predmet osiguranja, zameni i poboljša ocenom vrednosti elemenata rizika koji onda postaju ulazne veličine za primenu razvijenog fazi modela. Ocenjeni ukupni rizik posmatranog logističkog procesa, kao izlazni rezultat fazi modela, potom se preslikava

u bruto premijsku stopu. Opseg vrednosti bruto premijske stope za posmatrani logistički proces, koji se odnosi na transport određene homogene grupe predmeta osiguranja, određuje se na osnovu primene različitih aktuarskih i anderrajterskih metoda, skupa parametara koji utiču na premijsku stopu i određenih korektivnih faktora.

5.1.1. Ekspertska ocena rizičnosti pojedinih elemenata rizika

Kod osiguranja robe u transportu često se vrši ekspertska ocena rizičnosti pojedinih elemenata rizika posmatranog logističkog procesa u cilju sagledavanja ukupnog rizika, na osnovu čega se određuje premijska stopa ili premija osiguranja. Definisanje elemenata ugovora o osiguranju i ocena visine premijske stope obuhvataju ekspertsko sagledavanje uticaja brojnih faktora uključujući potencijalne inicijalne rizične događaje, indirektne događaje, uzroke nastanka događaja, modalitete različitih uticaja i dr.

Ukoliko anderrajteri i aktuari redovno određuju veće premijske stope od realnih usled neadekvatnog ekspertske sagledavanja parametara rizika, to može doprineti smanjenju tražnje za osiguranjem i dovesti do tržišnog neuspeha osiguravača i neostvarenja očekivanog profita iz delatnosti. U suprotnom, ugovaranjem nižih premijskih stopa od realnih generišu se rizici nemogućnosti ispunjenja obaveza iz ugovora o osiguranju, narušavanja interesa osiguranika, gubitka poslovnog ugleda osiguravača i dr., a u određenim slučajevima i rizici narušavanja likvidnosti i solventnosti osiguravača.

Brojni problemi u vezi odlučivanja karakterišu i oblast osiguranja, naročito transportna osiguranja. U praksi se često sreće slučaj da različiti eksperti imaju različite percepcije u vezi rizika istih ili sličnih osiguravajućih pokrića. Takođe, različiti eksperti mogu dati nekonzistentne informacije kod kreiranja modela za ocenu rizika.

5.1.1.1. Izvori podataka za ocenu rizika

U pokušaju da se minimiziraju greške percepcije i nekonzistentnosti informacija, kod ocene rizika logističkih procesa koriste se različiti izvori podataka, a najčešće su to iskustveni podaci i informacije u raspoloživim bazama podataka. Iskustvo anderrajtera je uslov za donošenje kvalitetnih odluka u vezi dovoljnosti premije ili premijskih stopa osiguranja, ali se u praksi pojavljuje problem pouzdanosti takve odluke, jer je iskustvo često bazirano na određenim subjektivnim uverenjima koja ne moraju da budu ispravna.

Postoje brojni radovi koji se bave različitim operativnim rizicima u industriji osiguranja uključujući rizike neiskustva i pogrešnih odluka anderrajtera u osiguranju (Sharma, 2002; Tripp i ostali, 2004).

Nažalost, korišćenje baza podataka o rizicima često nije moguće zbog nepostojanja reprezentativnih statističkih podataka. Ukoliko baze podataka o rizicima postoje, prisutno je i pitanje kredibilnosti, odnosno, poverenja u ocenu, iz baze izvedenih podataka. Pitanje kredibilnosti posebno dolazi do izražaja u situacijama kada se ocena rizika odnosi na homogenu grupu predmeta osiguranja u kojoj ne postoji dovoljno statističkih podataka. Teorija kredibiliteta (engl. *Credibility theory*) inače, već dugi niz godina zaokuplja pažnju istraživača a Sabharwal (1975) piše o njenoj primeni za određivanje premijskih stopa kod osiguranja robe u transportu.

5.2.1.2. Rizik logističkog procesa koji je predmet osiguranja

Ocena rizika logističkih procesa podrazumeva analizu karakteristika i specifičnosti svakog pojedinačnog procesa, koji je predmet osiguranja. U praksi osiguranja se, najčešće, donosi intuitivna odluka o visini ukupnog rizika, što direktno utiče na visinu premijske stope. Nasuprot tome, ovim modelom se predlaže nešto “precizniji” pristup koji podrazumeva da se rizik ocenjuje za različite elemente rizika logističkog procesa, koji su dominantni. Predlaže se, zapravo, da se ocena ukupnog rizika logističkog procesa bazira na primeni modela čije su ulazne veličine različiti elementi rizika (KTO, POR, TKO, KSR i OLP), na način kako je to objašnjeno u prethodnom delu. Time se u najvećoj mogućoj meri utiče i na smanjenje nivoa subjektivnosti ocene, što je izdvojeno kao jedan od značajnih problema iskustvenih i ekspertskih procena.

Dakle, za svaki konkretan logistički proces koji je predmet osiguranja anderrajteri ocenjuju rizik za svaki od elemenata ukupnog rizika (KTO, POR, TKO, KSR i OLP) dok se ocena ukupnog rizika realizuje primenom fazi modela. Ocena rizika pojedinih elemenata može biti realizovana primenom različitih skala, čiji se opsezi vrednosti mogu prilagoditi praksi ocenjivača, koje se potom preslikavaju u interval vrednosti odgovarajućih fazi brojeva. Ovakvim pristupom se, kao konsekvencija, povećava i tačnost određivanja bruto premijskih stopa.

5.1.2. Definisanje opsega vrednosti bruto premijske stope

Definisanje opsega vrednosti bruto premijskih stopa u osnovi predstavlja kompleksan zadatak aktuara i anderrajtera. Realizovanje ovoga zadatka podrazumeva mogućnost primene različitih metoda i tehnika kao i korišćenje određenih korektivnih faktora. Posebno, kompleksnost ovoga zadatka potencira i prisustvo neizvesnosti, odnosno subjektivnosti koje zajedno čine potencijal za pojavu grešaka ocene visine premijske stope.

U aktuarskoj i anderrajterskoj praksi problem definisanja opsega vrednosti bruto premijske stopa uključuje realizaciju sledeća dva koraka:

- izbor i primena metoda za određivanje bruto premijskih stopa,
- utvrđivanje korektivnih faktora koji utiču na visinu bruto premijske stope i sprovođenje drugih, odgovarajućih korekcija.

5.1.2.1. Izbor i primena metode za određivanje bruto premijskih stopa

Izbor odgovarajuće aktuarske ili anderrajterske metode za ocenu rizičnosti i visine bruto premije ili premijskih stopa zavisi od brojnih činilaca, kao što su karakteristike posmatrane vrste osiguranja, prisustvo različitih ograničenja, reprezentativnost statističkih podataka, veličina portfolija osiguravača, raspoloživost kadrovskih resursa i dr. U praksi se koristi veliki broj metoda kod određivanja premije ili premijskih stopa osiguranja. Prema najgrubljoj podeli ove metode se dele na:

- Metode ocene visine premije zasnovane na statistici, i
- Metode ekspertske ocene visine premije koje su zasnovane na intuiciji, iskustvu i znanju.

Metode ocene visine premije zasnovane na statistici prema (McClenahan, 2001; Werner i Modlin, 2010) su:

- Premijska metoda (engl. *Pure premium method*) i
- Metoda racija šteta (engl. *Loss ratio method*).

U svetskoj praksi se koristi i više modaliteta izračunavanja premije zasnovanih na Premijskoj metodi i Metodi racija šteta, kao što su Iskustveno izračunavanje premijske

stope (engl. *Experience rating*), Izračunavanje premijske stope na osnovu izloženosti riziku (engl. *Exposure Rating*), Izračunavanje premijskih stopa na osnovu modifikacije standardne premijske stope (engl. *Schedule Rating*), Retrospektivno izračunavanje premijske stope (engl. *Retrospective Rating*) (Neuhaus, 2004; Werner i Modlin, 2010) i dr.

Premijska metoda se bazira na korekciji neto premije po jedinici izloženosti riziku u odnosu na fiksne troškove, uz primenu faktora varijabilnih troškova i faktora dobiti i nepredviđenih okolnosti. Na osnovu ove metode može se dobiti indikativna bruto premija po jedinici izloženosti riziku (McClenahan, 2001, 2004; Werner i Modlin, 2010):

$$B_P = \frac{N_P + F}{1 - V - D} \quad [5.1]$$

gde je:

B_P - indikativna bruto premija po jedinici izloženosti riziku

N_P - neto premija (premija za pokriće očekivanih šteta po jedinici izloženosti riziku)

F - fiksni troškovi u odnosu na izloženost riziku

V - faktor varijabilnih troškova u vezi premije

D - faktor dobiti i nepredviđenih okolnosti (neizvesnosti)

Brojni autori kod određivanja premija ili premijskih stopa osiguranja u različite aktuarske i anderrajterske izraze i modele uvode faktor nejasnosti, neodređenosti ili faktor greške u oceni (engl. *Ambiguity*) (Viscusi, 1993; Kunreuther i ostali, 1995; Kunreuther, 1989; Kahn i Sarin, 1988). U okviru iste homogene grupe robe mogu postojati razlike između uticaja utvrđenih elemenata rizika koje pojedinačno ili zbirno mogu uticati na ukupan rizik konkretnog osiguravajućeg pokrića. Takođe, rizici koji se prihvataju u osiguranje često veoma kompleksni i postoje različite uzročno-posledične veze između poznatih i očekivanih rizika u okviru homogene grupe predmeta osiguranja. Ta činjenica uslovljava potrebu definisanja bruto premije i bruto premijskih stopa u određenom opsegu, od minimalne do maksimalne vrednosti.

Kod izračunavanja premije ili premijskih stopa korišćenjem statističkih metoda sprovode se različiti aktuarski i anderrajterski postupci:

- **Izbor kriterijuma obrade podataka.** Postoje tri osnovna kriterijuma obrade podataka neophodnih za statistiku osiguranja: na bazi kalendarske godine, na bazi godine nastanka štetnog događaja i na bazi godine trajanja polise osiguranja (Brown i Gottlieb, 2001; Kaas i ostali, 2009; Werner i Modlin, 2010). McClenahan (2004) poredi navedene kriterijume u odnosu na njihove attribute, preciznost i ograničenja, na osnovu čega se može doneti odluka o najprihvatljivijem kriterijumu u odnosu na specifičnosti poslovnog sistema osiguravača.
- **Usvajanje principa formiranja premije osiguranja.** Principi formiranja premije osiguranja (engl. *Premium principles*) predstavljaju aktuarska pravila na osnovu kojih osiguravajuće kuće određuju premiju ili premijske stope osiguranja za preuzete rizike. U literaturi se sreće više metoda koje aktuari koriste kod definisanja premijskih principa kao što su *Metoda zasnovana na pojedinačnom slučaju* (engl. *The Ad Hoc Method*), *Metoda zasnovana na obeležjima osiguranja* (engl. *The Characterization Method*) *Ekonomska metoda* itd. Najčešće zastupljeni principi određivanja premije osiguranja su *Princip neto premije*, *Princip očekivane vrednosti*, *Princip varijanse premije*, *Princip standardne devijacije premije*, *Princip ekvivalentne koristi*, *Eksponecijalni princip premije*, *Esscher-ov princip premije* (Young, 2004, 1999; Kaas i ostali, 2009) i dr.
- **Primena metoda korekcije premije.** Utvrđena visina bruto premije često se koriguje jer postoje brojni konstantni ili promenljivi faktori koji utiču na rizik, a samim tim i na premije osiguranja. U praksi se najčešće koriste tri aktuarske metode korekcije utvrđene premije (engl. *Premium Adjustments*) i to: *Korekcija u odnosu na utvrđenu visinu premijske stope*, *Korekcija u odnosu na trend premije* i *Korekcija u odnosu na odstupanja osiguravajućeg pokrića* (Brown i Gottlieb, 2001; McClenahan, 2004; Werner i Modlin, 2010).
- **Primena metoda korekcije iznosa i razvoja šteta.** U cilju uvećanja preciznosti određivanja neto premija ili premijskih stopa za pojedine grupe rizika, pored odgovarajućih korekcija premija u aktuarskoj praksi se vrši i *Korekcija iznosa šteta*

(engl. *Loss Adjustments*). Procena ukupnih šteta koje predstavljaju obavezu osiguravača ili zbira visine pojedinačnih šteta koje do kraja godine nisu isplaćene, ili nisu isplaćene u celosti naziva se *Rezerva šteta* ili *Rezervisane štete*. U praksi se koriste različite aktuarske metode kod *procene trenda šteta* (engl. *Adjustment for loss trend*) i konačnog projektovanog iznosa šteta, na osnovu čega se vrše odgovarajuće *Korekcije za razvoj šteta* (engl. *Adjustment for loss development*). Kod analize i donošenja kvantitativnih pokazatelja u ovom segmentu najčešće se primenjuju *Metoda lančane lestvice* (engl. *Chain-ladder method*) i *Bornhuetter-Ferguson metoda* (McClenahan, 2001, 2004; Werner i Modlin, 2010).

Primenom navedenih aktuarskih i anderrajterskih metoda može se dobiti neto premijska stopa za posmatranu homogenu grupu predmeta osiguranja. U praksi se najčešće ne primenjuju sve navedene metode već samo one za koje se mogu obezbediti potrebne informacije i odgovarajući uslovi.

U cilju formiranja bruto premijskih stopa pored navedenih postupaka statističkog određivanja premijskih stopa u praksi se sagledavaju različiti troškovi i faktori neizvesnosti:

- ***Troškovi u vezi rešavanja šteta.*** Kod izračunavanja premije ili premijskih stopa osiguravači sprovode korekcije iznosa rešenih šteta za različite troškove u vezi rešavanja šteta, odnosno navedeni troškovi se najčešće sabiraju sa iznosima rešenih šteta. Navedeni troškovi mogu biti *Raspoređeni troškovi rešavanja štete* *Neraspoređeni troškovi rešavanja šteta*. Raspoređeni troškovi se mogu dodeliti konkretnoj šteti, dok se neraspoređeni troškovi ne mogu pripisati konkretnoj šteti već se pripisuju određenoj grupi šteta (Brown i Gottlieb, 2001; McClenahan, 2004; Werner i Modlin, 2010).
- ***Troškovi sprovođenja osiguranja.*** U cilju formiranja bruto premije ili premijskih stopa osiguravači sagledavaju sve troškove sprovođenja osiguranja. U ove troškove spadaju troškovi preuzimanja rizika (različiti troškovi prodaje osiguranja) i troškovi uprave (npr. troškovi finansijskih rezervisanja, zarada zaposlenih u upravi, davanja različitih naknada, troškovi usluga, amortizacije, materijala i energije i brojni drugi troškovi). Troškovi preuzimanja rizika su oni koji su u vezi sa zaključenjem ugovora

o osiguranju i oni mogu biti *fiksni* i *varijabilni* (Brown i Gottlieb, 2001; McClenahan, 2004).

- **Očekivana dobit i nepredviđene okolnosti** su u direktnoj srazmeri sa premijom osiguranja, odnosno mogu biti iskazani kao faktor neizvesnosti koji se redovno primenjuje u cilju formiranja bruto premije osiguranja (McClenahan, 2004). Kako očekivan broj i iznos šteta u osiguranju predstavlja stohastičku kategoriju, moguća su značajna odstupanja koja su povezana sa tim neizvesnostima. Ova odstupanja se pokrivaju primenom *Faktora dobiti i nepredviđenih okolnosti* (engl. *Profit and contingencies factor*). U praksi se sreću dva pristupa određivanja navedenog faktora i to implicitni i eksplicitni (Brown i Gottlieb, 2001).

Na osnovu izloženog određuje se bruto premija ili bruto premijska stopa za određenu homogenu grupu predmeta osiguranja koja predstavlja neto premiju ili neto premijsku stopu, uvećanu za različite korektivne faktore, troškove i faktor dobiti i nepredviđenih okolnosti.

Kod statističkih metoda se često koristi Teorija kredibiliteta. Ukoliko kod ocene rizika homogenih grupa predmeta osiguranja ne postoji dovoljan broj statističkih podataka, tačnost ocene neće biti dovoljno kredibilna (Norberg, 2004; Neuhaus, 2004). Brojni autori primenjuju teoriju kredibiliteta u različitim oblastima neživotnih osiguranja. Ostaszewski i Karwowski (1992) predlažu primenu teorije fazi skupova u aktuarskoj teoriji kredibiliteta.

Metode ekspertske ocene visine premije predstavljaju tradicionalne metode koje su se koristile u prošlosti, međutim često se koriste i danas kod različitih, specifičnih vrsta osiguranja (npr. osiguranje robe u transportu, osiguranje kompleksnih plovnih objekata, osiguranje vazduhoplova, određene vrste osiguranja od odgovornosti, kreditna osiguranja i dr.). Ove metode se najčešće primenjuju kod netarifnih osiguranja i one podrazumevaju primenu odgovarajućih anderrajterskih tehnika i principa za određivanje premije i premijskih stopa. Visina premije se najčešće ocenjuje na bazi intuicije, iskustva ili na osnovu raspoloživih, nereprezentativnih podataka, i zavisi od karakteristika osiguravajućeg pokrića, različitih specifičnosti i ograničenja. U praksi, ekspertska ocena rizika osiguravajućih pokrića se vrši od strane anderrajtera, koji su

najčešće specijalizovani za pojedine vrste osiguranja i imaju široko znanje i iskustvo o rizicima u odnosu na predmet osiguranja i osiguravajuće pokriće.

Najčešći pokazatelji ocene ispravnosti aktuarskih i anderrajterskih postupaka i pretpostavki su: Racio šteta (engl. *Loss Ratio*), Racio šteta uvećanih za troškove rešavanja šteta (engl. *Loss Adjustment Expense Ratio - LAE Ratio*), Racio troškova anderrajtinga (engl. *UW Expense Ratio*), Racio operativnih troškova (engl. *Operating Expense Ratio - OER*), Kombinovani racio (engl. *Combined Ratio*) i dr. Prema nacionalnoj regulativi iz oblasti osiguranja jedan od pokazatelja adekvatnosti, odnosno ispravnosti ugovorenih bruto premija ili premijskih stopa osiguranja kod različitih vrsta osiguranja je Merodavni tehnički rezultat, koji predstavlja količnik merodavnih šteta i merodavnih tehničkih premija u samopridržaju, i po pravilu se sagledava na godišnjem nivou. Navedeni pokazatelj se koristi kod ocene dovoljnosti primenjenih bruto premijskih stopa određenih vrsta i podvrsta osiguranja, međutim, u određenim slučajevima se može koristiti i kod analize primenjenih bruto premijskih stopa homogenih grupa predmeta osiguranja.

5.1.2.2. Utvrđivanje korektivnih faktora koji utiču na visinu bruto premijske stope

Utvrđena premija ili premijska stopa osiguranja koja se određuje primenom metoda zasnovanih na statistici ili ekspertskom ocenom anderrajtera se može korigovati, u zavisnosti od brojnih uticaja na visinu rizika osiguravajućeg pokrića, različitih troškova, modaliteta i specifičnosti zaključenja različitih osiguranja i dr. Postoje brojni korektivni faktori koje je često potrebno sagledati i uključiti kod donošenja odluke o konačnoj premijskoj stopi za konkretno osiguravajuće pokriće, kao što su:

- **Reosiguranje.** Reosiguranje predstavlja najčešći instrument prenosa dela rizika iznad sopstvenog kapaciteta osiguravača. Deo rizika koji osiguravač zadržava za sebe naziva se *Samopridržaj*. Određivanje premije reosiguranja zavisi od tipa reosiguranja i specifičnosti osiguravajućeg pokrića i podrazumeva primenu kompleksnih matematičkih i aktuarskih metoda i modela (Goovaerts i Vyncke, 2004; Daykin i ostali, 1995; Schmitter, 2004; Deelstra i Plantin, 2014). Premija reosiguranja direktno utiče na formiranje bruto premije osiguranja.

- **Franšiza.** Franšiza je iznos koji se, prilikom nastupanja osiguranog slučaja, odbija u određenom procentu ili veličini, u zavisnosti od ugovora o osiguranju. Ugovaranjem franšize, osiguravač prenosi deo rizika na osiguranika što rezultuje smanjenjem rizika koji pokriva osiguravač i stimulacijom osiguranika da sprovodi aktivnosti u funkciji minimiziranja šteta. Vrsta i visina ugovorene franšize bitno utiču na visinu premije osiguranja (Buchanan i Priest, 2004).
- **Tip ugovora o osiguranju.** Prema svom trajanju, ugovori o transportnom osiguranju mogu biti na putovanje ili na vreme, od čega bitno zavisi i visina premije osiguranja. Osiguranje robe u transportu se može zaključiti putem pojedinačnih ili opštih ugovora (Dunt, 2009; Pavić 2012; Tomašić, 1987). Najčešći tipovi opšteg ugovora kod osiguranja robe u transportu su *Ugovor o otvorenom pokriću*, *Otpisna polisa*, *Fronting ugovori o osiguranju* i dr.
- **Bonus-malus.** Bonus-malus sistem se zasniva na principu stimulacije i destimulacije osiguranika u funkciji njegovog usmeravanja na ponašanje koje vodi ka minimizaciji rizika (Neuhaus, 2004). Stabilni klijenti osiguravača, sa stečenim ugledom i dobrim tehničkim rezultatom osiguranja redovno dobijaju povoljnije uslove i cenu osiguranja, kao i druge pogodnosti.
- **Korist.** Teorija koristi ima veliku primenu u oblasti menadžmenta rizika i osiguranju zbog činjenice da ponašanje donosioca odluke o visini rizika i njegovoj prihvatljivosti opisuje u skladu sa individualnim značajem novca. Sa aspekta institucije osiguranja, osiguranik često odlučuje da plaća premiju koja je veća od očekivane visine gubitka upravo na osnovu teorije koristi (engl. *Utility theory*) i principa opadanja marginalne koristi novca (Trownbridge, 1989; McClenahan, 2001, 2004; Brown i Gottlieb, 2001; Kaas i ostali, 2009; Daykin i ostali, 1995).
- **Tržišni faktor.** Na međunarodnom i domaćem tržištu osiguranja vlada velika konkurencija koja utiče na sniženje premija osiguranja, fleksibilnost osiguravača kod zaključenja ugovora o osiguranju, širenje asortimana proizvoda osiguranja, fleksibilnost u vezi modaliteta plaćanja premije osiguranja i dr. Brojni autori se bave uticajem tržišta na cenu osiguranja i modeliranjem tržišnih procesa u osiguranju. Murat i ostali (2002) se bave uticajem tržišne konkurencije u industriji osiguranja.

Posey (2003) daje matematičku formulaciju uticaja troškova, konkurencije i cene osiguranja na velike klijente u neživotnom osiguranju.

- **Korporativni ciljevi.** Cilj svake osiguravajuće kuće je da ostvari što veću dobit iz delatnosti osiguranja. Osiguravajuće kuće mogu imati različite politike ili strategije prihvatanja rizika, koji impliciraju spremnost, apetit ili toleranciju u vezi prihvatanja rizika.
- **Karakteristike osiguranika.** Osiguravač sagledava raspoložive informacije o ugovaraču osiguranja i osiguraniku, njihovom bonitetu, reputaciji, poslovnom ugledu, osnovnoj delatnosti, posedovanju odgovarajućih standarda poslovanja, sagledava sopstveno i iskustvo drugih osiguravača, na osnovu čega donosi odluke o modalitetu i ceni osiguravajućeg pokrića, eventualnim ograničenjima i, u određenim slučajevima, odbijanju prihvatanja posla osiguranja.

U određenim slučajevima navedeni faktori mogu biti od suštinskog značaja kod ocene rizika i visine premije, a u nekim situacijama mogu uticati na donošenje odluke osiguravača o neprihvatanju rizika u osiguranje.

Na bazi primene izabranih metoda i korekcije primenom odgovarajućih faktora utvrđuje se bruto premijska stopa koja predstavlja ekvivalent ukupnog rizika osiguravajućeg pokrića konkretnog logističkog procesa i njenom primenom na osiguranu sumu se dobija bruto premija osiguranja.

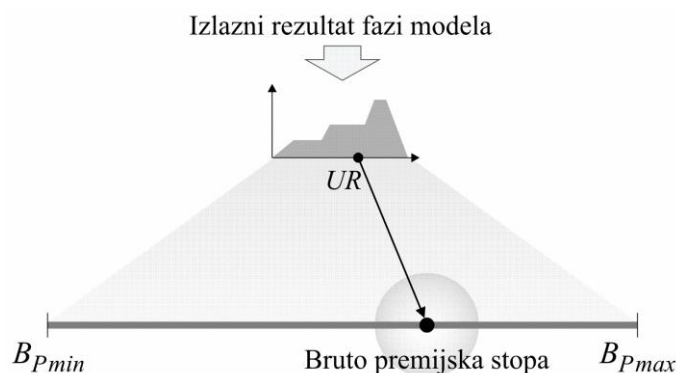
Usled postojanja neizvesnosti i neodređenosti različitih faktora koji se primenjuju u osiguranju, zbog nehomogenosti određenih klasa logističkih procesa sa aspekta rizika kao i zbog različitih karakteristika rizičnosti predmeta osiguranja u okviru posmatrane homogene grupe predmeta osiguranja, bruto premijska stopa ili bruto premija osiguranja se može izraziti ne kao jedinstvena vrednost već kao opseg definisan minimalnom i maksimalnom vrednošću (*min*, *max*).

5.1.3. Postupak primene fazi modela

Ulazne vrednosti za fazi model ocene ukupnog rizika posmatranog logističkog procesa su ekspertske ocene rizika svih elemenata rizika (KTO, POR, TKO, KSR i OLP).

Eksperti na osnovu raspoloživih podataka, analize posmatranog logističkog procesa, iskustva i lične percepcije ocenjuju visinu svakog pojedinačnog elementa rizika na jedinstvenoj skali (k_{min} , k_{max}), čije granice su posledica subjektivnog stava eksperata. U primeni fazi modela ove vrednosti se skaliraju na interval vrednosti l_i svakog od elemenata rizika i ($i = 1, \dots, 5$) za koje su i definisana odgovarajuća fazi logička pravila u okviru modela. Primenom fazi logičkog modela dobija se vrednost ukupnog rizika posmatranog logističkog procesa UR , koji je za potrebe ovoga modela definisan u opsegu $[0\%, 100\%]$.

Na osnovu aktuarskih i anderrajterskih metoda i korektivnih faktora definiše se opseg vrednosti bruto premijske stope kao (B_{Pmin}, B_{Pmax}) . S obzirom da bruto premija u najvećoj meri zavisi od visine ukupnog rizika, u ovom pristupu se do nje dolazi skaliranjem vrednosti UR na opseg (B_{Pmin}, B_{Pmax}) kao što je prikazano na slici 5.2.



Slika 5.2. Dobijanje bruto premijske stope

Bruto premijska stopa osiguranja (%) za svako konkretno osiguravajuće pokriće izračunava se prema relaciji:

$$B_p = B_{Pmin} + \left[\frac{B_{Pmax} - B_{Pmin}}{100} \right] \times UR \quad [5.2]$$

gde je:

B_p – ukupna bruto premijska stopa

B_{Pmax} – maksimalna bruto premijska stopa za homogenu grupu predmeta osiguranja

B_{Pmin} – minimalna bruto premijska stopa za homogenu grupu predmeta osiguranja

UR – ukupan rizik logističkog procesa dobijen fazi modelom [0, 100].

Primena fazi modela ocene ukupnog rizika logističkog procesa za određivanje bruto premijske stope ima brojne prednosti:

- Primena jedinstvene skale za ekspertsku procenu rizika pojedinačnih elemenata rizika može se prilagoditi praksi ocenjivača i omogućava relativno jednostavno ocenjivanje bez poznavanja fazi logičkog modela;
- Analiza i ocena pojedinačnih elemenata rizika umesto procene ukupnog rizika logističkog procesa smanjuju mogućnost greške;
- Smanjuje se subjektivnost i uticaj lične percepcije u definisanju ukupnog rizika;
- Fazi logički model predstavlja podršku odlučivanju ekspertima osiguranja za određivanje visine bruto premijske stope;
- Opseg vrednosti bruto premijske stope je rezultat različitih aktuarskih i anderrajterskih metoda i postupaka, korektivnih faktora i ekspertskog iskustva, a skaliranje vrednosti ukupnog rizika u njegove granice smanjuje subjektivne greške do kojih može doći ekspertskom procenom bruto premijske stope; i dr.

5.2. Numerički primer korišćenja fazi modela za određivanje premijske stope

Za ocenu mogućnosti primene, model je testiran na tri primera u okviru kojih je posmatrana jedna homogena grupa predmeta osiguranja robe u transportu, koju čine različiti stakleni i keramički proizvodi. Za formiranje ove homogene grupe i sagledavanje rizičnosti pojedinačnih predmeta osiguranja, korišćeni su različiti statistički podaci o realizovanim premijama i štetama u odnosu na posmatrano osiguravajuće pokriće, uvažavajući specifičnosti i različita ograničenja osiguravajućeg pokrića.

Posmatranu homogenu grupu čine različiti proizvodi kao što su ravno građevinsko staklo, građevinska stolarija sa ugrađenim staklom, staklene komponente u automobilske industriji, staklene komponente drumskog teretnog programa, različiti keramički proizvodi (keramičke pločice, sanitarni proizvodi) i druga roba sličnih karakteristika rizičnosti. Homogenu grupu karakteriše visoka osetljivost na dinamičke uticaje u toku prevoza, prisustvo izraženih manipulativnih rizika, prisustvo visokih

indirektnih rizika u slučaju saobraćajne nezgode prevoznog sredstva, nemogućnost popravke oštećene robe u slučaju realizacije rizika i dr.

Na primer, ukoliko je primenom aktuarskih i anderrajterskih metoda ocenjeno da se bruto premijska stopa $B_P = (B_{Pmin}, B_{Pmax})$ mora naći u određenom opsegu vrednosti $B_P = [0.11, 0.35](\%)$, premijska stopa za svako konkretno osiguravajuće pokriće se ocenjuje skaliranjem fazi modelom određene vrednosti ukupnog rizika na definisani opseg bruto premijske stope.

U tabeli 5.1. navedeni su primeri i rezultati korišćenja Modela 3 u cilju određivanja premijske stope, kao i subjektivne ocene tri anderrajtera (A, B i C) u vezi određivanja premijske stope osiguranja.

Tabela 5.1. Primeri korišćenja Modela 3 u cilju određivanja premijske stope

1. Predmet osiguranja	Ravno građevinsko staklo velike površine, kombinovani pomorsko-kopneni kontejnerski prevoz, uvozna pošiljka, transport od kineske luke do luke Solun, preтовar u luci Solun, FCL, drumski transport do odredišta u unutrašnjosti Srbije.					Premijska stopa B_P (%) za širinu pokrića ICC (A)				
Osnovne karakteristike rizičnosti: ▪ predmet osiguranja koji karakteriše vrlo veliki ukupan rizik ▪ veoma veliki transporni rizici (dinamički uticaji na robu, veliki pomorski rizici, mogućnost nastanka različitih kategorija šteta koje su pokrivene osiguranjem, neizvesnost spasavanja robe i dr.) ▪ veoma veliki rizici manipulacije	Vrlo veliki rizik	Veliki rizik	Vrlo veliki rizik	Veliki rizik	Srednji rizik	Fazi model	Anderrajter A	Anderrajter B	Anderrajter C	Prosek (A,B,C)
	KTO	POR	TKO	KSR	OLP					
Ocena rizika od strane korisnika Modela 3 u rasponu [1, 10]	10	8	9	7	5	0.310	0.340	0.320	0.330	0.330
2. Predmet osiguranja	Keramičke pločice različitih dimenzija, paletizovana roba, kombinovani drumsko-železnički transport, izvozna pošiljka, transport od fabrike u Srbiji do odredišta u azijskom delu Ruske federacije, skadištenje na odredištu na otvorenom prostoru sa nadstrešnicom do 60 dana.					Premijska stopa B_P (%) za širinu pokrića ICC (A)				
Osnovne karakteristike rizičnosti: ▪ predmet osiguranja koji karakteriše veliki ukupan rizik ▪ Veliki rizik relacije prevoza (neodgovarajuća transportna infrastruktura, nepovoljni geopolitički uslovi transporta i dr.) ▪ srednji rizici manipulacije ▪ veliki rizici skladištenja	Srednji rizik	Veliki rizik	Srednji rizik	Veliki rizik	Veliki rizik	Fazi model	Anderrajter A	Anderrajter B	Anderrajter C	Prosek (A,B,C)
	KTO	POR	TKO	KSR	OLP					
Ocena rizika od strane korisnika Modela 3 u rasponu [1, 10]	5	7	4	8	7	0.270	0.300	0.290	0.310	0.300
3. Predmet osiguranja	Stakleni proizvodi za automobilsku industriju (vetrobranska stakla i druge staklene komponente), uvozna pošiljka, direktan drumski transport iz fabrike u Nemačkoj do odredišta u unutrašnjosti Srbije, skadištenje na odredištu u zatvorenom skladišnom objektu do 30 dana.					Premijska stopa B_P (%) za širinu pokrića ICC (A)				
Osnovne karakteristike rizičnosti: ▪ predmet osiguranja koji karakteriše mali ukupan rizik ▪ mešovita roba različite rizičnosti, pakovanje i obezbeđenje robe visokog standarda ▪ srednji rizici organizacije prevoza ▪ vrlo mali rizici manipulacije ▪ vrlo mali rizici skladištenja	Vrlo mali rizik	Vrlo mali rizik	Srednji rizik	Vrlo mali rizik	Vrlo mali rizik	Fazi model	Anderrajter A	Anderrajter B	Anderrajter C	Prosek (A,B,C)
	KTO	POR	TKO	KSR	OLP					
Ocena rizika od strane korisnika Modela 3 u rasponu [1, 10]	2	2	4	2	1	0.167	0.190	0.180	0.220	0.197

Analizom podataka mogu se sagledati kvantitativna odstupanja visine preporučenih premijskih stopa za tri različita osiguravajuća pokrića korišćenjem fazi modela i anderrajterskih odluka. Iz primera prikazanih u tabeli, može se uočiti da se odstupanja izlaznih rezultata fazi modela i prosečnih odluka tri anderrajtera transportnih osiguranja u vezi visine premijskih stopa kreću u rasponu od 6.5% do 18%, što u apsolutnim

iznosima premije predstavlja značajne iznose. Odstupanja bi izvesno bila i značajnija da anderrajteri nisu unapred dobili informaciju o definisanom opsegu premijskih stopa.

Na osnovu implementiranog iskustva i znanja, fazi model koji služi za određivanje premijskih stopa može koristiti širi krug korisnika, koji ne moraju biti visokoedukovani poznavaoци transportnog osiguranja. Takođe, model omogućuje poređenje subjektivnih percepcija više eksperata po pojedinim elementima rizika.

Ujedno ovaj pristup konvergira i stavovima *Shang* i *Hossen* (2013), koji navode da ocena rizika u osiguranju, određivanje premije i premijskih stopa kao i drugi segmenti odlučivanja bazirani na fazi logici mogu omogućiti konzistentnost u uslovima limitiranih informacija i znanja.

Očigledno, određivanje premijskih stopa predstavlja dinamičan proces koji podrazumeva stalnu proveru i eventualne korekcije celokupnog procesa i parametara modela. Ukoliko rezultati primene fazi modela, prema ostvarenim rezultatima u osiguranju, ne zadovoljavaju postavljeni pokazatelj dovoljnosti primenjenih premijskih stopa homogene grupe predmeta osiguranja, celokupan proces formulacije iskustva i znanja treba preispitati i korigovati čak i do nivoa korekcije u modelima 1 i 2 (AHP, FAHP), sve dok se ne dobiju prihvatljivi rezultati. Takođe, u tom slučaju neminovno je i preispitivanje primenjenih aktuarskih i anderrajterskih metoda i postupaka. Ukoliko je, međutim, rezultat primene fazi modela u definisanom vremenskom periodu doveo do očekivanih pozitivnih rezultata, primena se može nastaviti korišćenjem definisanih fazi logičkih pravila sa definisanim značajnostima elemenata rizika.

Ukoliko se teži rezimiranju predloženog pristupa, jasno se uočava da prednost predloženog u odnosu na uobičajeni aktuarski i anderarjterski, iskustveno intuitivni pristup, leži u segmentaciji i posmatranju delova, a ne celine, što je bez ikakve sumnje jednostavnije, a u pogledu rezultata preciznije, jer čovek mnogo lakše donosi sud o relaciji entiteta A i B, nego o ukupnim odnosima više entiteta (A, B, C, D, E). Upravo u ovome leži i prednost primene utvrđivanja premijske stope na bazi rizika ocenjenog preko njegovih najznačajnijih činilaca, u odnosu na ocenu premijske stope na bazi intuitivno ocenjenog ukupnog rizika.

Ukratko, rezultati testiranja predloženog modela pokazuju da fazi logika može naći značajnu primenu u transportnom osiguranju gde tretiranje neizvesnosti u transportu i kvantifikacija transportnih rizika predstavljaju suštinski segment anderrajtinga u osiguranju.

6. ZAKLJUČAK

U teoriji i praksi su razvijene različite metode, tehnike i modeli menadžmenta rizicima koje se primenjuju u skladu sa specifičnostima i tehnološkim zahtevima logističkih sistema, koji se menjaju i usložnjavaju u skladu sa tehnološkim promenama. Savremeni poslovni sistemi su svesni mogućih posledica realizacije rizika, i sprovode mere u cilju njihovog smanjenja na prihvatljiv nivo. Međutim, u praksi se stalno pojavljuju novi ili promenjeni rizici, sa pojedinačnim intenzitetima koji mogu biti značajno veći od intenziteta postojećih i poznatih rizika. Ova činjenica ima posledicu da svaki pojedinačni logistički sistem predstavlja zaseban slučaj, sa specifičnim problemima i različitim mogućnostima rešenja problema.

Raspoloživost informacija o brojnim parametrima rizičnosti, koje se prikupljaju iz često ograničenog perioda iz prošlosti, utiče na pouzdanost ocene rizika logističkih procesa. U određenim slučajevima, moguće je doći do baze statističkih podataka o realizovanim rizicima, međutim podaci najčešće nisu reprezentativni. Iz navedenog razloga, u cilju analize, ocene i kontrole rizika u praksi se često koristi inženjersko i tehnološko znanje, intuicija i iskustvo eksperata.

Upravljačke odluke u vezi različitih problema odlučivanja podrazumevaju subjektivnost, neizvesnost i mogućnost nastanka grešaka. Osnovni uzroci nastanka neizvesnosti i grešaka su kompleksnost i nejasnost problema, nedostatak informacija, mogućnost netačne evidencije ili analize podataka, lična percepcija problema od strane različitih lica i brojni drugi činioci. Različiti problemi koji nastaju usled brojnih neizvesnosti, nejasnosti ili neodređenosti utiču na funkcionisanje logističkih procesa i na ukupan rizik odvijanja logističkih procesa.

Jedan od instrumenata menadžmenta rizika je matematičko i statističko modeliranje rizika. U ovoj disertaciji su predložena tri modela za ocenu rizika logističkih procesa i to: Model zasnovan na Analitičkom Hijerarhijskom Procesu i Model zasnovan na Fazi Analitičkom Hijerarhijskom Procesu i Model zasnovan na fazi logici. Navedeni modeli mogu imati značajnu primenu u uslovima nedostatka reprezentativnih statističkih podataka o rizicima koji su prisutni u logističkim sistemima. Oni omogućuju ocenu ukupnog rizika logističkog procesa, na osnovu postupka ekspertskog vrednovanja težina

prethodno definisanih elementa rizika, njihovog međusobnog odnosa i relativnog značaja u odnosu na ukupan rizik. Predloženi modeli podrazumevaju fleksibilnost u vezi mogućnosti eventualnih korekcija parametara, u skladu sa naknadno stečenim iskustvom i znanjem. Modeli zasnovani na AHP i FAHP su poslužili za formulaciju i implementaciju ekspertskog znanja o rizicima kod izrade modela zasnovanog na fazi logici. Fazi model omogućuje dobijanje ocene visine ukupnog rizika posmatranog logističkog procesa, na osnovu vrednovanja definisanih elemenata rizika.

Menadžment rizika u logističkim sistemima i osiguravajućim kućama imaju brojne sličnosti, međutim činjenica je da ove različite privredne oblasti karakterišu dva različita ugla posmatranja pojma i problema rizika, različiti interesi i različiti modaliteti rešenja problema.

Na osnovu postavljenog cilja disertacije dokazano je da modeliranje rizika logističkih sistema i modeliranje rizika u transportnom osiguranju s druge strane mogu biti zasnovani istim ili sličnim metodama i modelima. S obzirom na specifičnosti transportnih osiguranja, fazi logika može naći značajnu primenu u transportnim osiguranjima, pre svega kod osiguranja robe u transportu. Osiguranje robe u transportu se u praksi veoma često zaključuje na osnovu ekspertskih odluka anderrajtera. Za to postoje brojni razlozi:

- veliki broj homogenih grupa predmeta osiguranja,
- brojni elementi i podelementi rizika,
- različiti modaliteti zaključenja osiguranja koji podrazumevaju pokrića različitih rizika ili grupa rizika,
- primena velikog broja različitih uslova i klauzula osiguranja,
- promenljivost transportnih rizika u prostoru i vremenu,
- ograničenja pokrića od strane osiguranika ili osiguravača i dr.

Rezultati istraživanja su pokazali da modeli za ocenu rizika u logističkim procesima mogu naći primenu u osiguranju robe u transportu, u segmentu ocene rizika i određivanja bruto premijskih stopa osiguranja. Činjenica je da u okviru iste homogene grupe predmeta osiguranja mogu postojati razlike između težine utvrđenih elemenata rizika koje pojedinačno ili zbirno mogu uticati na ukupan rizik konkretnog

osiguravajućeg pokrića. Takođe, rizici koji se prihvataju u osiguranje često veoma kompleksni i postoje različite uzročno-posledične veze između poznatih i očekivanih rizika u okviru posmatrane homogene grupe. Ovo uslovljava potrebu definisanja bruto premije i bruto premijskih stopa u određenom opsegu od minimalne do maksimalne vrednosti, što je bila polazna pretpostvka kod izrade modela za ocenu rizika.

U skladu sa postavljenim ciljem disertacije, predložen je postupak modeliranja rizika u logističkim procesima kao i razvoj modela u koji mogu naći jedinstvenu primenu u logističkim procesima i transportnom osiguranju. Osnovne postavke fazi modela za ocenu rizika u logističkim procesima mogu biti osnov za izradu odgovarajućeg sistema za podršku u odlučivanju koji mogu biti od koristi anderrajterima ili menadžerima osiguranja zaposlenim u osiguravajućim kućama.

Fazi logika omogućuje tretiranje uzročno-posledičnih veza između ključnih faktora rizika za svaki individualni rizik koji se prihvata u osiguranje, kada je nije moguće precizno odrediti verovatnoću nastanka različitih štetnih događaja u osiguranju i njihove očekivane posledice. Primena fazi modela ocene ukupnog rizika u osiguranju robe u transportu omogućuje:

- Relativno jednostavno ocenjivanje ukupnog rizika konkretnog osiguravajućeg pokrića bez potrebe poznavanja teorije fazi skupova i strukture i karakteristika fazi logičkog modela;
- Smanjenje subjektivnosti i neizvesnosti u procesu odlučivanja o ukupnom riziku osiguravajućeg pokrića;
- Parcijalno tretiranje različitih elemenata rizika koji utiču na ukupan rizik, što dovodi do smanjenja grešaka u odlučivanju kod ocene dovoljne bruto premijske stope za konkretno osiguravajuće pokriće;
- Eliminisanje rizika grubih previda i nekonzistentnosti donosioca odluke o visini premijskih stopa za specifična osiguravajuća pokrića, zbog prethodno definisanog opsega premijskih stopa, dobijenog odgovarajućim aktuarskim i anderrajterskim proračunima ili pretpostavkama i dr.

U daljem radu i istraživanju, otvara se širok prostor za nadogradnju predloženih modela za ocenu rizika. Predloženi fazi model za ocenu rizika može biti implementiran u

savremene informacione sisteme koji se danas veoma često koriste i u logistici, i u industriji osiguranja.

U praksi se pojavljuje veliki broj internih i eksternih rizika, direktnih i indirektnih rizika, konstantnih ili promenljivih rizika, rizika na koje je moguće uticati i rizika gde je moguć samo ograničen uticaj i dr. Zajednička osobina rizika je da ostavljaju različite posledice na funkcionisanje sistema, koje se mogu umanjiti primenom različitih metoda menadžmenta rizicima. U vezi navedenih činjenica, istraživanje rizika i implementacija naučnih dostignuća iz ove oblasti postaje imperativ kako samih logističkih sistema tako i institucije osiguranja.

Akcenat daljeg istraživanja će biti na razvoju novih modela za ocenu rizika, kao i unapređenje predloženog fazi modela u cilju povećanja njegove pouzdanosti i fleksibilnosti. To se pre svega odnosi na njegovu nadgradnju, uključujući implementaciju različitih korektivnih faktora i parametara koji su prisutni u logistici i osiguranju.

LITERATURA

- Abrahamsson, M. 2002. *Uncertainty in Quantitative Risk Analysis – Characterisation and Methods of Treatment*, Report 1024, Lund University.
- American Academy of Actuaries, Committee on Risk Classification. 1980. Risk Classification Statement of Principles.
- An, M., S. Huang, C. J. Baker. 2007. Railway risk assessment – the fuzzy reasoning approach and fuzzy analytic hierarchy process approaches: a case study of shunting at Waterloo depot. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 221, 365-383.
- Ansell, J., F. Wharton. 1995. *Risk: Analysis, Assessment and Management*, Chichester, John Wiley & Sons.
- Aven T., E. Zio, P. Baraldi, R. Flage. 2014. *Uncertainty in Risk Assessment: The Representation and Treatment of Uncertainties by Probabilistic and Non-Probabilistic Methods*, John Wiley & Sons.
- Ayyub, B., J. Beach, S. Sarkani, I. Assakkaf. 2002. Risk Analysis and Management for Marine Systems, *Naval Engineers Journal*, 114 (2), 181-206.
- Beamon, B. 1998. Supply chain design and analysis: Models and methods. *International Journal of Production Economics* 55 (3), 281-294.
- Bedford, T., R. Cooke. 2001. *Probabilistic Risk Analysis: Foundations and Methods*. Cambridge University Press.
- Bemeleit, B. J. Schumacher J. 2005. Risk management for Transportation of Sensitive Goods, *Proceedings of 10th International Symposium on Logistic*, 492-498.
- Bemeleit, B., J. Schumacher J., C. Hans. 2005. Methods of Risk Assessment and their suitability in a logistic environment, *Symposium on Risk Management and Cyber Informatics*, RMCI 05, 425-431.
- Borge, D. 2001. *The book of risk*, John Wiley & Sons.
- Bowels, N, H. Gerber, J. Hickman, D. Jones, C. Nesbitt. 1997. *Actuarial mathematics*, 2nd Edition, Society of Actuaries, USA.
- Bowman, C., D. Ash. 1987. *Strategic Management*, Macmillan, London.

- Brown, J. 1993, Preventing accidental releases of hazardous substances, *ABI/INFORM Global, Professional Safety*, 38 (8), 23.
- Brown, J., A. Ten Barge, B. Spain. 2012. Risk Transfer Solutions for the Supply Chain. *CSCMP's Annual Global Conference 2012*, September 30-October 3, Atlanta, USA.
- Brown, R. L, L. R. Gottlieb. 2001. *Introduction to Ratemaking and Loss Reserving for Property and Casualty Insurance*. 2nd Edition. ACTEX Publications Inc.
- Buchanan, R, C. Priest. 2004. Deductible, *Encyclopedia of Actuarial Science*, Vol. 1, Editors-in-Chief, Teugels J., Sundt B., 445-447.
- Buyts, J. R., Clark J. L. 1995. *Events and Causal Factors Analysis*. Technical Research and Analysis Center. SCIENTECH Inc.
- Cagliano, A. C., A. DeMarco, S. Grimaldi, C. Rafele. 2012. An integrated approach to supply chain risk analysis. *Journal of Risk Research* 15 (7), 817-840.
- Casualty Actuarial Society. 2002. Risk Management Committee. *Overview of Enterprise Risk Management*.
- Čavka, I., V. Gajović, O. Čokorilo. 2014. Upravljanje bezbednosnim rizicima u vazdušnom saobraćaju, *SYM-OP-IS, XLI, Simpozijum o operacionim istraživanjima*, Divčibare 16-19, 705-710.
- Celik, M., I. D. Er, A. F. Ozok. 2009. Application of fuzzy extended AHP methodology on shipping registry selection: The case of Turkish maritime industry, *Expert Systems with Applications*, 36 (1), 190-198.
- Chang, D. Y. 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95 (3), 649-655.
- Chang, K. H., C. H. Cheng. 2011, Evaluating the risk of failure using the fuzzy OWA and DEMATEL method, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 22, 113-129.
- Christiansen, M., K. Fagerholt, B. Nygreen, D. Ronen. 2007. *Handbook in operations research and management science*. Barnhart, C., G. Laporte (Editors), 14. Chapter 4. *Maritime transportation*, 189-284.
- Christopher, M. 1992. *Logistic and Supply Chain Management*. Pitman Publishing, London.
- Cummins, J. D., R. A. Derrig. 1993. Fuzzy Trends in Property - Liability Insurance Claim Costs, *Journal of Risk and Insurance*, 60 (3), 429-466.

- Cummins, J. D., R. A. Derrig. 1997. Fuzzy Financial Pricing of Property-Liability Insurance, *North American Actuarial Journal*, 1 (4), 21-40.
- Daykin, C. D., T. Pentikäinen, E. Pesonen. 1995. *Practical Risk Theory for Actuaries*, Chapman and Hall, London.
- Deelstra, G., G. Plantin. 2014. *Risk Theory and Reinsurance*. Springer.
- Deleris, L. A., F. Erhun. 2007. Risk Management in a Supply Network: A Case Study Based On Engineering Risk Analysis Concepts. *Handbook of Production and Planning*, Edited by Kempf, K., P. Keskinocak, and R. Uzsoy, *Kluwer International Series in Operations Research and Management Science*, Kluwer Academic Publishers.
- Derrig, R. A., K. Ostaszewski. 1999. Fuzzy Sets Methodologies in Actuarial Science, Chapter 16, H. J. Zimmerman, *Practical Applications of Fuzzy Technologies*, Boston, Kluwer Academic Publishers.
- DeWit, G. W. 1982. Underwriting and Uncertainty, *Insurance: Mathematics and Economics* 1, 277-285.
- Dhillon B.S. 2011. *Transportation Systems Reliability and Safety*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Dorfman, M. 2006. *Introduction to Risk Management and Insurance*, Ninth Edition, Pearson Prentice Hall.
- Dunt, J. 2009. *Marine Cargo Insurance*, Informa, Lloyd's Shipping Law Library.
- Durán, O., J. Aguilo. 2008. Computer-aided machine-tool selection based on a Fuzzy-AHP approach, *Expert Systems with Applications*, 34 (3), 1787-1794.
- Ebanks, B., W. Kanvowski, K. Ostaszewski. 1992. Application of Measures of Fuzziness to Risk Classification in Insurance, *Computing and Information*, IEEE Computer Society Press, 290-291.
- Ellis, J. 2002. *Risk in Dangerous Goods Transport: An Analysis of Risk in Road, Rail and Marine Transport*, Department of Transportation and Logistics, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
- Faisal, M. N. Prioritization of Risks in Supply Chain. 2009. *Managing Supply Chain Risks and Vulnerability, Tools and Methods for Supply Chain Decision Makers*. Wu, T., J. Blackhurst (Editors), Chapter 4, 41-66.

- Fuchs, H., J. W. Wohinz. 2009. Risk Management in Logistics Systems, *Advances in Production Engineering & Management* 4, 233-242.
- Gajović, V., G. Radivojević. 2012. Evaluation of Risk in Logistic Processes by Applying Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Proceedings of the XX International Conference on Material Handling, Constructions and Logistics – MHCL '12*, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, 269-272, October 3-5, Belgrade, Serbia.
- Gajović, V., G. Radivojević. 2014. Supply Chain Risk Management, 17th International Conference Dependability and Quality Management – ICDQM-2014, pp. 213-219, 27-28 June 2014, Belgrade.
- Gajović, V., G. Radivojević. 2014. Menadžment rizika u osiguranju primenom AHP metode, *Tehnika*, 4, 687 – 693.
- Gajović, V., G. Radivojević. 2014. Ocena rizičnosti preuzimanja rizika u osiguranje primenom metode FAHP, *SYM-OP-IS, XLI, Simpozijum o operacionim istraživanjima*, Divčibare 16-19, 711-716.
- Gaudenzi, B., A. Borghesi. 2006. Managing risks in the supply chain using the AHP method, *International Journal of Logistics Management* 17 (1) 114-136.
- Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) (2002-2014). *Transport Information Service (TIS), Cargo loss prevention information from German marine insurers*, Berlin.
- Ghadge, A., S. Dani, M. Chester, R. Kalawsky (2013). A systems approach for modelling supply chain risks. *Supply Chain Management: An International Journal*, 18 (5), 523-538.
- Goodwin, P., G. Wright. 1998. *Decision Analysis for Management Judgment*, 2nd Edition, John Wiley & Sons.
- Goovaerts M. J., D. Vyncke. 2004. Reinsurance. *Encyclopedia of Actuarial Science*, Vol. 3, Editors-in-Chief, Teugels J., Sundt B., 1400-1404.
- Guanrong, C., T. P. Trung. 2001. *Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Control Systems*, CRC Press LLC.
- Gurning, S., S. Cahoon. 2009. A Markov Chain Approach to Maritime Disruptions in the Wheat Supply Chain. *Proceedings of the XIX International Conference on Material Handling, Constructions and Logistics – MHCL '09*, University of

- Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, 1-4, October 15-16, Belgrade, Serbia.
- Haimes Y. 2009. 3rd Edition, *Risk Modeling, Assessment and Management*, Wiley.
- Hallikas, J., Virolainen V. M. 2004. Risk Management in Supplier Relationships and Networks, Chapter 4. Brindley C. (Editor) *Supply Chain Risk*, 43-65.
- Handfield, R., J. Blachurst, D. Elkins, Craighead C. 2007. A Framework for Reducing the Impact of Disruptions to the Supply Chain: Observation from Multiple Executives. Handfield, R., K. McCormack K. (Editors) *Supply Chain Risk Management, Minimizing Disruptions in Global Securing*, Auerbach Publications.
- Hatami - Marbini, A., M. Tavana, M. Moradi, F. Kangi. 2013. A fuzzy group Electre method for safety and health assessment in hazardous waste recycling facilities, *Safety Science* 51, 414-426.
- Herzog, T., G. Lord. 2002. *Applications of Monte Carlo Methods to Finance and Insurance*, ACTEX Publications.
- Hesse, M., J. P. Rodrigue. 2004. The transport geography of logistics and freight distribution, *Journal of transport geography*, 12 (3), 171-184.
- Hong, X., Dugan J. B. 2004. Combining dynamic fault trees and event trees for probabilistic risk assessment, *IEEE Conference proceedings on Reliability and Maintainability*, Annual Symposium, RAMS, 214-219.
- Huang, C., Y. Lin, C. Lin. 2007. An Evaluation Model for Determining Insurance Policy Using AHP and Fuzzy Logic: Case Studies of Life and Annuity Insurances, *International Conference on Fuzzy Systems*, Vancouver, 126-131.
- Huang, C., Y. Lin, C. Lin. 2008. Determination of Insurance Policy Using a Hybrid Model of AHP, Fuzzy Logic and Delphi Technique: A Case Study. 6. 7. *WSEARS Transactions on Computers*, 660-669.
- Hwang, C. L., Y. Kwangsun. 1981. *Multiple attribute decision making: methods and applications: A State-of-the-Art Survey*. Lecture notes in economics and mathematical systems 186, Springer-Verlag.
- Ishizaka A., P. Nemery. 2013. *Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software*. John Wiley & Sons.

- Ishizaka, A. 2014. Comparison of Fuzzy logic, AHP, FAHP and Hybrid Fuzzy AHP for new supplier selection and its performance analysis, *International Journal of Integrated Supply Management*, 9 (1/2), 1-22.
- Jafari, H. 2013. Risk Analysis of Container Handling Operation Using ELECTRE and Shannon's Entropy Methods, *International Journal of Basic Sciences & Applied Research*, 2 (4), 378-387.
- Jüttner, U., H. Peck, M. Christopher. 2002. Supply Chain Risk Management: Outlining an Agenda for Future Research, Proceedings of the Logistic Research Network, 7th Annual Conference, 443-450.
- Kaas, R., M. Goovaerts, J. Dhaene, M. Denuit. 2009. *Modern Actuarial Risk Theory*, Springer.
- Kahn, B., R. Sarin. 1988. Modeling Ambiguity in Decisions Under Uncertainty. *Journal of Consumer Research* (15) 2, 265-272.
- Kaplan, S., J. Garrick. 1981. On The Quantitative Definition of Risk, *Risk Analysis* 11, 11-27.
- Kersten, W., M. Schröder, W. Kersten, C. Singer, M. Feser. 2012. *Risk Management in Logistics, Empirical Results from the Baltic Sea Region from 2010 until 2012*. C.A.S.H. Publications.
- Kirchsteiger C. 1999. On the use of probabilistic and deterministic methods in risk analysis, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 12, 399-419.
- Klen, R. 2004. Underwriting Cycle, *Encyclopedia of Actuarial Science*, Vol. 3, Editors-in-Chief, Teugels J., Sundt B., 1705-1714.
- Knight, F. H. 1921. *Risk, Uncertainty and Profit*. Boston and New York: Houghton Mifflin, Boston and New York. Reprinted by London School of Economics and Political Science 1948.
- Kristiansen, S. 2013. *Maritime Transportation: Safety Management and Risk Analysis*, Routledge.
- Kumar, P., Singh D. 2011. Integrating Data Mining and AHP for Life Insurance Product Recommendation. *Computational Intelligence and Information Technology*, Communications in Computer and Information Science 250, 596-602.
- Kunreuther, H. 2002. Risk Analysis and Risk Management in an Uncertain World, *Risk Analysis*, 22 (4), 655-664.

- Kunreuther, H. 1989. The Role of Actuaries and Underwriters in Insuring Ambiguous Risks, *Risk Analysis*, (9) 3, 319-328.
- Kunreuther, H., Meszaros J., Hogarth R., Spranca M. 1995. Ambiguity and underwriter decision processes, *Journal of Economic Behavior & Organization* 26, 337-352.
- Lambert, D., M. Cooper. 2000. Issues in Supply Chain Management, *Industrial Marketing Management*, 29, 65-83.
- Larson, P. D., A. Halldorsson. 2004. Logistic versus supply chain management: An international survey. *International Journal of Logistic Research and Applications*, 7 (1), 17-31, 2004.
- Lemaire, J. 1990. *Fuzzy Insurance*, ASTIN Bulletin, 20 (1), 33-55.
- Li, J., Pollard S., G. Kendall, E. Soane, G. Davies. 2009. Optimising risk reduction: An expected utility approach for marginal risk reduction during regulatory decision making. *Reliability Engineering and System Safety*, 94 (11), 1729-1734.
- Li, Y. Z., H. Hu., D. Z. Huang. 2012. Dynamic Fuzzy Logic Model for Risk Assessment of Marine Crude Oil Transportation, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2273, 121-127.
- Li, Y. Z., H. Hu., D. Z. Huang. 2013. Developing an effective fuzzy logic model for managing risks in marine oil transport, *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 5 (4-5), 485-499.
- Lin Y., L. Zhou, 2011. The impacts of product design changes on supply chain risk. A case study. *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management*, (41), 162-186.
- Macedo, L. 2009. *The Role of Underwriter in Insurance*, Primer Series of Insurance, The World Bank.
- Mason-Jones, R, D. Towill. 1998. Shrinking the supply chain uncertainty cycle. *Institute of Operations Management Control Journal*, 24 (7), 17-22.
- Mau, N., M. Mau. 2009. *Supply Chain Risk. A Handbook of Assessment, Management and Performance*, Zsidisin, G. B. Ritchie (Editors), Chapter 20, Securing Global Food Distribution Networks, Springer, 331-344.

- McCaley-Bell, P. R, A. Badiru. 1996. Fuzzy Modelling and Analytic Hierarchy Processing to Quantify Risk Levels Associated with Occupational Injuries, Part I and II, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 4, 124-138.
- McClenahan, C. L. 2001. *Ratemaking*. International Foundations of Casualty Actuarial Science. Casualty Actuarial Society. 4th Edition, 75-148.
- McClenahan, C. L. 2004. Ratemaking. *Encyclopedia of Actuarial Science*, Vol. 3, Editors-in-Chief, Teugels J., Sundt B., 1379-1389.
- McCormack. 2007. Measuring and Managing Risk. Handfield, R., K. McCormack K (Editors) *Supply Chain Risk Management, Minimizing Disruptions in Global Securing*, Auerbach Publications.
- Meixner, O. 2009. Fuzzy AHP group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources, Proceedings of the 10th International Symposium on the Analytic Hierarchy/Network Process, Pittsburgh.
- Melchers, R.E. 2001. On the ALARP approach to risk management. *Reliability Engineering and System Safety*, (71) 2, 201-208.
- Mellert, W. 2000. *Pen or the Art of Marine Underwriting*, Swiss Re Publications.
- Moeinzadeh, P., A. Hajfathaliha. 2010. A Combined Fuzzy Decision Making Approach to Supply Chain Risk Assessment, *International Journal of Human and Social Science* 5 (13), 859-875.
- Moradpour, S., S. Ebrahimnejad, E. Mehdizadeh, A. Mohamadi. 2011. Using Hybrid Fuzzy PROMETHEE II and Fuzzy Binary Goal Programing for Risk Ranking: A case Study of Highway Construction Projects, *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 4 (9), 47-55.
- Mullai, A. 2004. A Risk Analysis Framework for Maritime Transport of Packaged Dangerous Goods. Brindley C (Editor). *Supply Chain Risk*, Ashgate Publishing Company, Chapter 9, 130-159.
- Mullai, A. 2006. *Risk Management System – Risk Assessment Frameworks and Techniques*, DAGOB Publication series 5.
- Murat, G., R. Tonkin, D. Jüttner. 2002. Competition in the general insurance industry. *Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft*, 91 (3), 453-481.

- Namee S., B. Witchayangkoon, A. Karoonsoontawong. 2012. Fuzzy Logic Modeling Approach for Risk Area Assessment for Hazardous Materials. *American Transactions on Engineering & Applied Sciences*, (1) 2, 127-142.
- Nan, J., H. J. Zhen, and L. I. Hua. 2009. Supply Chain Purchasing Risk Evaluation of Manufacturing Enterprise Based on Fuzzy-AHP Method. *Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation ICICTA '09* 3: 1001-1005.
- Neuhaus, W. 2004. Experience-rating, *Encyclopedia of Actuarial Science*, Vol. 2, Editors-in-Chief, Teugels J., Sundt B., 639-646.
- Norberg, R. 2004. Credibility Theory, *Encyclopedia of Actuarial Science*, Vol. 1, Editors-in-Chief, Teugels J., Sundt B., 398-406.
- Norman, A., R. Lindroth. 2002. Supply chain risk management: Purchasers 'vs planners' views on sharing capacity investment risks in the telecom industry. 11th *International Annual IPSERA Conference*, Twente University, March 25–27, Netherlands.
- Norman, A., R. Lindroth. 2004. Categorization of Supply Chain Risk and Risk Management, Brindly C. (Editor): *Supply Chain Risk*, Burlington, 14-27.
- OECD, Directorate for Science, Technology and Industry, 2003. *Security in Maritime Transport: Risk Factors and Economic Impact*, Maritime Transport Committee.
- Ostaszewski, K. 1993. *Fuzzy sets Methods in Actuarial Science*. Schaumburg IL, Society of Actuaries.
- Ostaszewski, K., W. Karwowski. 1992. An Analysis of Possible Applications of Fuzzy Set Theory to the Actuarial Credibility Theory, *Proceeding of the Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society*.
- Paulsson, U. 2007. *On managing disruption risks in the supply chain- The DRISK model*. University dissertation, Department of Industrial Management and Engineering Logistics, Lund Institute of Technology.
- Pavić, D. 2012. *Pomorsko osiguranje, pravo i praksa s osnovama kopnenoga i zračnog transportnog osiguranja*, Književni krug Split.
- Piccinini, N., I. Ciarambino, 1997. Operability analysis devoted to the development of logic trees, *Reliable Engineering System Safety*, 55 (3), 227-241.

- Posey, L. 2003. Switching Cost, Competition and Pricing in the Property & Casualty Insurance Market for Large Commercial Accounts, *Journal of Insurance Issues*, 26 (1), 29–50.
- Radivojević, G., V. Gajović. 2014. Supply chain risk modeling by AHP and FAHP methods, *Journal of Risk Research*, 17 (3), 337-352.
- Raz, T., D. Hillson. 2005. A Comparative Review of Risk Management Standards. *Risk Management: An International Journal*, 7 (4), 53-66.
- Redmill, F. 2010. *ALARP Explored*, Computing Science, Technical Report Series. University of Newcastle.
- Reference Book of Marine Insurance Clauses*. 1992. Witherby Publishing. London.
- Rejda, G. 2008. *Principles of Risk Management and Insurance*, 10th Edition, Pearson Education Inc.
- Rikhtehgar, H., R. N. Anantharaman. 2011. Supply Chain Risk Management: Risk Assessment in Engineering and Manufacturing Industries, *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 2 (6), 452-458.
- Ronza, A., S. Carol, V. Espejo, J.A. Vilchez, J. Arnaldos. 2006. A quantitative risk analysis approach to port hydrocarbon logistics, *Journal of Hazardous Materials*, 128, 10–24.
- Rowe, W. D. 1977. *Anatomy of Risk*, John Wiley & Sons.
- Saaty, T. L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* 15 (3) 234-281.
- Saaty, T. L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T. L. 1987. Risk-Its Priority and Probability: The Analytic Hierarchy Process. *Risk Analysis An International Journal* 7 (2), 159-172.
- Saaty, T. L. 1990. How to make decisions: the analytical hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48 (1), 9-26.
- Saaty, T. L. 2008. The analytic hierarchy and analytic network measurement processes: Applications to decisions under Risk. *European Journal of Pure and Applied Mathematics* 1 (1), 122-196.
- Sabharwal, Y. P. 1975. *Use of credibility theory for rate-making in marine (cargo) insurance business*, Doctoral Thesis, Subject to Production and Quantitative Methods, IIM, Ahmedabad.

- Schmitt, A. J., M. Singh. 2009. Quantifying supply chain disruption risk using Monte Carlo and discrete-event simulation. *Simulation Conference (WSC)*, Austin, 1237-1248.
- Schmitter H. 2004. Reinsurance Pricing, *Encyclopedia of Actuarial Science*, Vol. 3, Editors-in-Chief, Teugels J., Sundt B., 1404-1410.
- Seltmann, A. 2004. Marine Insurance, *Encyclopedia of Actuarial Science*, Vol. 2, Editors-in-Chief, Teugels J., Sundt B., 1057-1063.
- Shang K., Hossen Z. 2013. *Applying Fuzzy Logic to Risk Assessment and Decision-Making*. Casualty Actuarial Society, Joint Risk Management Section, Canadian Institute of Actuaries.
- Shapiro, A. 2004. Fuzzy logic in insurance. *Insurance mathematics & economics*. 35, 399-424.
- Shapiro, A. 2005. *Insurance Applications of Fuzzy Logic*, Institute of Actuaries of Australia.
- Shapiro, A. 2007. An Overview of Insurance Uses of Fuzzy Logic, *Computational Intelligence in Economics and Finance*, (2), 25-61.
- Sharma, P. 2002. *Prudential Supervisions of Insurance Undertakings*, Conference of Insurance Supervisory Services of the Member States of the European Union, Report.
- Sharma, R. K., D. Kumar, P. Kumar. 2008. Fuzzy modeling of system behavior for risk and reliability analysis, *International Journal of Systems Science*, 39 (6), 563-581.
- Sii, H. S., J. Wang J., T. Ruxton. 2001. Novel risk assessment techniques for maritime safety management system, *International Journal of Quality and Reliability Management*, (18) 9, 982-999.
- Sii, S. H., T. Ruxton, J. Wang. 2001. A fuzzy-logic-based approach to quantitative safety modelling for marine systems. *Reliability Engineering and System Safety*, 73 (1), 19-34.
- Skorna, A, C. Bode, M. Weiss. 2011. Risk and Loss Prevention Within the Transport Chain, 20th International Conference on Management and Technology, Florida.

- Tabrizi, B., J. Razimi. 2013. Introducing a mixed-integer non-linear model for risk management in designing supply chain networks, *Journal of Manufacturing Systems*, 32 (2), 295-307.
- Talas, R. 2007. Trade Disruption Insurance: An Effective Form of Risk Management in Supply Chain Security; *Risk Management in Port Operations, Logistics and Supply Chain Security*, (Editors) Bichou K., M. Beel, A. Evans, 197-202.
- Tapiero, C. 2004. Risk Management: An Interdisciplinary Framework, *Encyclopedia of Actuarial Science*, Vol. 3, Editors-in-Chief, Teugels J., Sundt B., 1483-1493.
- Thomas, D. R. 2009. *The Modern Law of Marine Insurance*. Informa. London.
- Tomašić, V. 1987. *Transportno osiguranje*, Savremena administracija, Beograd.
- Tripp, M.H., Bradley H. L., Devitt, R., Orros, G. C., Overton, G. L., Pryor, L. M., Shaw, R. A. 2004. *Quantifying Operational risk in General Insurance Companies*, Institute of Actuaries, (10) 919-1026.
- Trownbridge, C. 1989. *Fundamental Concepts of Actuarial Science*. Actuarial Education and Research Fund AERF, Revised Edition.
- van Laarhoven, P. J. M., W. Pedrycz. 1983. A fuzzy extension of Saaty's priority theory, *Fuzzy Sets and Systems*, 11 (1-3), 229-241.
- Vebrano, C., K.Venturini. 2011. Development paths of risk management: approaches, methods and fields of application. *Journal of Risk Research*, 14 (5), 519-550.
- Venkatesan S., S. Prasanna, S. Kumanan. 2012. Supply chain risk prioritization using a hybrid AHP and PROMETHEE approach, *International Journal of Services and Operations Management*, 13 (1), 1-23.
- Vinod Kumar, N., L. S. Ganesh. 1996. An empirical analysis of the use of the Analytic Hierarchy Process for estimating membership values in a fuzzy set. *Fuzzy Sets and Systems*, 82 (1), 1-16.
- Viscusi, K.W. 1993. The Risky Business of Insurance Pricing, *Journal of Risk and Uncertainty*, 7, 117-139.
- Vosooghi, A. M., S. Fazli, K. R. Mavi. 2012. Crude Oil Supply Chain Risk Management with Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *American Journal of Scientific Research* 46 (1), 34-42.

- Wang, B., Q. Yan, L. Lui. 2009. Application of Preliminary Hazard Analysis in Rapid Transit Systems. *International Conference on Transportation Engineering*. 2213-2218. Chengdu, China.
- Wang, J., H. S. Sii, J. B Yang, A. Pillay, D. Yu., J. Liu, E. Maistralis, A. Saajedi: 2004. Use of Advances in Technology for Maritime Risk Assessment, *Risk Analysis*, 24 (4), 1041-1062.
- Wang, Y- M., Y. Luo, Z. Hua. 2008. On the extent analysis method for fuzzy AHP and its application. *European Journal of Operational Research*, 186 (2) 735-747.
- Waters, D. 2007. *Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics*, Kogan Page.
- Werner, G., C. Modlin. 2010. *Basic Ratemaking*. Casualty Actuarial Society. EMB, Version 4.
- Wu, T., J. Blackhurst , V. Chidambaram. 2006. A model for inbound supply risk analysis, *Computers in Industry*, 57 (4), 350-365.
- Yang, Y. P. O., H – M. Shieh, J. - D. Leu., G. - H. Tzeng. 2009. A VIKOR-Based Multiple Criteria Decision Method for Improving Information Security Risk, *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 8 (2), 267-287.
- Young, V. R. 1996. Adjusting Indicated Insurance Rates: Fuzzy Rules that Consider Both Experience and Auxiliary Data, *Proceedings of the Casualty Actuarial Society*, 734 - 765.
- Young, V. R. 1996. Insurance Rate Changing: a Fuzzy Logic Approach, *Journal of Risk and Insurance*, 63 (3), 461-484.
- Young, V. R. 1999. Optimal insurance under Wang's premium principle, *Insurance Mathematic and Economics*, 25 (2), 109-122.
- Young, V. R. 2004. Premium principles, *Encyclopedia of Actuarial Science*, Vol. 3, Editors-in-Chief, Teugels J., Sundt B., 1323-1331.
- Zadeh, L. A. 1965. Fuzzy sets, *Information and Control*, (8), 338-353.
- Zadeh, L. A. 1994. The Role of Fuzzy Logic in Modeling, Identification and Control, *Modeling, Identification and Control*, 15 (3) 191-203.
- Zhang, H., D. Liu. 2006. *Fuzzy Modeling and Fuzzy Control*, Birkhäuser, Control Engineering.

- Zheng, H. 2010. Supply Chain Disruption Risk Evaluation Based on TOPSIS Method with Sensitivity Analyses, *Proceedings ICLEM 2010: Logistic For Sustained Economic Development: Infrastructure, Information, Integration*, (editors) Zhang J., Xu L., Zhang X, Jian M., 4759-4770.
- Zhu K - J, Y. Jing, D.Y. Chang. 1999. A discussion on extent analysis and applications of fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 116 (2), 450-456.
- Zimmermann, H. J. 2001. *Fuzzy Set Theory and its Applications*, 4th Edition. Springer.

PRILOZI

Prilog 1. Elementi i podelementi rizičnosti logističkih procesa

a. Element rizičnosti: Karakteristike i tehnološke osobine robe (KTO)	
Podelementi rizičnosti transporta robe u odnosu na posebne karakteristike i tehnološke osobine robe	
Stanje prerađenosti robe	Gotovi proizvodi, poluproizvodi, sirovine
Agregatno stanje	Čvrsto, tečno, gasovito
Nova ili korišćena roba	Nova roba, polovna roba, oštećena roba, remontovana roba itd.
Osetljivost u transportu	Lomljivost, zapaljivost, samozapaljivost, eksplozivnost, korozivnost, osetljivost na temperaturu, osetljivost na vlagu, promena osetljivosti u toku vremena itd.
Podložnost riziku krađe ili neisporuke	Atraktivnost i upotrebljivost robe, mogućnost lake prodaje, vrednost robe, prisustvo informacija o sadržaju pošiljke na pakovanju robe, ostali faktori koji utiču na rizik krađe ili neisporuke i dr.
Posebne osobine robe	Dimenzije, gabarit, oblik, kvalitet robe, težina, zapremina itd.
Centar gravitacije	Visok, nizak, ekscentričan i dr.
Ostale karakteristike	Ostale karakteristike robe sa stanovišta rizičnosti
b. Element rizičnosti: Pakovanje i obezbeđenje robe (POR)	
Podelementi rizičnosti transporta robe u zavisnosti od načina i karakteristika pakovanja i obezbeđenja	
Pakovanje robe	
Materijal ambalaže	Staklena, plastična, metalna, drvena, kartonska, papirna itd.
Karakteristike ambalaže	Povratna ili nepovratna, posebno formirana ambalaža za određenu robu, standardna ili posebno testirana ambalaža itd.
Spoljnino pakovanje	Kutije, sanduci, koleta vreće, bale, roba bez spoljnog pakovanja itd.
Tehnologija pakovanja	Automatizovano, linijsko, manuelno itd.
Paletizacija i nivo zaštite paleta	Euro paleta, paleta velikih dimenzija, specijalna paleta i dr., roba na paleti zaštićena PVC folijom ili bez PVC zaštite, način pričvršćenja robe na paleti itd.
Bez pakovanja	Rasuti tereti, tečni tereti u cisternama, komadna roba, motorna vozila, mehanizacija, plovni objekti kao roba u prevozu, roba velikih gabarita, roba velike težine itd.
Standardi pakovanja robe	Postojanje i primena nacionalnih standarda i preporuka u vezi pakovanja i obezbeđenja robe, testiranje pakovanja i slaganja robe prema standardima itd.
Nosilac procesa pakovanja	Pakovanje od strane proizvođača, pakovanje od strane trećih lica.
Tip kontejnera	Standardni ISO kontejneri ili drugi standardi kontejnerizacije, kontejneri za rasutu robu, kontejneri za tečnu robu, kontejneri za rashlađenu i smrznutu robu, kontejneri sa ventilacijom, otvoreni kontejneri, specijalni kontejneri itd.
Obezbeđenje robe	
Sprovođenje mera preventive rizika	Mogućnost fizičkog ili satelitskog praćenja procesa transporta ili skladištenja, automatski zapisi procesa transporta (temperatura u tovarnom prostoru, brzina vozila, prisustvo vlage, G-sila za vreme toku transporta itd.), interno ili eksterno utvrđivanje i obezbeđenje preventivnih mera, interna ili eksterna provera definisanih preventivnih mera itd.
Obezbeđenje robe u prevoznom sredstvu, kontejneru ili skladištu	Primenjena oprema za obezbeđenje robe (užad, trake, ispune, air bag ispune, mreže, spona, klinovi, lanci, kaiševi, zaštitnici uglova itd.), postojanje standarda zaštite robe u kontejneru (standardi tehnologije i opreme), primena bezbednosnih standarda i preporuka u vezi transporta (npr. IMO, GDV i sl.), regulacija i ograničenja na osnovu međunarodnih konvencija (npr. ADR, ADN, RID, IATA itd.) ili nacionalnih zakonskih regulativa.
Ostali faktori	Ostali faktori rizičnosti vezani za pakovanje i obezbeđenje robe

c. Element rizičnosti: Tehnološke karakteristike i organizacija prevoza (TKO)	
Pod elementi rizičnosti transporta robe u zavisnosti od tehnoloških karakteristika i organizacije prevoza	
Vrsta transporta	
Pomorski transport	Tip i namena broda (za generalni teret, rasuti teret, tečni teret, za naftu i njene derivate, kontejnerski brod, polukontejnerski brod itd.), zastava pod kojom brod plovi, klasa broda (posjedovanje klase od strane svetski priznatih klasifikacionih društava ili druga klasa), starost broda, godina izgradnje, godina poslednjeg remonta, maksimalna nosivost broda, statistički podaci o floti, posebne karakteristike brodova/plovila itd.
Kombinovani transport	Specifičnosti kombinovanog transporta, pretovara i skladištenja, način fizičkog delovanja na robu ili jedinicu transporta (npr. kontejner), kombinacija prevoznih sredstava (pomorsko-drumski-železnički, drumsko-rečni, rečno-pomorski, vazdušno-vazdušni itd.)
Rečni transport	Rečni teretni brod, putnički brod, tegljeni rečni sastav, potiskivani sastav, samohodni brod, barža, LASH barža i dr., putnički brod, maksimalna nosivost plovila, starost rečnog broda, godina poslednjeg remonta, statistički podaci o rečnoj floti vlasnika itd.
Drumski transport	Standardna teretna vozila, hladnjače, cisterne, vozila za prevoz rasutog tereta, specijalna vozila, kombi vozila, putnička vozila, kvalitet vozila, starost i održavanje vozila i dr.
Železnički transport	Standardna železnička zatvorena kola, otvorena kola, kola za prevoz rasutih tereta, kola za prevoz automobila, specijalna kola, železničke platforme, cisterne, hladnjače, kvalitet železničkih sredstava, razvijenost železničke infrastructure i dr.
Avio prevoz	Avio pošiljka robe kod prevoza putnika, specijali avio prevozi tereta i dr.
Cevni transport	Naftovod, gasovod
Poštanski prevoz	Ekspresna međunarodna i domaća dostava, standardna poštanska dostava robe
Organizacija prevoza	
Svojina prevoznog sredstva	Tuđa prevozna sredstva, sopstvena prevozna sredstva
Špedicija, agentura	Špedicija ili agentura u režiji profesionalnih firmi, interna špedicija ili agentura itd.
Raspoloživost tovarnog prostora	Prevoz robe u tovarnom prostoru ili kontejneru za jednog korisnika (engl. <i>Full Cargo Load, Full Container Load – FCL</i>); više korisnika tovarnog prostora (engl. <i>Less than Full Cargo Load, Less than Container Load - LCL</i>)
d. Element rizičnosti: Karakteristike i specifičnosti relacije prevoza (KSR)	
Pod elementi rizičnosti transporta robe u zavisnosti od karakteristika i specifičnosti relacije prevoza	
Karakteristike relacije transporta	Udaljenost pošiljaoca i primaoca robe, transportna i saobraćajna infrastruktura i komunikacije, lokacija pošiljaoca i primaoca robe ili mesto započinjanja i završetka transporta, transport „od vrata do vrata“, „od skladišta do skladišta“, „od terminala do terminala“ itd; uslovi i ograničenja puta, smer i područje plovidbe brodova, političko okruženje, ukupno predviđeno vreme trajanja procesa transporta itd.
Vlasništvo (interes na robu), momenat preuzimanja rizika	Vlasništvo nad robom, ugovoreni paritet kupoprodaje (prema međunarodnim transportnim klauzulama <i>INCOTERMS</i> ili na drugi način), ugovoreno vreme i mesto prelaska rizika sa prodavca na kupca itd., vreme, mesto i način isporuke robe
Strategije distribucije i transportnih mreža	Distribucija od tačke do tačke, koridor, „ <i>Hub and spoke</i> “ mreža, fiksno rutiranje, fleksibilno rutiranje.
Kontinuitet transporta	Direktni transport, transport u prekidima, broj pretovara, dužina čekanja kod prekida itd.
Posebne karakteristike transporta	Domaći, lokalni transport (u okviru zemlje, u okviru industrijske zone, u okviru industrijskog pogona i dr.), međunarodni transport (uvozne pošiljake, izvozne pošiljake, tranzitne pošiljake), „lomljeni“ transport (preuzimanje robe i rizika transporta u jednoj tački nezavršenog transportnog puta usled prekida transporta) i dr.

e. Element rizičnosti: Ostali logistički parametri (OLP)	
Podelementi rizičnosti ostalih logističkih parametara	
Parametri manipulativnih rizika	
Karakteristike rukovanja robom	Mesta utovara, istovara i pretovara, broj pretovara, karakteristike pretovara (kvalitet lučke pretovarne usluge, kvalitet usluge kopnenih robno-transportnih centara, karakteristike i kapacitet pretovarne mehanizacije, karakteristike i ograničenja fronta pretovara, trajanje pretovara itd.); način pretovara (pretovar sa vozila na vozilo, iz vozila u skladište, iz skladišta u vozilo, sa broda na obalu, sa broda na brod, pretovar kontejnera sa jeno na drugo prevozno sredstvo itd.)
Tehnologija manipulacije robom	Kranovi, kontejnerska mehanizacija pretovara, transporteri (trakasti, člankasti, elevatori, viseći, pužni, oscilatorni, gravitacioni itd.), transportno-manipulativna vozila, pretovarne rampe, pretovarna postrojenja na plovnom objektu, karakteristike dizalice, pokretne trake, hidraulični pretovar, pneumamatski pretovar itd.
Nadležnost manipulacije	Manipulacija robom od strane trećih lica, manipulacija robom u sopstvenoj režiji
Parametri rizika uskladištenja	
Tip skladišta	Zatvorena skladišta (regalna, standardna, specijalna itd.), skladišta na otvorenom prostoru, dinamička skladišta (skladištenje u železničkim i drumskim vozilima, pokretnim konvejerima, rotaciona skladišta itd.)
Karakteristike skladištenja robe	Namena skladišta (kontejnerisko skladištenje, skladištenje paleta, komadne robe, tečnog tereta, gasova, rasutog tereta, itd.), veličina skladišta, građevinske karakteristike i kapacitet skladišta, mesto skladištenja (u polaznom mestu, na određitu, usputno uskladištenje, skladištenje u luci, terminalu itd.), nivo tehnologije i organizacije skladišta, opremljenost, mehanizacija i automatizacija skladišnih procesa, broj usputnih uskladištenja, sopstvena, iznajmnjena ili javna skladišta, disciplina opsluživanja u skladištima (<i>FIFO</i> , <i>LIFO</i>); bezbednost u skladištima; karakteristike okruženja skladišta itd.
Ostali parametri	
Klimatski faktori	Uticaj klimatskih faktora (toplota, hladnoća, led, sneg, vetrovi, vlažnost vazduha, sezonski uticaji na rizik, sezona i godišnje doba, promene kimatskih zona u toku transporta itd.).
Rizici prirodnih katastrofa	Rizici zemljotresa, poplava, odrona zemljišta, razornih vertova, vulkanskih erupcija i dr.
Administrativni i regulativni faktori rizika	Administrativni uslovi (administrativni uslovi i ograničenja, odobrenje transporta isključivo na određenim koridorima itd.), nacionalna regulativa (uvozni i izvozni propisi, carinski propisi, ograničenja) itd.

Prilog 2. Parametri modela za ocenu rizika primenom fazi logike

Parametri Modela 3 – Ocena rizika primenom fazi logike, datoteka softvera MATLAB
[System] Name='V51_OcenaRizika-BT-1_00' Type='mamdani' Version=2.0 NumInputs=5 NumOutputs=1 NumRules=243 AndMethod='min' OrMethod='max' ImpMethod='min' AggMethod='max' DefuzzMethod='centroid'
[Input1] Name='KTO' Range=[0 44.05] NumMFs=3 MF1='Nizak_rizik':trimf,[0 0 13.215] MF2='Srednji_rizik':trimf,[4.405 22.025 39.645] MF3='Visok_rizik':trimf,[30.835 44.05 44.05]
[Input2] Name='POR' Range=[0 26] NumMFs=3 MF1='Nizak_rizik':trimf,[0 0 7.8] MF2='Srednji_rizik':trimf,[2.6 13 23.4] MF3='Visok_rizik':trimf,[18.2 26 26]
[Input3] Name='TKO' Range=[0 7.95] NumMFs=3 MF1='Nizak_rizik':trimf,[0 0 2.385] MF2='Srednji_rizik':trimf,[0.795 3.975 7.155] MF3='Visok_rizik':trimf,[5.565 7.95 7.95]
[Input4] Name='KSR' Range=[0 8.75] NumMFs=3 MF1='Nizak_rizik':trimf,[0 0 2.625] MF2='Srednji_rizik':trimf,[0.875 4.375 7.875] MF3='Visok_rizik':trimf,[6.125 8.75 8.75]
[Input5] Name='OLP' Range=[0 13.25] NumMFs=3 MF1='Nizak_rizik':trimf,[0 0 3.975] MF2='Srednji_rizik':trimf,[1.325 6.625 11.925] MF3='Visok_rizik':trimf,[9.275 13.25 13.25]

```

[Output1]
Name='UKUPAN_RIZIK'
Range=[0 100]
NumMFs=5
MF1='Vrlo_nizak_ukupan_rizik':trimf,[0 0 20]
MF2='Nizak_ukupan_rizik':trimf,[5 25 45]
MF3='Srednji_ukupan_rizik':trimf,[30 50 70]
MF4='Visok_ukupan_rizik':trimf,[55 75 95]
MF5='Vrlo_visok_ukupan_rizik':trimf,[80 100 100]

```

[Rules]

```

1 1 1 1 1, 1 (1) : 1
1 1 1 1 2, 1 (1) : 1
1 1 1 1 3, 1 (1) : 1
1 1 1 2 1, 1 (1) : 1
1 1 1 2 2, 1 (1) : 1
1 1 1 2 3, 1 (1) : 1
1 1 1 3 1, 1 (1) : 1
1 1 1 3 2, 1 (1) : 1
1 1 1 3 3, 2 (1) : 1
1 1 2 1 1, 1 (1) : 1
1 1 2 1 2, 1 (1) : 1
1 1 2 1 3, 1 (1) : 1
1 1 2 2 1, 1 (1) : 1
1 1 2 2 2, 1 (1) : 1
1 1 2 2 3, 2 (1) : 1
1 1 2 3 1, 1 (1) : 1
1 1 2 3 2, 2 (1) : 1
1 1 2 3 3, 3 (1) : 1
1 1 3 1 1, 1 (1) : 1
1 1 3 1 2, 1 (1) : 1
1 1 3 1 3, 2 (1) : 1
1 1 3 2 1, 1 (1) : 1
1 1 3 2 2, 2 (1) : 1
1 1 3 2 3, 3 (1) : 1
1 1 3 3 1, 2 (1) : 1
1 1 3 3 2, 3 (1) : 1
1 1 3 3 3, 4 (1) : 1
1 2 1 1 1, 1 (1) : 1
1 2 1 1 2, 1 (1) : 1
1 2 1 1 3, 1 (1) : 1
1 2 1 2 1, 1 (1) : 1
1 2 1 2 2, 1 (1) : 1
1 2 1 2 3, 2 (1) : 1
1 2 1 3 1, 1 (1) : 1
1 2 1 3 2, 2 (1) : 1
1 2 1 3 3, 3 (1) : 1
1 2 2 1 1, 1 (1) : 1
1 2 2 1 2, 1 (1) : 1
1 2 2 1 3, 2 (1) : 1
1 2 2 2 1, 1 (1) : 1
1 2 2 2 2, 2 (1) : 1
1 2 2 2 3, 3 (1) : 1
1 2 2 3 1, 2 (1) : 1
1 2 2 3 2, 3 (1) : 1

```

1 2 2 3 3, 4 (1) : 1
 1 2 3 1 1, 1 (1) : 1
 1 2 3 1 2, 2 (1) : 1
 1 2 3 1 3, 3 (1) : 1
 1 2 3 2 1, 2 (1) : 1
 1 2 3 2 2, 3 (1) : 1
 1 2 3 2 3, 4 (1) : 1
 1 2 3 3 1, 3 (1) : 1
 1 2 3 3 2, 4 (1) : 1
 1 2 3 3 3, 5 (1) : 1
 1 3 1 1 1, 1 (1) : 1
 1 3 1 1 2, 1 (1) : 1
 1 3 1 1 3, 2 (1) : 1
 1 3 1 2 1, 1 (1) : 1
 1 3 1 2 2, 2 (1) : 1
 1 3 1 2 3, 3 (1) : 1
 1 3 1 3 1, 2 (1) : 1
 1 3 1 3 2, 3 (1) : 1
 1 3 1 3 3, 4 (1) : 1
 1 3 2 1 1, 1 (1) : 1
 1 3 2 1 2, 2 (1) : 1
 1 3 2 1 3, 3 (1) : 1
 1 3 2 2 1, 2 (1) : 1
 1 3 2 2 2, 3 (1) : 1
 1 3 2 2 3, 4 (1) : 1
 1 3 2 3 1, 3 (1) : 1
 1 3 2 3 2, 4 (1) : 1
 1 3 2 3 3, 5 (1) : 1
 1 3 3 1 1, 2 (1) : 1
 1 3 3 1 2, 3 (1) : 1
 1 3 3 1 3, 4 (1) : 1
 1 3 3 2 1, 3 (1) : 1
 1 3 3 2 2, 4 (1) : 1
 1 3 3 2 3, 5 (1) : 1
 1 3 3 3 1, 4 (1) : 1
 1 3 3 3 2, 5 (1) : 1
 1 3 3 3 3, 5 (1) : 1
 2 1 1 1 1, 1 (1) : 1
 2 1 1 1 2, 1 (1) : 1
 2 1 1 1 3, 1 (1) : 1
 2 1 1 2 1, 1 (1) : 1
 2 1 1 2 2, 1 (1) : 1
 2 1 1 2 3, 2 (1) : 1
 2 1 1 3 1, 1 (1) : 1
 2 1 1 3 2, 2 (1) : 1
 2 1 1 3 3, 3 (1) : 1
 2 1 2 1 1, 1 (1) : 1
 2 1 2 1 2, 1 (1) : 1
 2 1 2 1 3, 2 (1) : 1
 2 1 2 2 1, 1 (1) : 1
 2 1 2 2 2, 2 (1) : 1
 2 1 2 2 3, 3 (1) : 1
 2 1 2 3 1, 2 (1) : 1
 2 1 2 3 2, 3 (1) : 1
 2 1 2 3 3, 4 (1) : 1
 2 1 3 1 1, 1 (1) : 1

2 1 3 1 2, 2 (1) : 1
 2 1 3 1 3, 3 (1) : 1
 2 1 3 2 1, 2 (1) : 1
 2 1 3 2 2, 3 (1) : 1
 2 1 3 2 3, 4 (1) : 1
 2 1 3 3 1, 3 (1) : 1
 2 1 3 3 2, 4 (1) : 1
 2 1 3 3 3, 5 (1) : 1
 2 2 1 1 1, 1 (1) : 1
 2 2 1 1 2, 1 (1) : 1
 2 2 1 1 3, 2 (1) : 1
 2 2 1 2 1, 1 (1) : 1
 2 2 1 2 2, 2 (1) : 1
 2 2 1 2 3, 3 (1) : 1
 2 2 1 3 1, 2 (1) : 1
 2 2 1 3 2, 3 (1) : 1
 2 2 1 3 3, 4 (1) : 1
 2 2 2 1 1, 1 (1) : 1
 2 2 2 1 2, 2 (1) : 1
 2 2 2 1 3, 3 (1) : 1
 2 2 2 2 1, 2 (1) : 1
 2 2 2 2 2, 4 (1) : 1
 2 2 2 2 3, 4 (1) : 1
 2 2 2 3 1, 3 (1) : 1
 2 2 2 3 2, 4 (1) : 1
 2 2 2 3 3, 5 (1) : 1
 2 2 3 1 1, 2 (1) : 1
 2 2 3 1 2, 3 (1) : 1
 2 2 3 1 3, 4 (1) : 1
 2 2 3 2 1, 3 (1) : 1
 2 2 3 2 2, 4 (1) : 1
 2 2 3 2 3, 5 (1) : 1
 2 2 3 3 1, 4 (1) : 1
 2 2 3 3 2, 5 (1) : 1
 2 2 3 3 3, 5 (1) : 1
 2 3 1 1 1, 1 (1) : 1
 2 3 1 1 2, 2 (1) : 1
 2 3 1 1 3, 3 (1) : 1
 2 3 1 2 1, 2 (1) : 1
 2 3 1 2 2, 3 (1) : 1
 2 3 1 2 3, 4 (1) : 1
 2 3 1 3 1, 3 (1) : 1
 2 3 1 3 2, 4 (1) : 1
 2 3 1 3 3, 5 (1) : 1
 2 3 2 1 1, 2 (1) : 1
 2 3 2 1 2, 3 (1) : 1
 2 3 2 1 3, 4 (1) : 1
 2 3 2 2 1, 3 (1) : 1
 2 3 2 2 2, 4 (1) : 1
 2 3 2 2 3, 5 (1) : 1
 2 3 2 3 1, 4 (1) : 1
 2 3 2 3 2, 5 (1) : 1
 2 3 2 3 3, 5 (1) : 1
 2 3 3 1 1, 3 (1) : 1
 2 3 3 1 2, 4 (1) : 1
 2 3 3 1 3, 5 (1) : 1

2 3 3 2 1, 4 (1) : 1
 2 3 3 2 2, 5 (1) : 1
 2 3 3 2 3, 5 (1) : 1
 2 3 3 3 1, 5 (1) : 1
 2 3 3 3 2, 5 (1) : 1
 2 3 3 3 3, 5 (1) : 1
 3 1 1 1 1, 1 (1) : 1
 3 1 1 1 2, 1 (1) : 1
 3 1 1 1 3, 2 (1) : 1
 3 1 1 2 1, 1 (1) : 1
 3 1 1 2 2, 2 (1) : 1
 3 1 1 2 3, 3 (1) : 1
 3 1 1 3 1, 2 (1) : 1
 3 1 1 3 2, 3 (1) : 1
 3 1 1 3 3, 4 (1) : 1
 3 1 2 1 1, 1 (1) : 1
 3 1 2 1 2, 2 (1) : 1
 3 1 2 1 3, 3 (1) : 1
 3 1 2 2 1, 2 (1) : 1
 3 1 2 2 2, 3 (1) : 1
 3 1 2 2 3, 4 (1) : 1
 3 1 2 3 1, 3 (1) : 1
 3 1 2 3 2, 4 (1) : 1
 3 1 2 3 3, 5 (1) : 1
 3 1 3 1 1, 2 (1) : 1
 3 1 3 1 2, 3 (1) : 1
 3 1 3 1 3, 4 (1) : 1
 3 1 3 2 1, 3 (1) : 1
 3 1 3 2 2, 4 (1) : 1
 3 1 3 2 3, 5 (1) : 1
 3 1 3 3 1, 4 (1) : 1
 3 1 3 3 2, 5 (1) : 1
 3 1 3 3 3, 5 (1) : 1
 3 2 1 1 1, 1 (1) : 1
 3 2 1 1 2, 2 (1) : 1
 3 2 1 1 3, 3 (1) : 1
 3 2 1 2 1, 2 (1) : 1
 3 2 1 2 2, 3 (1) : 1
 3 2 1 2 3, 4 (1) : 1
 3 2 1 3 1, 3 (1) : 1
 3 2 1 3 2, 4 (1) : 1
 3 2 1 3 3, 5 (1) : 1
 3 2 2 1 1, 2 (1) : 1
 3 2 2 1 2, 3 (1) : 1
 3 2 2 1 3, 4 (1) : 1
 3 2 2 2 1, 3 (1) : 1
 3 2 2 2 2, 4 (1) : 1
 3 2 2 2 3, 5 (1) : 1
 3 2 2 3 1, 4 (1) : 1
 3 2 2 3 2, 5 (1) : 1
 3 2 2 3 3, 5 (1) : 1
 3 2 3 1 1, 3 (1) : 1
 3 2 3 1 2, 4 (1) : 1
 3 2 3 1 3, 5 (1) : 1
 3 2 3 2 1, 4 (1) : 1
 3 2 3 2 2, 5 (1) : 1

3 2 3 2 3, 5 (1) : 1
 3 2 3 3 1, 5 (1) : 1
 3 2 3 3 2, 5 (1) : 1
 3 2 3 3 3, 5 (1) : 1
 3 3 1 1 1, 2 (1) : 1
 3 3 1 1 2, 3 (1) : 1
 3 3 1 1 3, 4 (1) : 1
 3 3 1 2 1, 3 (1) : 1
 3 3 1 2 2, 4 (1) : 1
 3 3 1 2 3, 5 (1) : 1
 3 3 1 3 1, 4 (1) : 1
 3 3 1 3 2, 5 (1) : 1
 3 3 1 3 3, 5 (1) : 1
 3 3 2 1 1, 3 (1) : 1
 3 3 2 1 2, 4 (1) : 1
 3 3 2 1 3, 5 (1) : 1
 3 3 2 2 1, 4 (1) : 1
 3 3 2 2 2, 5 (1) : 1
 3 3 2 2 3, 5 (1) : 1
 3 3 2 3 1, 5 (1) : 1
 3 3 2 3 2, 5 (1) : 1
 3 3 2 3 3, 5 (1) : 1
 3 3 3 1 1, 4 (1) : 1
 3 3 3 1 2, 5 (1) : 1
 3 3 3 1 3, 5 (1) : 1
 3 3 3 2 1, 5 (1) : 1
 3 3 3 2 2, 5 (1) : 1
 3 3 3 2 3, 5 (1) : 1
 3 3 3 3 1, 5 (1) : 1
 3 3 3 3 2, 5 (1) : 1
 3 3 3 3 3, 5 (1) : 1

Prilog 3. Pokriće rizika na osnovu Institute Cargo Clauses (A), (B) i (C)

VRSTA RIZIKA		KARAKTERISTIKE RIZIKA (prema Institutskim klauzulama za osiguranje robe u transportu A, B i C)	Institute Cargo Clauses		
			ICC (A)	ICC (B)	ICC (C)
OSNOVNI RIZICI		Osnovni rizici su karakteristični za sam proces transporta robe i oni predstavljaju minimalni standardizovani oblik osiguravajućeg pokrića. Pojedini osnovni rizici su svojstveni samo određenim vrstama transporta (npr. potonuće brodova, oštećenje cevovoda, pad vazduhoplova itd.) dok su drugi svojstveni svim vrstama transporta (npr. sudar transportnih sredstava, požar i sl.).	DA	DA	DA
1	Saobraćajna/plovidbena nezgoda (engl. <i>Transportation/marine accident</i>)	Saobraćajna/plovidbena nezgoda predstavlja vanredni spoljni događaj usled koga je prevozno sredstvo ili roba u/na prevoznom sredstvu mogli pretrpeti štetu. Postoji više vrsta saobraćajnih nezgoda, koje zavise od karakteristika prevoza robe.	DA	DA	DA
1.1	Sudar (engl. <i>Collision</i>)	Sudar transportnih sredstava predstavlja rizični događaj u kome jedno ili više transportnih sredstava nanose mehaničku štetu drugom prevoznom sredstvu, imovini u transportnom sredstvu ili povrede licima koja se prevoze.	DA	DA	DA
1.2	Udar (engl. <i>Contact</i>)	Udar predstavlja materijalni dodir prevoznog sredstva sa spoljnim objektom (npr. udar broda u lučki objekat, most, plutajući objekat i sl.).	DA	DA	DA
1.3	Nasukanje brodova (engl. <i>Stranding</i>)	Nasukanje brodova predstavlja vanredni rizični događaj u kome brod svojom donjim delom (kobilicom) dodiruje morsko/rečno dno, pri čemu je onemogućen da izvesno vreme nastavi plovidbu.	DA	DA	DA
1.4	Potonuće brodova (engl. <i>Sinking</i>)	Potonuće brodova predstavlja rizični događaj na osnovu koga brod privremeno ili trajno gubi plovnost i/ili osobine plutanja, usled neuobičajenog delimičnog ili potpunog tonjenja u vodu.	DA	DA	DA
1.5	Dodir dna (engl. <i>Touch bottom</i>)	Dodir dna podrazumeva dodir broda s morskim/rečnim dnom koji je manjeg intenziteta, i koji ne sputava dalju eksploataciju broda. Usled dodira dna može doći do oštećenja trupa, a veoma retko i do oštećenja same robe.	DA	DA	DA
1.6	Brodolom (engl. <i>Shipwreck</i>)	Pod brodolomom se podrazumeva pomorska nezgoda koja ima za posledicu gubitak sposobnosti ili nepodobnost broda da nastavi plovidbu.	DA	DA	DA
1.7	Nestanak prevoznog sredstva (engl. <i>Missing of vessel</i>)	Nestanak prevoznog sredstva podrazumeva nepostojanje informacije o njegovoj trenutnoj lokaciji. U pomorskom prevozu pod nestankom broda smatra se situacija kada o brodu duže vreme nema bilo kakvih vesti. Prema međunarodnom pomorskom pravu, nestanak broda podrazumeva nepostojanje informacija u trajanju od tri meseca od poslednje vesti o brodu.	DA	DA	DA
1.8	Otplavljenje robe sa palube broda (engl. <i>Washing overboard</i>)	Pod otpplavljenjem robe sa palube broda podrazumeva se pad robe u more usled vanrednog delovanja neuobičajeno velikih talasa. Da bi šteta bila naknadiiva iz osiguranja, mora se raditi o robi za koju je uobičajeno da se prevozi na palubi broda.	DA	NE	NE
2	Elementarna nepogoda (engl. <i>Natural disaster</i>)	Elementarna nepogoda podrazumeva štete usled nastupanja neuobičajeno velikih elementarnih prirodnih sila, iz atmosfere ili unutrašnjosti zemlje. U elementane nepogode ubraja se nevreme na moru, zemljotres, oluja, grom, vulkanska erupcija itd.	DA	DA	NE
3	Eksplוזija (engl. <i>Explosion</i>)	Eksplוזija podrazumeva trenutno, iznenadno proširenje zapremine određene robe (npr. hemijske supstance) što dovodi do rušilačkih sila u odnosu na okolinu, robu koja se prevozi i ljude.	DA	DA	DA

4	Požar (engl. <i>Fire</i>)	Pod požarom se podrazumeva svako neplanirano pojavljivanje vatre, koje može nastati iz bilo kog uzroka, i koja se ispoljava kao dim, toplina i intenzivno svetlo.	DA	DA	DA
5	Razbojništvo (engl. <i>Robbery</i>)	Pod razbojništvom se podrazumeva primena sile ili pretnja silom u cilju protivpravnog oduzimanja tuđe imovine. Pojmom razbojništvo je obuhvaćeno i piratstvo na moru	DA	NE	NE
DOPUNSKI RIZICI		Dopunski rizici predstavljaju rizike kojima je izložena roba koja se prevozi koji su nezavisni od samog procesa transporta, već od drugih činilaca. Ovi rizici se u praksi najčešće ugovaraju zajedno s osnovnim rizicima i u zbiru ove dve grupe rizika čine pokriće "svi rizici" (engl. <i>All Risks</i>). Posebnu grupu dopunskih rizika čine tzv. Specijalni rizici tj. rizici koji nisu obuhvaćeni pojmom »svi rizici« i to su rizici koji su vezani za prirodno svojstvo osigurane robe.	DA	DA/NE	NE
1	Krađa i neisporuka (engl. <i>Theft, pilfeage and non-delivery</i>)	Pod krađom i neisporukom podrazumeva se rizični događaj na osnovu koga određena roba koja se transportuje nije isporučena primaocu, ili je isporučena manja količina od predviđene. U osiguranju transporta rizik krađe i neisporuke se najčešće osiguravaju zajedno, kako ne bi dolazilo do spornih pitanja u vezi pravog uzroka štete.	DA	NE	NE
2	Manipulativni rizici (engl. <i>Handling risks</i>)	Manipulativni rizici podrazumevaju rizike kojima je izložena roba za vreme utovara, istovara sa prevoznih sredstava kao i pretovara s jednog prevoznog sredstva na drugo. Usled manipulativnih rizika često dolazi do loma, deformacija ili ogrebotina robe, oštećenja ambalaže robe i dr. i to najčešće usled udara jedne robe u drugu ili udara u vozilo, građevinske objekte i dr.	DA	DA	NE
3	Ostali dopunski rizici	Pod ostalim dopunskim rizicima podrazumevaju se rizici koji se realizuju zbog specifičnog svojstva robe koja se transportuje, međutim, nastanak ovih rizika potiče iz spoljne sredine i najčešće počinje realizacijom određenog vanrednog spoljnog događaja.	DA	NE	NE
4	Specijalni rizici (rizici koji nisu obuhvaćeni pojmom »Svi rizici«)	Specijalni (ili posebni rizici) podrazumevaju rizike u transportu koji nastaju bez uticaja vanrednih spoljnih događaja, najčešće usled unutrašnje mane ili prirodnog svojstva robe. Ovi rizici se mogu realizovati i kada se transport odvija potpuno uobičajeno, bez ostvarenja određenih rizičnih situacija. Postoje brojni međunarodni uslovi i klauzule osiguranja koje pokrivaju specijalne rizike.	NE *	NE	NE
RATNI I POLITIČKI RIZICI		Ratni rizici podrazumevaju mogućnost ostvarenja određenog ratnog čina, koji ima za posledicu gubitak, oštećenje ili uništenje robe. Pod političkim rizicima se podrazumevaju se događaji nastali usled određenih akata državnih institucija u periodu mira a koji imaju za posledicu gubitak, oštećenje ili uništenje robe, npr. zadržavanje broda, zaplena broda i dr.	NE *	NE *	NE *
1	Ratni rizici (engl. <i>ICC War Risks</i>)	Postoje tri osnovne grupe ratnih rizika i to: rata, građanskog rata, revolucije, pobune, ustanka; zarobljavanja, zaplene, ograničenja ili zadržavanja kao i posledica tih akata; napuštenih mina, torpeda, bombi ili drugog napuštenog ratnog oružja.	NE *	NE *	NE *
2	Politički rizici (engl. <i>ICC Strikes Risks</i>)	Postoje dve grupe političkih rizika i to: rizici koje prouzrokuju štrajkači, radnici otpušteni s posla ili lica koja učestvuju u radničkim neredima, nasilju ili građanskim nemirima; teroristi i osobe koje su delovale iz političkih razloga.	NE *	NE *	NE *

* Rizici koji se mogu posebno ugovoriti

Izvor: Witherby Publishing London, 1992; Tomašić, 1987; Dunt, 2009; Pavić, 2012.

Biografija autora

Vladimir M. Gajović je rođen 29.09.1962. godine u Smederevu. Osnovnu školu, Srednju arhitektonsku školu i Višu građevinsku školu je završio u Beogradu. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, smer Integralni i industrijski transport je završio 1990. godine sa prosečnom ocenom 7,48 (sedam 48/100). Specijalističke poslediplomske studije na smeru Aktuarstvo na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Beogradu je završio 1996. godine, a Magistarske poslediplomske studije na istom smeru Ekonomskog fakulteta je završio 2000. godine, sa prosečnom ocenom 9,77 (devet 77/100). Doktorske studije na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu je upisao 2008. godine.

Zaposlen je u Kompaniji Dunav osiguranje a.d.o. od 1992. godine. U dosadašnjoj profesionalnoj karijeri bio je raspoređen na različit radna mesta, od Analitičara za procenu rizika, Šefa službe za osiguranje karga, Aktuara za transportna i kreditna osiguranja, Supervizora za anderrajting do Direktora Glavne filijale za osiguranje transporta i kredita, na kojoj funkciji se i sad nalazi. Pohađao je brojne naučne i stručne skupove iz oblasti osiguranja i teorije rizika u zemlji i inostranstvu. Učestvovao je u edukaciji brojnih kolega iz oblasti transportnog osiguranja.

Koautor je sedam naučnih radova objavljenih u međunarodnim i domaćim časopisima i međunarodnim i domaćim naučnim skupovima. Govori engleski jezik.

Izjava o autorstvu

Potpisani-a Vladimir M. Gajović

Broj upisa _____

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

**MODELIRANJE RIZIKA U LOGISTIČKIM PROCESIMA SA PRIMENOM U
TRANSPORTNOM OSIGURANJU**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu,

Potpis doktoranda

09.11.2015. godine



Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora	Vladimir M. Gajović
Broj upisa	
Studijski program	Saobraćaj
Naslov rada	MODELIRANJE RIZIKA U LOGISTIČKIM PROCESIMA SA PRIMENOM U TRANSPORTNOM OSIGURANJU
Mentor:	Prof. dr Gordana Radivojević
Potpisani:	Vladimir M. Gajović

izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje na portalu Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu,

Potpis doktoranda

09.11.2015. godine



Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

MODELIRANJE RIZIKA U LOGISTIČKIM PROCESIMA **SA PRIMENOM U TRANSPORTNOM OSIGURANJU**

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo

☒ 2. Autorstvo - nekomercijalno

3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima

5. Autorstvo – bez prerade

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

U Beogradu,

Potpis doktoranda



09.11.2015. godine

1. Autorstvo - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.
2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. Autorstvo - nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. Autorstvo - nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.