

# Upravljanje rizicima u proizvodnom poduzeću

---

Mažuranić, Juraj

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:831924>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-04**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Juraj Mažuranić**

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić, dipl. ing.

Student:

Juraj Mažuranić

Zagreb, 2018.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno, koristeći znanja i vještine stečene tijekom studija te služeći se navedenom literaturom.

Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću na svim stručnim savjetima i izdvojenom vremenu koje je uložio kako bi mi pomogao u izradi ovog diplomskog rada.

Također se zahvaljujem svojoj obitelji koja me podržavala i podupirala tijekom cijelog studija te bila uz mene u svim situacijama na koje sam naišao tokom studiranja.

Posebno bih se htio zahvaliti svojoj djevojci Barbari za dane savjete i podršku tijekom studiranja te neiscrpnu motivaciju koju mi je pružala u teškim trenucima na fakultetu.

Juraj Mažuranić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za diplomske radove studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment,  
inženjerstvo materijala te mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum: 9-11-2018	Prilog:
Klasa: 602-06/18-G/3	
Ur. broj: 15-1703-18-381	

### DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **JURAJ MAŽURANIĆ** Mat. br.: 0035190244

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Upravljanje rizicima u proizvodnom poduzeću**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Risk management in manufacturing companies**

Opis zadatka:

Proizvodna se poduzeća u svom svakodnevnom poslovanju susreću s neželjenim događajima koji usporavaju ili čak onemogućuju odvijanje proizvodnih i logističkih procesa. Takvi događaji nemaju predvidivu zakonitost pojavljivanja i predstavljaju rizik za poduzeće. Poduzeća su izložena različitim vrstama rizika: tehničkim, tržišnim, financijskim, sigurnosnim i mnogim drugima. Da bi se ublažili rizični događaji, razvijeni su alati i metode za procjenu i upravljanje rizicima.

U radu je potrebno:

- definirati pojam rizika te povezanost s teorijom vjerojatnosti,
- sistematizirati vrste rizika koji se mogu pojaviti u proizvodnom poduzeću,
- napraviti podjelu alata i metoda za procjenu i upravljanje rizicima,
- na primjeru proizvoljno odabranog proizvodnog poduzeća primijeniti FMEA metodu,
- razviti metodologiju za praćenje, procjenu i upravljanje rizicima,
- povezati Lean menadžment i upravljanje rizicima.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
27. rujna 2018.

Rok predaje rada:  
29. studenog 2018.

Predvideni datum obrane:  
05. prosinca 2018.  
06. prosinca 2018.  
07. prosinca 2018.

Zadatak zadao:   
prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Predsjednica Povjerenstva:   
prof. dr. sc. Biserka Runje

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS KRATICA .....	V
SAŽETAK.....	VI
SUMMARY .....	VII
1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O RIZIKU .....	2
2.1. Definicija rizika.....	3
2.2. Vrste rizika.....	4
2.3. Pojmovi vezani uz rizik.....	4
2.3.1. Neizvjesnost.....	5
2.3.2. Opasnost.....	7
2.3.3. Opasan pothvat.....	7
2.3.4. Neposredan uzrok štete .....	8
2.3.5. Vjerojatnost nastanka štete.....	8
2.3.6. Štetni događaj.....	9
2.3.7. Šteta.....	11
3. UPRAVLJANJE RIZICIMA.....	12
3.1. Upravljanje rizikom prema normi ISO 31000:2009 .....	17
3.2. Principi norme ISO 31000:2009 .....	19
3.3. Okvir norme ISO 31000:2009.....	19
3.3.1. Odgovornost i prednost.....	20
3.3.2. Dizajn okvira za upravljanje rizicima .....	21
3.3.3. Provedba upravljanja rizicima .....	22
3.3.4. Nadzor i preispitivanje okvira.....	22
3.3.5. Kontinuirano poboljšavanje okvira.....	23
3.4. Proces norme ISO 31000:2009 .....	23
3.5. Ciljevi upravljanja rizikom .....	27
4. ANALIZA RIZIKA .....	31
4.1. Koraci analize rizika .....	31
4.2. Metode za procjenu rizika.....	32
5. FMEA .....	35
5.1. Prednosti i nedostaci FMEA metode .....	36
5.2. Veza između FMEA i Lean menadžmenta .....	36
5.3. Postupak provođenja FMEA analize.....	38
6. PRIMJENA FMEA ANALIZE U PODUZEĆU .....	42
6.1. Primjena FMEA metode .....	43
6.1.1. Stroj za plastificiranje .....	43
6.1.2. Stroj za lakiranje .....	48

---

6.1.3. Stroj za rezanje.....	52
6.2. Analiza rezultata FMEA analize .....	53
6.2.1. Organizacijska rješenja .....	55
7. ZAKLJUČAK.....	56
LITERATURA.....	57

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Podjela rizika na čiste i špekulativne [4].....	4
Slika 2.	Razlika između rizika i neizvjesnosti [4] .....	5
Slika 3.	Podjela i uzroci štetnih događaja [4] .....	10
Slika 4.	Shema procesa upravljanja rizikom [5].....	14
Slika 5.	Naslovnica norme ISO 31000:2009 .....	17
Slika 6.	Osnovne sastavnice prema normi ISO 31000:2009 [1].....	18
Slika 7.	PDCA krug prema normi ISO 31000:2009 [1] .....	20
Slika 8.	Rizici u poduzeću [8] .....	21
Slika 9.	Proces upravljanja rizikom prema normi ISO 31000:2009.....	23
Slika 10.	Predloženi tretman rizika prema normi ISO 31000:2009 .....	25
Slika 11.	Osnovni ciljevi upravljanja rizikom [4] .....	29
Slika 12.	Alati za identifikaciju rizika [12] .....	33
Slika 13.	Tri temeljna Poka Yoke pravila [15].....	37
Slika 14.	Postupak provođenja FMEA analize [15] .....	41
Slika 15.	Lokacija poduzeća MAJDAK GRAFIKA d.o.o.....	42
Slika 16.	Nacrt stroja za plastifikaciju papira.....	44
Slika 17.	Stroj BILLHOFER MFK 76.....	45
Slika 18.	Prednja strana stroja .....	46
Slika 19.	Proizvod nakon plastifikacije .....	46
Slika 20.	Prostor za ulaganje papira kod stroja za lakiranje .....	49
Slika 21.	Dio stroja za uklanjanje pudera papira .....	49
Slika 22.	Prikaz jedinice za nanošenje laka .....	50
Slika 23.	Prostor za sušenje laka .....	50
Slika 24.	Dio stroja s fenovima za vrući zrak.....	51
Slika 25.	Stroj za rezanje .....	52
Slika 26.	Histogram FMEA analize.....	54



**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Budući događaj u odnosu na njihovu vjerojatnost .....	6
Tablica 2. Razine neizvjesnosti .....	6
Tablica 3. FMEA analiza.....	38
Tablica 4. Vrijednosti učestalosti pojave kvara.....	43
Tablica 5. Specifikacije stroja za plastificiranje papira.....	45
Tablica 6. FMEA tablica za stroj za plastifikaciju papira .....	47
Tablica 7. FMEA tablica za stroj za lakiranje papira .....	51
Tablica 8. FMEA tablica za stroj za rezanje .....	52
Tablica 9. Rezultati FMEA analize .....	53

**POPIS KRATICA**

PHA	eng. Process Hazard Analysis	Analiza procesa opasnosti
HAZOP	eng. Hazard and Operability Study	Studija opasnosti i operativnosti
HACCP	eng. Hazard Analysis and Critical Control Point	Analiza opasnosti i kontrola kritičnih točaka
SWIFT	eng. Structured What If Checklist	Metoda identifikacije potencijalnih opasnosti
BIA	eng. Business Impact Analysis	Analiza utjecaja na poslovanje
RCA	eng. Root-Cause Analysis	Analiza značajnih gubitaka
FMEA	eng. Failure Modes and Effects Analysis	Analiza utjecaja i posljedica pogrešaka
FTA	eng. Fault Tree Analysis	Analiza pomoću stabla rizika
ETA	eng. Event Tree Analysis	Analiza pomoću stabla događaja
CCA	eng. Cause-Consequences Analysis	Analiza uzroka i posljedice
CEA	eng. Cause and Effect Analysis	Analiza uzroka i efekta
LOPA	eng. Layer of Protection Analysis	Analiza sloja zaštite
HRA	eng. Human Reliability Assessment	Procjena ljudske pouzdanosti
RCM	eng. Reliability Centered Maintenance	Održavanje bazirano na pouzdanosti
MCDA	eng. Multi-Criteria Decision Analysis	Višekriterijalna analiza odluka
RPN	eng. Risk Priority Number	Opći pokazatelji rizika

## **SAŽETAK**

Tema diplomskog rada je „Upravljanje rizicima u proizvodnom poduzeću“. U ovom radu objašnjeno je što su to rizici te koje se sve vrste rizika mogu pojaviti u proizvodnom poduzeću. Također je napravljena podjela alata i metoda koji se koriste za procjenu i upravljanje rizicima.

U radu je objašnjen pojam upravljanja rizikom te su opisani svi koraci koje je potrebno napraviti za uspješno provođenje upravljanja rizikom.

Na kraju rada napravljena je analiza rizika u jednom proizvodnom poduzeću primjenom FMEA (eng. Failure Modes and Effects Analysis) alata te su dani prijedlozi poboljšanja.

Ključne riječi: rizik, vrste rizika, upravljanje rizicima, analiza rizika, FMEA analiza

## **SUMMARY**

The theme of the dissertation is „Risk management in manufacturing companies “. In this paper is explained explain what are risks and what kind of risk can occur in the production company. The tools and methods used to assess and manage risks have also been explained.

The dissertation explains the concept of risk management and describes all the steps to be taken to successfully conduct risk management.

In the end, a risk analysis was carried out in one manufacturing company using FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) tools, and improvements were given.

Key words: risk, types of risks, risk management, risk analysis, FMEA analysis

## 1. UVOD

Ovaj rad bavi se suzbijanjem rizika u poduzeću. Rizici su sastavni dio svakog poduzeća i povezani su s procesom odlučivanja. Prilikom donošenja bitnih odluka za poduzeće potrebno je znati koji su potencijalni rizici za poduzeće. Osim saznanja poslovnih rizika jednako bitno je i pravilno i učinkovito upravljati rizicima. Danas poduzeća posluju u nepredvidivoj i nesigurnoj okolini te im je sve teže zadržati poziciju na tržištu. Iz tog razloga poduzeća moraju posvetiti posebnu pozornost analizi i upravljanju rizicima. Sustav upravljanja rizikom jedan je od najbitnijih instrumenata zaštite poduzeća od konkurencije. Zato su danas razvijene različite metode za prepoznavanje i smanjivanje rizika u svrhu pravovremenih intervencija unutar poduzeća.

Za potrebe ovog rada korištena je FMEA metoda (eng. Failure Modes and Effects Analysis), odnosno metoda za analizu utjecaja i posljedica pogrešaka u sustavu. Metodologija se bazira na prepoznavanju rizika unutar sustava te se prepoznati rizici rangiraju prema njihovoj kvantitativnoj vrijednosti. Također se ispunjava FMEA tablica te se određuje opći pokazatelj rizika pomoću formule za izračun rizika. Nakon izračuna općeg pokazatelja rizika, rizici se klasificiraju u tri skupine te ovisno o skupini primjenjuju se zahvati za njihovo smanjivanje ili uklanjanje.

Za praktični dio ovog rada provedena je FMEA analiza unutar poduzeća „MAJDAK GRAFIKA“. Poduzeće se bavi poslovima vezanim uz papirnu industriju pa je izvršena analiza na strojevima za obradu papira kao što su: stroj za plastifikaciju, stroj za lakiranje i stroj za rezanje. Izvršena je analiza mogućih rizika za svaki pojedini stroj te su rezultati prikazani u FMEA tablici.

## 2. OPĆENITO O RIZIKU

Rizik je kompleksan pojam koji se pojavljuje u svakodnevnom životu. Možemo reći da je konstantna pratnja u čovjekovu životu. Još u prapovijesno vrijeme postojao je rizik od nemogućnosti ostvarivanja osnovnih uvjeta za život. Najbolje se to može prikazati na nomadskom načinu života gdje se nije znalo što će se taj dan naći za jesti, hoće li se uloviti koja životinja i slično. Dok je u današnje vrijeme, rizik u svakodnevnom životu, na primjer sudjelovanje u prometu u kojem postoji realna opasnost nastanka nesreće, razna ulaganja, dizanje kredita i drugo. Tako možemo reći da se rizik s vremenom razvija i da su naše svakodnevne aktivnosti postale sve nesigurnije.

Napredak kod upravljanja rizikom počeo se događati prilikom stvaranja organiziranih ljudskih zajednica. U to vrijeme pojavljivao se rizik od međusobnih napada između plemena. Kako bi se taj rizik izbjegao plemena su radila razne obrambene objekte, kao na primjer dizali su visoke zidove kako bi se obranili od napada.

Daljnijim razvitkom čovječanstva pojavio se rizik od pljačke robe prilikom prijevoza. Da bi se taj rizik smanjio ili u potpunosti izbjegao trgovci su tražili jamčevinu za robu koja se prevozi. Možemo reći da se taj rizik do danas zadržao te da poduzeća traže razna jamstva prilikom svog poslovanja.[1]

Iskorak u procjeni rizika javio se 1654. godine kada su Pierre de Fermat i Blaise Pascal postavili temelje teorije. Do daljnjeg razvoja rizika dolazi u 18. stoljeću kada ekonomske aspekte rizika prvi opisuje švicarski fizičar Daniel Bernoulli u svom eseju iz 1738. godine u kojem uvodi pojam korisnosti ishoda odluke za koju tvrdi da je subjektivna i da se odnosi na procjenu subjektivne vrijednosti (korisnosti) za donositelja odluke, a ne svodi se samo na proračun vjerojatnosti.[2]

U 20. stoljeću kvantitativna procjena rizika ulazi u bankarstvo i financijsko tržište. Dok se u drugoj polovici 20. stoljeća pojavljuju metode kvantitativne procjene rizika specijalizirane za potrebe nuklearne industrije i energetike. Pojavom i razvitkom računala, pojavile su se razni alati za simuliranje mogućih događaja. Početkom 21. stoljeća upravljanje rizikom postaje od ključne važnosti za poduzeća te ona ulažu velike iznose u tu djelatnost. [1]

Može se zaključiti da je rizik sastavni dio ljudskog života te da se ljudi trebaju naviknuti živjeti s rizikom. Svaki čovjek u životu u nečemu mora riskirati, neki to rade manje, a neki više. Bitno je da se ljudi bave prevencijom rizika, a ne posljedicama.

## 2.1. Definicija rizika

Pojam rizik radi svoje višeznačnosti i kompleksnosti oduvijek je privlačio pažnju velikog broja znanstvenika. Riziku se pristupalo s različitih aspekata, tako da ni danas nemamo jedinstvenu definiciju rizika. Jedino što je zajedničko u svim definicijama je to da rizik mora biti neizvjestan događaj, odnosno da obuhvaća sumnju u buduću ishodu naše odluke.

Danas postoji veliki broj različitih definicija rizika, ali jedna od najčešće citiranih glasi: „Rizik je stanje u kojemu postoji mogućnost negativnog odstupanja od poželjnog ishoda koji očekujemo ili kojemu se nadamo“ [3]. Na primjer, ista je vjerojatnost da će netko izgubiti 1 kunu ili 1000 kuna, ali je veličina gubitka u drugom slučaju veća, jer odstupanje od onog čemu se pojedinac nada, odnosno da ne izgubi 1000 kuna, veća je nego kada se izgubi 1 kuna [4].

Prema normi ISO 9001:2015 rizik je učinak neizvjesnosti, a takva neizvjesnost može imati pozitivni ili negativni učinak. Pozitivno odstupanje koje proizlazi iz rizika može dati priliku, ali svi pozitivni učinci rizika neće rezultirati u prilike.

Kada sami želimo odrediti mjeru opasnosti od štetnog događaja u nekoj situaciji, moramo utvrditi njene granice i ograničiti vrijeme u kojemu se utvrđuje mjera opasnosti. Ako odredimo da mjeru neke opasnosti utvrđujemo preko vjerojatnosti nastanka štetnog događaja i veličine njegovih posljedica, onda se pojam rizika može shvatiti kao veličina koja obuhvaća vjerojatnost nastanka štetnog događaja i očekivanu veličinu posljedice tog događaja u nekoj određenoj situaciji i tijekom nekog vremenskog perioda. Matematičkim jezikom to bi glasilo [4]:

$$R(T) = P(T) \times L(T)$$

gdje je:

- T – neželjeni rizični ili štetni događaj
- R(T) rizik od događaja T
- P(T) – vjerojatnost da će se događaj T dogoditi
- L(T) – veličina štete koju bi izazvao događaj T

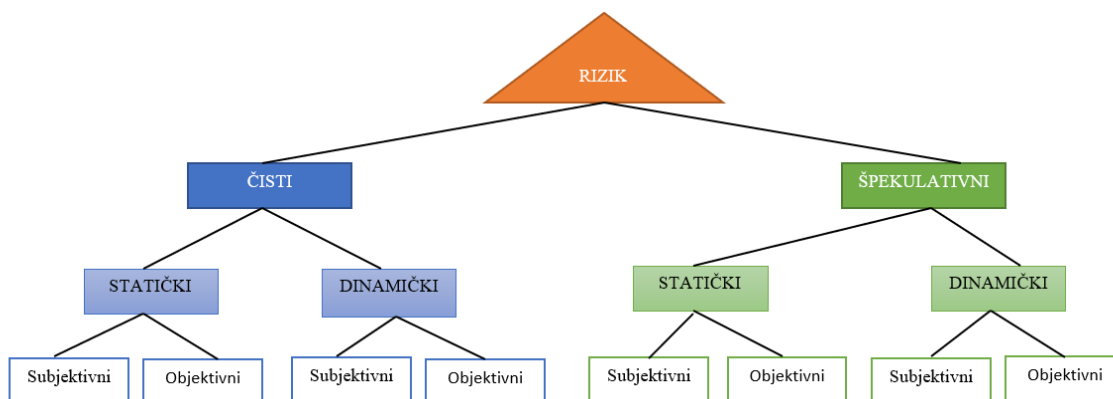
Ova matematička formula rizika često izaziva, s teorijskog i matematičkog gledišta, određena nerazumijevanja. Nesporazum se skriva u činjenici da se rizik predstavlja kao proizvod dvije komponente. Jedna komponenta je realna (posljedica), a druga je imaginarna (vjerojatnost).

Sve definicije upućuju na to da je pojam rizika svojevrsan fenomen. Rizik ne mora uvijek označavati nešto negativno, već može označavati i priliku koja donosi pozitivne ishode.

## 2.2. Vrste rizika

Zbog specifičnosti rizika u literaturi postoje razne podjele, a jedna od njih prikazana je na Slici 1. Postoje i druge podjele rizika, a one su [4]:

- opći i pojedinačni,
- raspodjeljiv i neraspodjeljiv,
- mjerljiv i nemjerljiv,
- osigurani i neosigurani,
- poslovni rizik.



Slika 1. Podjela rizika na čiste i špekulativne [4]

## 2.3. Pojmovi vezani uz rizik

Potrebno je definirati pojmove vezane uz rizik prije nego počnemo proučavati rizik. Za pojmove koji su tijesno vezani uz rizik, možemo reći da su to elementi rizika, a to su:

- neizvjesnost,
- opasnost,
- opasan poduhvat,
- neposredan uzrok,
- vjerojatnost da se šteta dogodi,
- štetni događaj,
- šteta.



### 2.3.1. Neizvjesnost

Neizvjesnost je pojam koji se često koristi u vezi sa rizikom, pa dolazi do nerazumijevanja ova dva pojma. Proučavanjem ta dva pojma došlo se do zaključka da se rizik odnosi na situacije u kojima donosilac odluka može koristiti matematički model slučajne vjerojatnosti sa kojim se suočava. Za razliku od rizika, neizvjesnost se odnosi na situacije u kojima se ova slučajnost ne može izraziti preko matematičkih izraza.

Za događaje za koje ne znamo hoće li se dogoditi koristimo riječ neizvjesni događaj. Kod neizvjesnih događaja nemamo saznanja o budućnosti, odnosno ne znamo hoće li se taj događaj dogoditi ili neće. Možemo zaključiti da je neizvjesnost sumnja u mogućnost da predvidimo budući ishod sadašnje akcije, odnosno da je to psihološki odraz nedostatka saznanja o budućnosti. Suprotan pojam neizvjesnosti je pojam izvjesnost, koji označava sigurnost u pogledu ishoda sadašnje akcije.

Često se neizvjesnost izjednačava sa riječi rizik, ali je neizvjesnost samo jedan od elemenata rizika. Na Slici 2. prikazana je razlika između pojma rizik i pojma neizvjesnost.



**Slika 2. Razlika između rizika i neizvjesnosti [4]**

Na Slici 2. vidljiva je bitna razlika između ta dva pojma. Vidljivo je da je rizik objektivna, mjerljiva te da se može odrediti njegova vjerojatnost i intenzitet. Dok je neizvjesnost subjektivna, nemjerljiva te je psihološki odraz neznanja o budućnosti. Rizik i neizvjesnost međusobno se odnose proporcionalno, na primjer, što je stupanj neizvjesnosti manji i rizik će biti manji.

Razliku između rizika i neizvjesnosti najbolje bi mogli opisati preko vjerojatnosti nastajanja nekog budućeg događaja. Neki događaj može biti izvjestan, odnosno sigurno će se dogoditi u budućnosti (vjerojatnost je 1). Suprotan tome je neostvariv događaj, odnosno događaj koji nije moguć i neće se dogoditi (vjerojatnost je 0). Ta relacija se može prikazati matematičkim izrazom koji glasi:  $0 \leq p \leq 1$ . Ovaj izraz predstavlja slučaj kada rizik postoji njegova vjerojatnost događanja nalazi se između vjerojatnosti 0 i 1. U Tablici 1. prikazani su budući događaji u odnosu na njihovu vjerojatnost.

**Tablica 1. Budući događaj u odnosu na njihovu vjerojatnost**

Budući događaj	Vjerojatnost događaja
Izvjestan	$p = 1$
Rizičan	$0 < p < 1$
Nemoguć	$p = 0$
Neizvjestan	$p = \text{nepoznato}$

Iz Tablice 1. vidimo da postoje četiri tipa budućih događaja. Izvjestan događaj je onda kada je njegova vjerojatnost jednaka 1. Suprotno tome je nemoguć događaj koji ima vjerojatnost jednaku 0. Rizičan je događaj onaj čija vjerojatnost varira između 0 i 1, a neizvjestan je događaj kojemu ne znamo njegovu vjerojatnost.

Neizvjesnost možemo podijeliti u četiri razine, a one su prikazane u Tablici 2.

**Tablica 2. Razine neizvjesnosti**

Razina neizvjesnosti	Karakteristike	Primjeri
Nema neizvjesnosti	Vrlo precizno se može predvidjeti ishod	Fizički i prirodni zakoni
Razina 1 (objektivna neizvjesnost)	Ishodi se identificiraju, a vjerojatnost je poznata	Igre na sreću, karte, bacanje kockica
Razina 2 (subjektivna neizvjesnost)	Ishodi su identificirani, ali vjerojatnosti su nepoznate	Požar, automobilska nesreća, investicije
Razina 3	Ishodi nisu jasno identificirani, a vjerojatnosti su nepoznate	Svemirska i genetska istraživanja

Iz Tablice 2. vidljivo je da nulta razina neizvjesnosti je razina u kojoj nema neizvjesnosti. Karakteristika ove razine je da se ishod može predvidjeti veoma precizno, a primjer su fizički i prirodni zakoni. Sljedeća razina neizvjesnosti je razina 1, koja se još naziva i objektivna neizvjesnost. Za ovu razinu neizvjesnosti karakteristično je da se ishodi identificiraju, a vjerojatnosti su poznate. U ovu razinu spadaju igre na sreću, karte te bacanje kockica. Razina

neizvjesnosti, odnosno razina 2, naziva se i subjektivna neizvjesnost. Kod ove razine ishodi su identificirani, ali njihove vjerojatnosti nisu poznate. Primjeri koji pripadaju ovoj skupini su požari, automobilske nesreće i financijska investiranja. Posljednja razina neizvjesnosti je razina 3 koju karakteriziraju ishodi koji nisu jasno identificirani, a vjerojatnosti su nepoznate i mogu se samo nagađati. Primjeri posljednje razine su svemirska i genetska istraživanja.

### **2.3.2. Opasnost**

Pojam opasnosti jedan je od osnovnih elemenata rizika, a definira se kao [4] „potencijalni uzrok nastanka štete ili gubitka“. Opasnost je nešto što može izazvati gubitak neke vrijednosti, kada je ta vrijednost izložena utjecaju date opasnosti. Pod pojmom opasnost, podrazumijeva se nastanak štete i uvijek donosi negativan ishod, dok rizik može imati pozitivan ishod.

Opasnosti mogu biti prirodne (izvanredni događaji u prirodi kao potresi, poplave i sl.), biološke (zarazne bolesti, genetske modifikacije) i industrijske prirode (primjerice štetni materijali iz proizvodnih procesa).

### **2.3.3. Opasan pothvat**

Opasan pothvat definira se kao [4] „okolnost koja stvara ili povećava opasnost i rizik“, odnosno vjerojatnost da dođe do štetnog događaja i gubitka. Drugim riječima to je okolnost koja povećava bilo učestalost bilo ozbiljnost štete. Za razliku od rizika, opasan pothvat ne ovisi o posljedici. On može povećati posljedicu, ali ne ovisi o njoj.

Kad je riječ o opasnom pothvatu, važno je razlikovati četiri tipa opasnog pothvata: fizički, moralni, psihološki i opasan pothvat zakonske odgovornosti. Pod fizički opasan pothvat spada fizički uvjet koji je posljedica materijalnih karakteristika nekog objekta, pri čemu materijalne karakteristike povećavaju rizik, odnosno šansu da se neki štetni događaj dogodi. Moralno opasan pothvat je povećanje vjerojatnosti nastanka štete i gubitka zbog nepoštenih namjera i postupaka osiguranih osoba. Psihološki opasan pothvat je nepažnja prema šteti zbog postojanja osiguranja. Opasan pothvat zbog zakonske odgovornosti obuhvaća pravne propise koji mogu povećati intenzitet štete.

#### **2.3.4. Neposredan uzrok štete**

Neposredan uzrok štete je prva opasnost u lancu događaja koja je izazvala štetu, odnosno to je prvi korak bez kojega se šteta ne bi dogodila. Ovaj pojam važan je kod osiguranja imovine, jer je nužno utvrditi događaj koji je uzrokovao štetu. Na primjer, ako prilikom šetnje parkom, jedna osoba naiđe na sklisku površinu i padne u jezero, lako se može utvrditi neposredni uzrok nesreće – skliska površina. Daljnjim razvojem događaja, na primjer da unesrećenoj osobi dolazi druga osoba pomoći pri izlasku iz jezera te se također posklizne, tada skliska površina postaje neposredni uzrok slamanju ruke osobi koja je dolazila pomoći. Ovakvi lanci moraju negdje završiti, kako bi se utvrdio stvarni uzrok nastanka štete. U nekim slučajevima sudovi moraju odlučiti gdje je granica nastale štete.

#### **2.3.5. Vjerojatnost nastanka štete**

Mogućnost da se neka šteta dogodi definira se kao vjerojatnost odigravanja štetnog događaja i može se predstaviti na objektivni i subjektivni način [4].

Objektivni način odnosi se na relativno dugotrajnu pojavu za koju vrijedi beskonačni broj ponavljanja pokusa u istim uvjetima, pri čemu postoje dvije vrste zaključaka: deduktivno i induktivno zaključivanje. Deduktivno zaključivanje određuje se na osnovi iskustva i naziva se a priori vjerojatnost. Primjer takvog definiranja vjerojatnosti je vjerojatnost da će se dobiti pismo bacanjem savršeno izbalansiranog novčića je  $1/2$ , jer novčić ima dvije strane, a samo je jedna strana pismo. Drugi primjer je bacanje kocke sa šest brojeva pri čemu vjerojatnost pojave svakog broja je  $1/6$ . Do ovih vjerojatnosti došlo se velikim brojem ponavljanja i može se zaključiti da su te dobivene vrijednosti konačne i ispravne. Deduktivni način zaključivanja je najtočniji. [4]

Drugi način zaključivanja je induktivni način i on se temelji na analizi postojećeg stanja i postojećih podataka prijašnjih događaja kako bi se moglo doći do zaključka o nekom budućem događaju. Primjer definiranja ovakve vjerojatnosti je određivanje vjerojatnosti da će osoba koja ima 21 godinu umrijeti prije osobe koja ima 26 godina [4]. Takav primjer ne može se odrediti na deduktivni način jer na vjerojatnost utječe veliki broj faktora. Do induktivnog zaključka moguće je doći analizom broja smrtnih slučajeva, zdravstvene skrbi i ostalih faktora koji utječu na kvalitetu života. Kada usporedimo ova dva tipa zaključivanja, možemo zaključiti da je induktivni način manje točan od deduktivnog, ali se analizom podataka može doći do iznosa vjerojatnosti.

Subjektivna procjena vjerojatnosti zasniva se individualnoj procjeni pojedine osobe o mogućnosti nastanka neke štete. Subjektivna procjena ne mora se uvijek podudarati sa objektivnom iz razloga što ima velik broj faktora koji mogu utjecati na subjektivno mišljenje pojedine osobe. Na primjer, osoba koja baca kocku i nada se da će dobiti broj 6 jer je baš taj broj njen sretan broj, subjektivno će procijeniti da će i sljedeći put dobiti bacanjem kocke broj 6. Ali objektivna vjerojatnost dobivanja uvijek istog broja iznosi  $1/6$ .

Zato je pri upuštanju u neki rizik važno da naša procjena bude što više objektivna i realna, a da se pokušaju ukloniti svi subjektivni faktori.

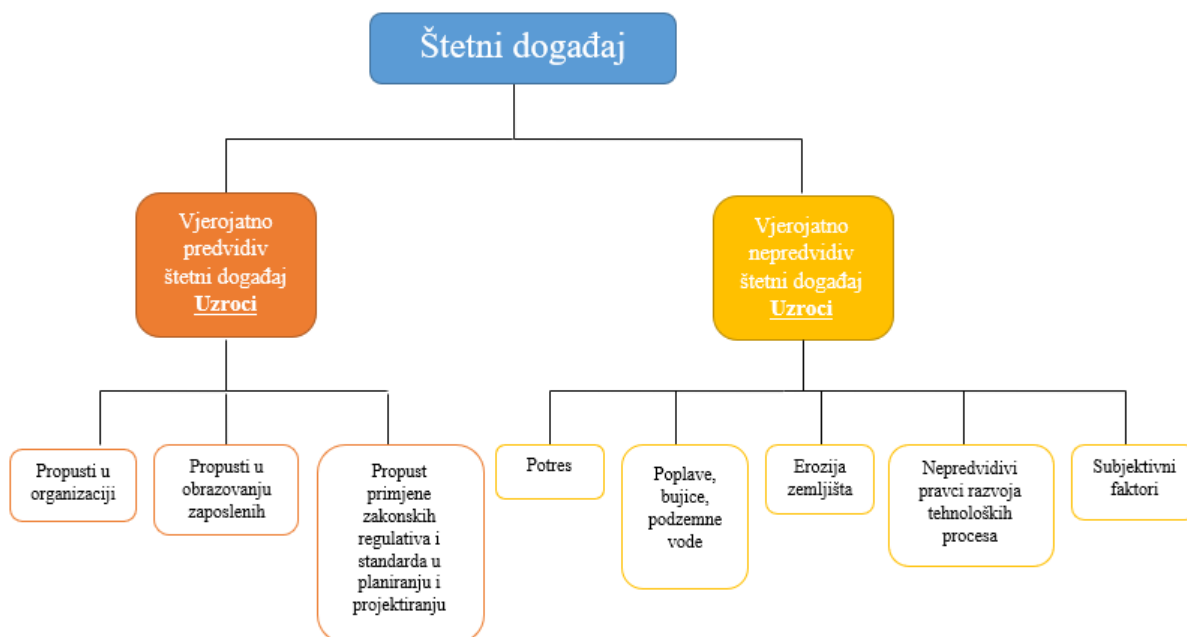
### 2.3.6. Štetni događaj

Definicija pojma štetni događaj različita je u zavisnosti od polaznih osnova i ciljeva njegovog preciziranja. Najčešće se definira kao svaki događaj, stanje ili promjena kojom se remeti stabilnost funkcije bilo kojeg sustava tako da njegova stabilizacija zahtjeva ulaganje finansijskih sredstva iz izvora koji nisu obuhvaćeni zakonski propisanim planiranjem [4].

Štetni događaji u industriji obično se događaju zbog nepovoljnih prirodnih pojava (požari, potresi i sl.) ili ljudskih grešaka. Takvi događaju uzrokuju štetu koja ima negativne posljedice na sustav, ali isto tako utječe i na vanjsku okolinu.

U većini slučajeva štetni događaji nastaju slučajno, pa ih se može definirati kao slučajne pojave te ih možemo opisati zakonima vjerojatnosti. Uzroci štetnih događaja mogu se grupirati u dvije grupe [4]:

- vjerojatno predvidive, koji se nalaze u propustima praktične primjene, zakonima i tehničkih standardima,
- vjerojatno nepredvidive, čije pojavne oblike nije moguće predvidjeti u realnom vremenu.



Slika 3. Podjela i uzroci štetnih događaja [4]

Sa Slike 3. vidljivo je da su jedni od uzroka pojavljivanja predvidivog štetnog događaja propusti u organizaciji, propusti u obrazovanju zaposlenih i propusti primjene zakonskih regulativa i standarda u planiranju i projektiranju. Dok su uzroci kod nepredvidivih štetnih događaja prirodne katastrofe kao što su potresi, poplave, bujice, erozije zemljišta te nepredvidivi pravci razvoja tehnoloških procesa i subjektivni faktori.

Osim gore prikazane podjele štetnog događaja, postoji još jedna podjela koja je vezana na same čimbenike koji utječu na pojavu štetnog događaja. Kod ove postoje tri moguća faktora koji utječu, a oni su [7]:

- čovjek,
- tehnički sistem,
- okolina.

Faktor čovjeka, obuhvaća sve ljude koji na bilo koji način, direktno ili indirektno, utječu na sami rad sistema, odnosno na pojavu štetnog događaja. U tu grupu spadaju projektanti, konstruktori, radnici u proizvodnji i održavanju, nadzorni organi, odnosno svi koji sudjeluju u radu sistema. Drugi faktor je tehnički sistem koji obuhvaća strojeve i sve druge elemente tehničke infrastrukture (npr. sistemi opskrbe električnom energijom, vodom i sl.). Zadnji

faktor je okolina koja obuhvaća sve elemente koji stvaraju ambijent u kojemu radi tehnički sistem.

Vjerojatnost nastanka štetnog događaja sastavni je dio rizika i zbog toga su štetni događaji nepredvidivi i nikada se ne mogu eliminirati, ali vjerojatnost njihovog nastanka može biti manja ili veća. Štetni događaji su neizbježni, smatra se da je pojava štetnih događaja ugrađena u samu strukturu složenih sustava te da se ne mogu spriječiti boljom konstrukcijom, kvalitetnijim informacijama ili boljim projektantima, inženjerima, radnicima. Zato su štetni događaji normalni i cijena su koja se mora platiti za vrlo složene sustave.

### 2.3.7. Šteta

Šteta ili gubitak, u najširem smislu označava da je netko ostao bez nečega što je prethodno imao. U području prava, šteta se najčešće definira kao povreda nečijeg subjektivnog prava ili interesa štetnom radnjom. [4]

Šteta može biti imovinska ili neimovinska. Imovinska šteta dijeli se na stvarnu imovinsku štetu koja predstavlja umanjenje vrijednosti postojeće imovine, odnosno na neostvarenu dobit koja predstavlja neostvareno povećanje imovine koje bi se inače ostvarilo da se šteta nije dogodila. Neimovinska šteta nastaje kao posljedica povrede prava osobnosti (zdravlje, fizički izgled i sl.). Bitno je napomenuti da obje kategorije štete mogu, ali ne moraju, biti prouzrokovane istim događajem.

Sljedeća podjela štete dijeli se na direktnu i indirektnu štetu. Ova podjela ovisi o tome je li šteta nastala kao neposredna posljedica neke opasnosti, štetne radnje ili događaja, ili je pak posljedica koja se ispostavila kasnije, odnosno šteta koja se nadovezala odmah kao posljedica prve, neposredne štete. Na primjer, u slučaju pada zrakoplova neke kompanije, direktna šteta je gubitak aviona, dok je indirektna šteta gubitak prihoda koji bi taj avion ostvarivao u budućnosti.

U pravilu postoje dvije kategorije šteta, totalne i djelomične štete. Kada govorimo o totalnoj šteti, onda imamo potpun gubitak predmeta ili prava, odnosno potpuno uništenje ili nestanak. Totalna šteta gleda se kroz materijalni gubitak, odnosno materijalnu štetu na predmetu koja se dogodila nakon štetnog događaja. Na primjer, uništenje predmeta u požaru, uslijed transporta, poplave i slično. Kod djelomične štete podrazumijeva se da prilikom nekog događaja dođe do potpunog gubitka dijela predmeta, odnosno djelomičnog oštećenja predmeta. Primjer djelomične materijalne štete je oštećenje ili gubitak neke komponente tehničkog sustava.

### 3. UPRAVLJANJE RIZICIMA

Glavni pokretač kod razvoja pojma „upravljanje rizikom“ bilo je saznanje da u današnje vrijeme ništa nije sigurno. Upravljanje rizikom dio je svakodnevnog života te se ono razvija u osobnoj svakodnevici. To je proces kontinuiranog rada na reduciranju i upravljanju rizicima, s glavnim ciljem uočavanja učinkovitosti djelovanja [5]. Primjer svakodnevnog upravljanja rizikom je stavljanje kacige prilikom sjedanja na motor čime nastojimo smanjiti rizik ozljeđivanja ako dođe do nesreće. Proces upravljanja rizikom sve više dobiva na važnosti te je on neizostavan dio svakog poduzeća.

Najčešće vrste rizika koje se javljaju kod poslovnih procesa u poduzeću su [1]:

- Rizici kod upravljanja ljudskim potencijalima
- Rizici vezani uz dobavljače
- Rizici kod prodaje
- Rizici kod investicija
- Rizici kod skladištenja
- Rizici kod razvoja novih proizvoda

#### Rizici kod upravljanja ljudskim potencijalima

U poslovanju, najviše problema javlja se u radu s ljudima. Svaka osoba različito pristupa poslu i drugačije reagira na određene situacije te tako samim time postaje određeni rizik za poslovanje. Dok strojevi imaju uvijek istu pouzdanost i kontinuirano rade pa predstavljaju manji rizik.

#### Rizici vezani uz dobavljače

U današnje vrijeme velika većina proizvodnih pogona ovisna je o dobavljačima. Ovisnost između dobavljača i proizvodnog pogona predstavlja određeni rizik. Na primjer ako dobavljač ne isporuči naručeni materijal, može se dogoditi da stane proizvodnja u pogonu.

#### Rizici kod prodaje

Najveći rizik kod prodaje je neplaćanje za prodani proizvod ili uslugu. Do tog rizika dolazi iz razloga što se danas može kupovati uz mogućnost plaćanja uz odgodu ili u obrocima, zato je potrebno osigurati se raznim ugovorima.



*Rizici kod investicija*

Investicijski rizici jedni su od najvećih rizika u poslovanju zato što se uvijek radi o vrlo visokim novčanim iznosima. Prije svakog investiranja potrebno je napraviti detaljnu analizu svih mogućih događaja i troškova koji mogu dovesti do neželjenih posljedica.

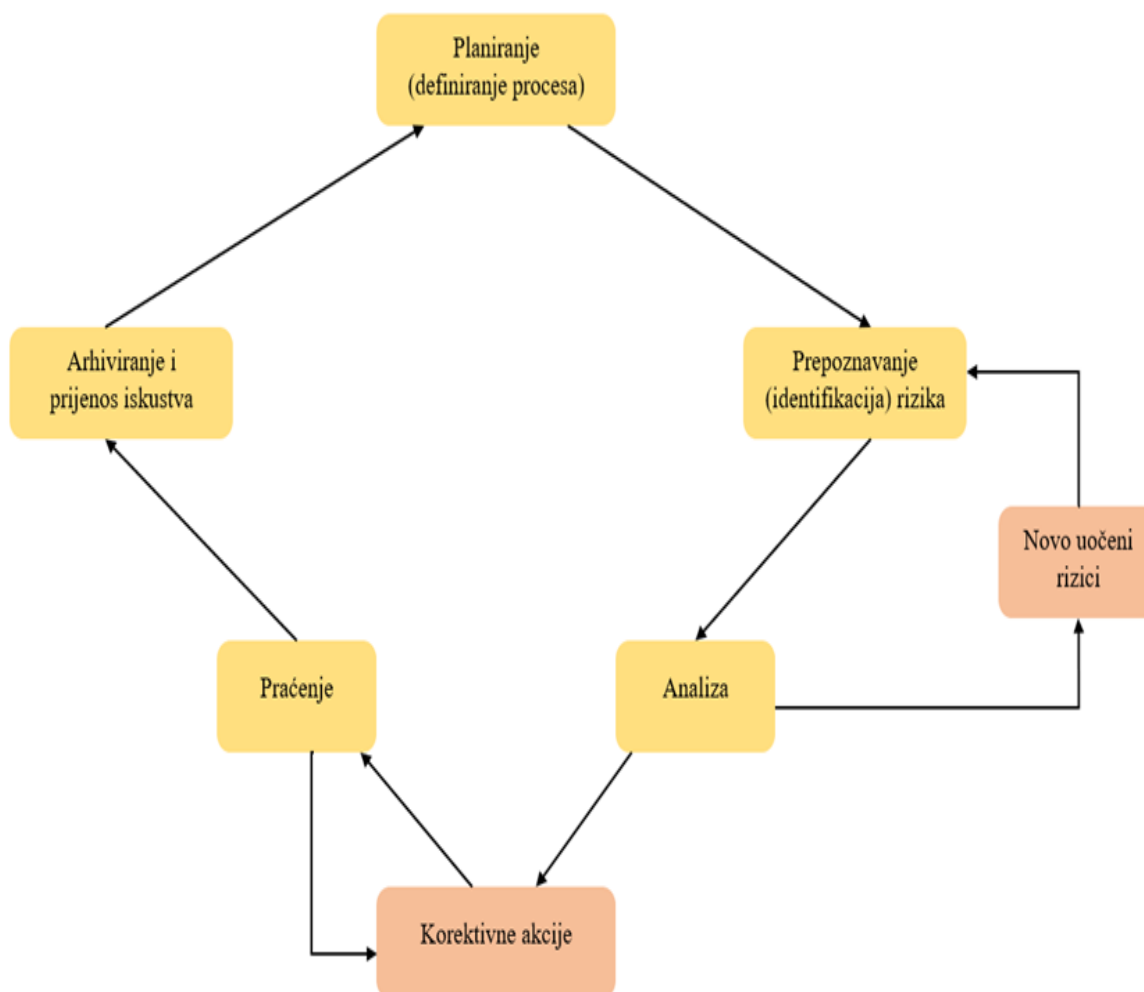
*Rizici kod skladištenja*

Rizici kod skladištenja robe mogu se pojaviti iz više razloga. Prvi razlog je taj što uvijek postoji mogućnost neke elementarne nepogode koja u kratkom roku uništava robu. Dok je drugi razlog nestručno rukovanje robom prilikom transporta unutar skladišta.

*Rizici kod razvoja novih proizvoda*

Rizici koji se javljaju kod razvoja novih proizvoda slični su investicijskim rizicima. Zato i kod razvoja novih proizvoda također treba napraviti detaljnu analizu razvoja proizvoda kako ne bi došlo do gubitaka. Gubitci se mogu javiti ako se proizvod proizvodi krivom tehnologijom ili redoslijedom izrade.

Kako bi se izbjegli svi navedeni rizici koji se mogu javiti u poduzeću potrebno je napraviti sistemski proces za identifikaciju, analizu i procjenu rizika s kojima se suočava neko poduzeće. Bitno je da u procesu upravljanja rizikom svi uključeni u taj proces budu disciplinirani. Jedino na takav način moguće je prepoznati rizik te ga smanjiti i imati ga pod kontrolom. Na Slici 4. prikazan je shematski prikaz procesa upravljanja rizikom [5].



Slika 4. Shema procesa upravljanja rizikom [5]

Slika 4. detaljnije prikazuje pojedine faze u procesu upravljanja rizikom [5]:

a) Planiranje (definiranje ciljeva)

Planiranje je kontinuiran i organiziran proces unutar procesa upravljanja rizikom. Ova faza ima svoju strategiju i ciljeve te definira odgovornosti, resurse i način rada. Rezultat ove faze je plan za upravljanje rizicima (eng. Risk Management Plan). Proces planiranja prvi je korak u shemi te je zato i najznačajniji za daljnji tijek upravljanja rizicima. Kvalitetno planiranje može dovesti do značajnog smanjenja obujma posla i povećanja kvalitete procesa upravljanja rizikom. Kod planiranja bitno je definirati željeni cilj te okupiti kvalitetan stručni kadar te definirati odgovornosti. Također je potrebno sakupiti i analizirati prijašnja iskustva sa ciljem što bolje identifikacije rizika.

#### b) Prepoznavanje (identifikacija) rizika

Vrlo bitan korak u cjelokupnom procesu upravljanja rizikom sa ciljem prepoznavanja mogućih prijetnji i sastavljanja liste mogućih rizika. U ovom koraku potrebno je prepoznati koji rizici mogu imati utjecaj na proces ostvarivanja planiranih aktivnosti. Pod pojmom identifikacije rizika podrazumijeva se utvrđivanje situacija koje mogu donijeti negativne posljedice za poduzeće.

#### c) Analiza rizika

Korak analize rizika slijedi nakon što se identificiraju rizici. U ovom koraku, osim analize radi se i sistematizacija rizika koja ovisi o uzroku rizika, vjerojatnosti događaja, financijskom utjecaju, ostalim utjecajima i specifičnostima te međuodnosima rizika [5]. Razlog zbog kojeg se radi analiza rizika je utvrđivanje lista prioriteta i da se prema tome napravi plan akcija. Na taj se način dobije sistematizacija rizika s obzirom na njihov ukupni značaj (nivo utjecaja). S obzirom na vrijednost (nivo) negativnog utjecaja, rizik dijelimo na:

- kritični – mogu dovesti do kvara, prekida rada ili bankrota
- važni – imaju značajan financijski utjecaj
- nevažni – ne utječu na rad i mogu se podmiriti iz tekućih prihoda [5].

U cjelokupnom procesu upravljanja rizikom, analiza rizika jedan je od važnijih koraka jer se njome klasificiraju rizici i lista prioriteta prema kojima se određuju akcije. Također, prilikom analize moguće je uočiti nove rizike koji prije nisu bili vidljivi. Nakon analize svaki rizik se dokumentira tako da se pod njegovom oznakom nalaze svi podaci o njemu.

#### d) Korektivne akcije

Korektivne akcije su proces gdje se na temelju određenih metoda upravlja prepoznatim rizicima te se nastoji umanjiti njihov utjecaj pomoću postojećih resursa. Često se ovu fazu naziva fazom upravljanja rizicima, premda je to samo dio procesa upravljanja rizikom. Ova faza sastoji se od izvršenja plana i eliminiranja ili minimiziranja mogućih negativnih utjecaja te o putu realizacije o kojem odlučuje rukovodstvo poduzeća.

#### e) Praćenje

Praćenje je kontinuirani proces nadgledanja i izvještavanja, a sastoji se od nadgledanja, procjene situacija i usklađivanja akcija [5]. Proces praćenja ne sastoji se samo od rješavanja nerješivih problema ili problema koji su promakli, već se prate prethodno dogovorene akcije. Na temelju dobivenih informacija pravovremeno se može signalizirati i prepoznati mogući problem, ali i novi rizici. Izvještaji dobiveni praćenjem trebaju biti što jednostavniji i sa što

manje papirologije. Praćenje je dinamički proces, zato što može doći do promjena uvjeta u samom procesu. Moramo biti spremni na sve nenadane promjene, kako bi mogli što prije reagirati i napraviti promjene i prilagodbe planiranih akcija. Da bi proces praćenja bio uspješan, na samom početku treba se jasno definirati tko je odgovoran za proces i koje se akcije trebaju poduzeti.

f) Arhiviranje i prijenos iskustava

Ovaj korak važan je dio procesa iz razloga što daje osnovni pregled cijelog procesa, prati tijek procesa, obvezuje i osigurava redovito praćenje i izvještavanje, bilježi iskustva i činjenice te radi bazu podataka za buduće slučajeve [5]. Prilikom arhiviranja treba se paziti da dokumenti budu potpuni i da sve informacije koje su navedene budu bitne za sustav. Sve dokumente ispunjavaju odgovorne osobe za planiranje i praćenje procesa upravljanja rizikom. To su osobe koje su zadužene za prikupljanje podataka i informacija, te njihovu analizu. Neki od osnovnih dokumenata za arhiviranje su: lista prepoznatih rizika, plan upravljanja rizicima, lista prioriteta, dokument za praćenje rizika [5]. Namjenski se dokumenti dijele na: informacijske dokumente (sadrže podatke o izvoru informacija i informaciji, a obnavljaju se u propisanim vremenskim intervalima zbog uvida u status informacije), dokument za procjenu (kreira ga tim zadužen za praćenje, a prikazuje prepoznate probleme, analizu i ostvarenje), dokument za upravljanje (prikazuje opcije i čini osnovu za odabir opcije upravljanja rizikom), dokument za praćenje (prikazuje sažeti prikaz statusa rizika) [5]. Svi dokumenti koji su navedeni čine osnovu dokumenata koji su potrebni za praćenje rizika. Također ti dokumenti čine bazu podataka iz koje je moguće pratiti rad sustava.

Može se zaključiti da je upravljanje rizikom proces aktivnog sagledavanja mogućih problema, odnosno stručno predviđanje mogućih budućih negativnih događaja. Vrlo značajnu kariku cijelog procesa upravljanja čine podaci koji trebaju biti točni i pravovremeni.

### 3.1. Upravljanje rizikom prema normi ISO 31000:2009

ISO 31000 Upravljanje rizikom - principi i smjernice nastao je na osnovi norme AS/NZS 4360 (Australija / Novi Zeland), uz doprinose Francuske, Švicarske i Brazila.

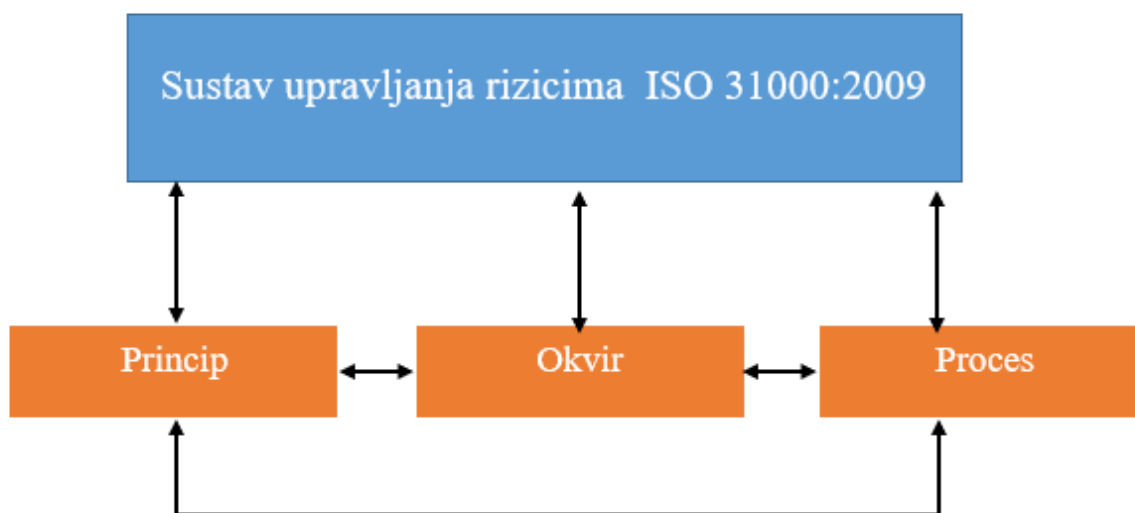


Slika 5. Naslovnica norme ISO 31000:2009

ISO 31000 ne bavi se isključivo samim procesom, već se usmjerava na akcije poduzete nad identificiranim rizicima, kako bi se troškovno učinkovito poboljšale performanse organizacije. Norma ISO 31000 daje osnovnu disciplinu odlučivanja u vezi s rizicima i pomaže organizacijama postići očekivane ciljeve. Zamisao norme je da upravljanje rizikom treba uvrstiti u sve aspekte poslovanja, a ne gledati na upravljanje kao zasebnu aktivnost. ISO 31000 je univerzalna norma koja se može prilagoditi specifičnim potrebama i strukturama organizacije. Rizik se definira kao 'djelovanje neizvjesnosti na ciljeve'. [6]

Prema normi ISO 31010:2009 rizik se definira kao bilo koje stanje koje odstupa od nekog očekivanog stanja. Također može biti i kombinacija posljedica određenog događaja. Stoga treba definirati osobe koje su odgovorne za upravljanje rizicima te izvršavaju česte kontrole kako bi se izbjegli rizici. [7]

Norma ISO 31010:2009 je odgovorna za djelovanje, koje uključuje pravovremeno donošenje odluka, obvezu odgovora na odluku i odgovaranje na nastalu situaciju. Kroz normu ISO 31010:2009 upravljanje rizikom mora biti sastavni dio organizacijskog procesa. Mora se bazirati na korištenju raspoloživih informacija i obavezno uzimati u obzir ljudski faktor. Politiku upravljanja rizicima stalno treba poboljšavati i unapređivati. Također politika mora biti jednostavna, razumljiva i ostvariva, s jasnim ciljevima.



**Slika 6. Osnovne sastavnice prema normi ISO 31000:2009 [1]**

Norma ISO 31000:2009 sastoji se od nekoliko sastavnih cjelina koje su prikazane na Slici 6. Cjeline koje norma sadrži su principi norme, okvir prema kojemu se norma provodi i sam proces provođenja upravljanja rizikom. Sve sastavne cjeline međusobno su povezane te moraju međusobno komunicirati. Sustav ne bi funkcionirao ako bi svaka cjelina djelovala zasebno. U sljedećem poglavlju detaljnije će biti obrađena svaka od tri sastavne cjeline.

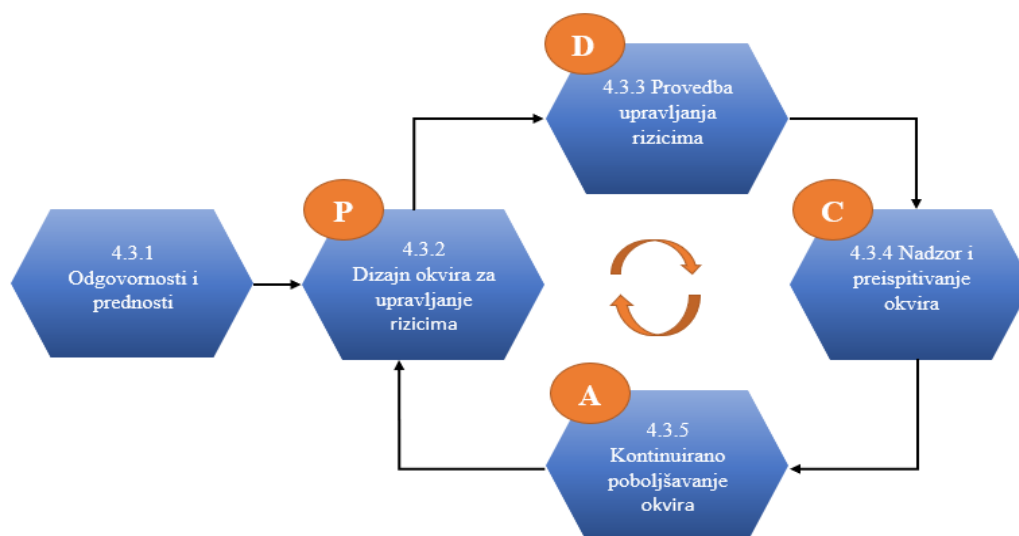
### **3.2. Principi norme ISO 31000:2009**

Prvi korak u efektivnom poslovanju organizacije je djelovanje prema 11 principa ISO 31000 norme. Principi norme su:

1. Upravljanje rizicima treba stvarati i štititi vrijednost poduzeća
2. Upravljanje rizicima treba biti ključan dio procesa upravljanja
3. Upravljanje rizicima treba biti sastavni dio donošenja odluka
4. Upravljanje rizicima odnosi se na sve aktivnosti u kojima je prisutna neizvjesnost (rizik)
5. Upravljanje rizicima mora biti definirano, strukturirano i pravovremeno
6. Upravljanje rizicima temelji se na najtočnijim dostupnim informacijama i podacima
7. Upravljanje rizicima mora biti prilagođeno konkretnoj situaciji
8. Upravljanje rizicima mora voditi računa o ljudskim i kulturnim faktorima
9. Upravljanje rizicima mora biti transparentno
10. Upravljanje rizicima je dinamično, ponovljivo te sklono poboljšanjima
11. Upravljanje rizicima olakšava neprekidno poboljšavanje i bolji rad organizacije

### **3.3. Okvir norme ISO 31000:2009**

Uspjeh upravljanja rizikom unutar norme ISO 31000 bazira se na postavci da je za učinkovito funkcioniranje organizacije nužno utvrditi njene međusobno povezane procese te njima upravljati na jednostavan, učinkovit i efikasan način. Načelo koje se javlja unutar okvira norme je načelo neprekidnog poboljšavanja. Ono se bazira na činjenici da je stalno poboljšavanje sveukupnih radnih sposobnosti organizacije krajnji cilj svake organizacije. Samo načelo neprekidnog poboljšavanja temelji se na Walter Andrew Shewhart principu kojeg je William Edwards Deming učinio poznatijim pod nazivom Demingov krug [4]. Demingov PDCA (Plan-Do-Control-Act) krug prikazan je na Slici 7.



**Slika 7. PDCA krug prema normi ISO 31000:2009 [1]**

PDCA krug sastoji se od četiri cjeline, što možemo vidjeti na Slici 7., a to su:

- P (eng. Plan) – planiranje i uspostavljanje ciljeva i procesa nužnih za ostvarivanje rezultata u skladu sa zahtjevima kupca i politikom organizacije
- D (eng. Do) – primjena tih procesa
- C (eng. Check) - nadziranje i mjerenje procesa i proizvoda s obzirom na postavljenu politiku, ciljeve i zahtjeve
- A (eng. Act) - poduzimanje radnji za daljnje poboljšavanje procesa

Ovaj okvir ne predstavlja nacrt kojeg se organizacije trebaju pridržavati, nego samo služi kao pomoć pri integraciji upravljanja rizikom u svoje poduzeće.

### **3.3.1. Odgovornost i prednost**

Integracija upravljanja rizikom u poduzeće te osiguranje da će se taj proces kontinuirano izvršavati zahtjeva odlučno i disciplinirano vodstvo organizacije prema projektu. Također je potrebno izvršiti detaljno planiranje kako bi se taj proces uveo i održao na svim razinama poslovanja. Vodstvo organizacije bi trebalo [1]:

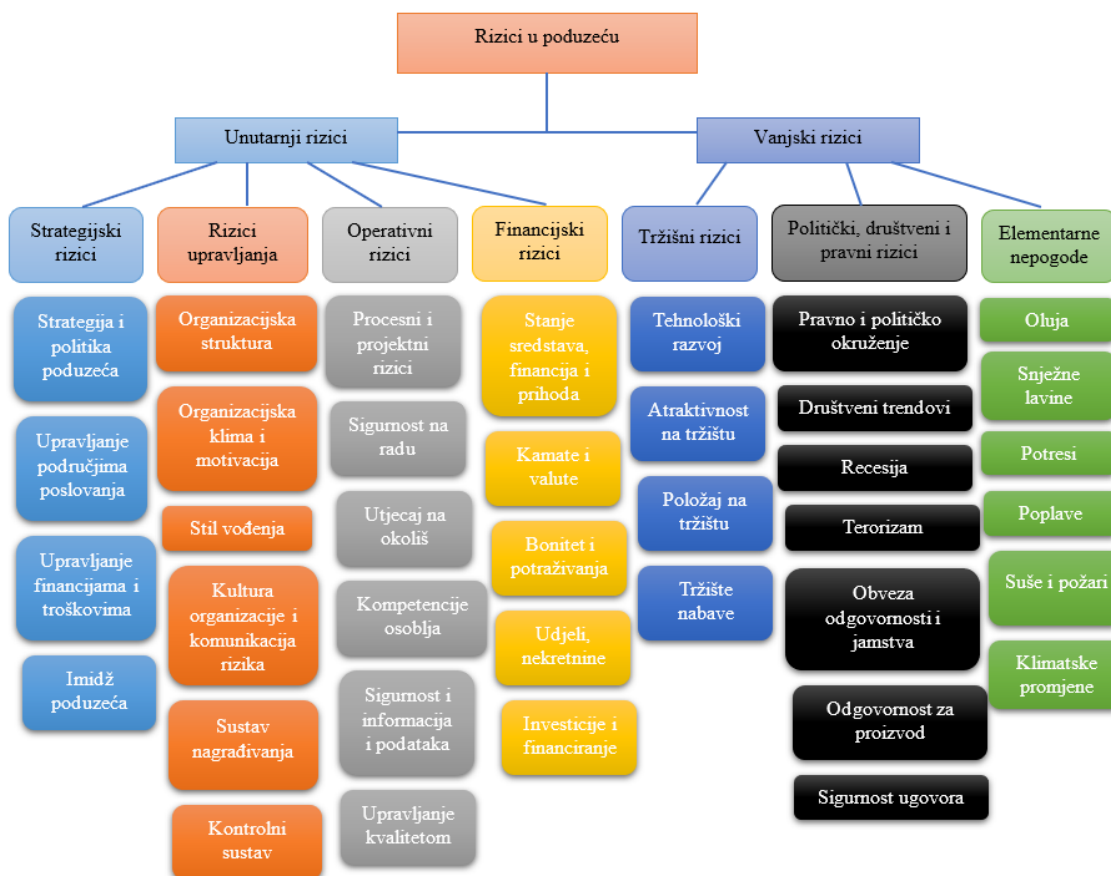
- definirati i provoditi politiku upravljanja rizikom,



- osigurati radno okruženje u kojem upravljanje rizikom nije u sukobu s uobičajenim sustavom rada,
- postaviti jednake ciljeve upravljanja rizikom i organizacijom,
- osigurati da su svi poduzeti koraci u skladu sa zakonom,
- raspodijeliti odgovornosti unutar organizacije i
- osigurati potrebne resurse.

### 3.3.2. Dizajn okvira za upravljanje rizicima

- a) Razumijevanje poduzeća – prije dizajniranja i provedbe okvira za upravljanje rizikom potrebno je procijeniti vanjske i unutarnje rizike koji definiraju poduzeće. Ti rizici mogu bitno utjecati na dizajn okvira. Neki od unutarnjih i vanjskih rizika koji se mogu analizirati u poduzeću prikazani su na Slici 8:



Slika 8. Rizici u poduzeću [8]

- b) Uspostavljanje politike upravljanja rizicima – politika upravljanja rizicima mora naglašavati sljedeće:
- ciljeve i razloge uvođenja upravljanja rizikom,
  - načine rješavanja sukoba interesa i
  - načine na koje će se upravljanje rizikom vrednovati.
- c) Odgovornost – poduzeće bi trebalo:
- osigurati adekvatne i učinkovite kontrole,
  - odabrati odgovorno osoblje za razvoj, uvođenje i održavanje okvira upravljanja rizikom,
  - uvesti analizu performansi te vanjsku i unutarnju kontrolu uspješnosti i
  - osigurati nagrade i poticaje za uspješno odrađen posao.
- d) Integracija u organizacijski proces – proces upravljanja rizikom bitno je integrirati u organizacijski proces poduzeća iz razloga što proces upravljanja koji nije integriran u sam proces ne daje ni približno dobre rezultate u uklanjanju rizika.
- e) Resursi – poduzeće treba osigurati određene resurse kao što su ljudi, znanje, iskustvo, dokumentaciju, edukacijske programe.
- f) Uvođenje sustava komunikacije – poduzeće treba uvesti sustav komunikacije kako bi svi elementi unutar okvira nesmetano izmjenjivali informacije. Također je bitno da su informacije dostupne odgovornima u odgovarajućem vremenu.

### **3.3.3. Provedba upravljanja rizicima**

Provedba se temelji na prethodnom koraku planiranja okvira i kod nje bi trebalo:

- definirati strategiju i vremenski rok uvođenja okvira,
- održavati informativne i edukacijske sastanke te
- komunicirati i surađivati sa dioničarima i vlasnicima kako bi osigurali daljnje provođenje upravljanja rizikom.

### **3.3.4. Nadzor i preispitivanje okvira**

Kako bi proces upravljanja rizikom bio uspješan i kontinuiran, poduzeće bi trebalo:

- analizirati uspješnost i rezultate provedbe upravljanja rizikom u određenim vremenskim ciklusima,

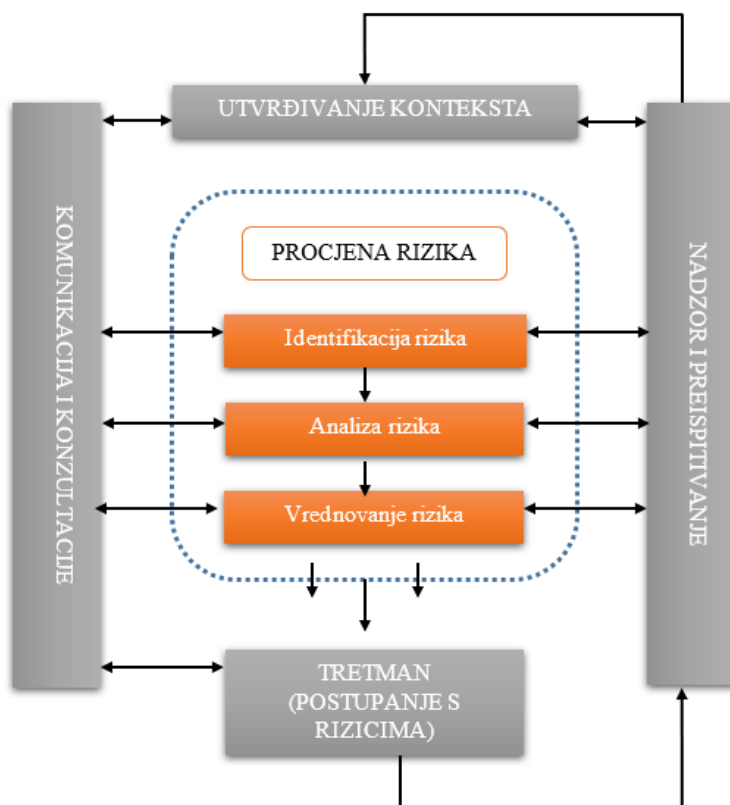
- periodički uspoređivati ostvarene ciljeve upravljanja rizicima u odnosu na planirane ciljeve,
- periodički analizirati okvir rada sukladno uvjetima kojima je poduzeće okruženo i
- prijaviti otkrivene rizike.

### 3.3.5. Kontinuirano poboljšavanje okvira

U zadnjem koraku procesa koristimo podatke dobivene nadzorom i ispitivanjem okvira te donosimo odluku koja će poboljšati okvir upravljanja rizikom. Nakon što je poduzeće napravilo sve korake unutar okvira može prijeći na sljedeću fazu upravljanja rizicima, a to je proces koji će detaljnije biti objašnjen u sljedećem poglavlju.

## 3.4. Proces norme ISO 31000:2009

Proces upravljanja rizikom mora biti sastavni dio vođenja poslovanja, mora biti ugrađen u način poslovanja i prilagođen vrsti posla kojim se poduzeće bavi. Proces upravljanja rizikom prikazan je dijagramom na Slici 9.



Slika 9. Proces upravljanja rizikom prema normi ISO 31000:2009

Proces upravljanja rizicima prema normi ISO 3100:2009 započinje nakon stvaranja okvira i prvi korak unutar procesa je stvaranje plana za komunikaciju i savjetovanje.

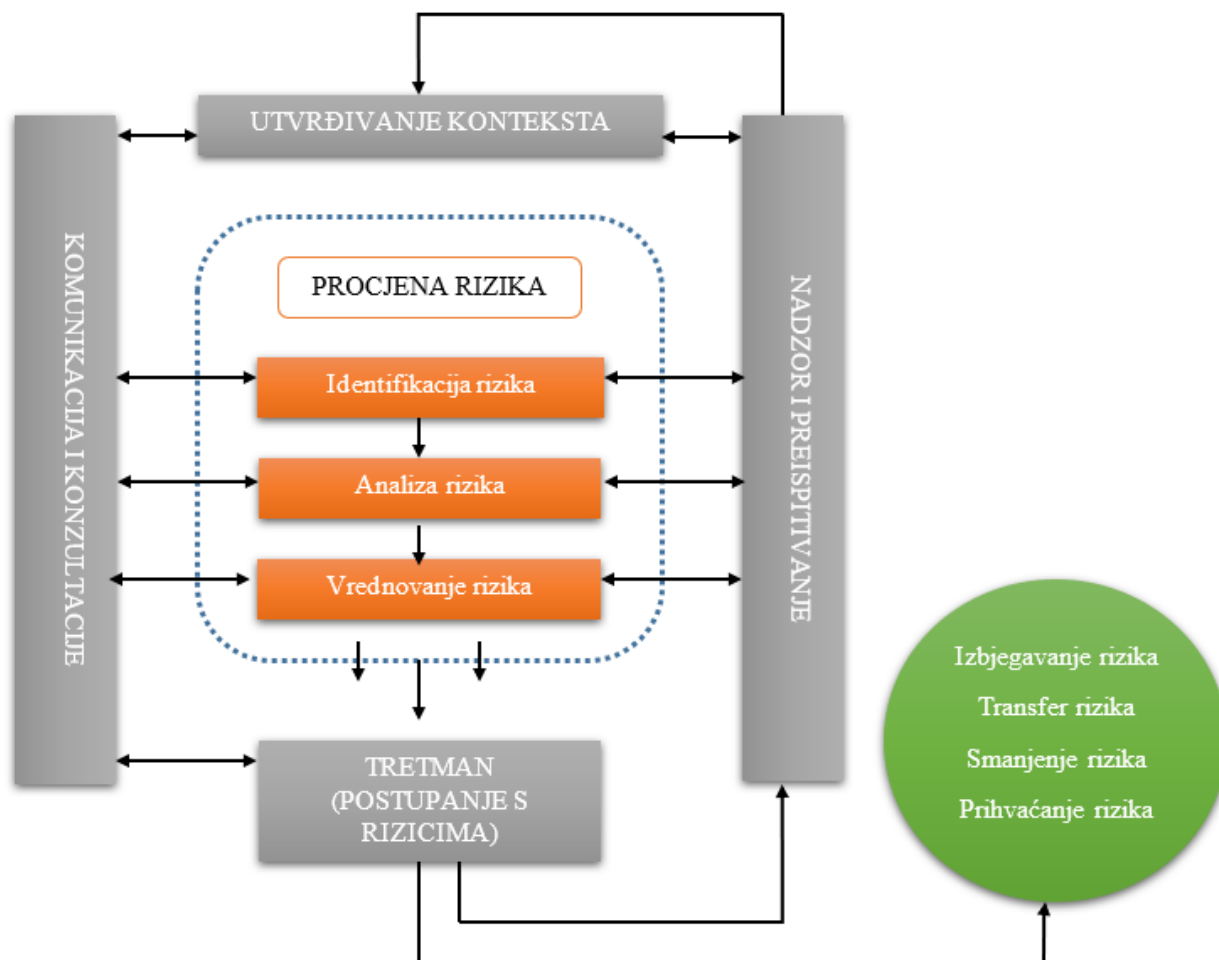
Komunikacija i savjetovanje moraju se razvijati od samog početka implementacije upravljanja rizikom iz razloga što kvalitetan prijenos informacija između članova koji su uključeni u proces osigurava ispravne odluke u poslovanju. Način na koji se pristupa održavanju komunikacije također je bitan iz razloga jer osigurava razumijevanje želja i ciljeva organizacije. Također olakšava pravovremeno prepoznavanje rizika te osigurava pogled na više aspekata rizika. Sljedeći korak unutar procesa upravljanja je utvrđivanje konteksta.

Utvrđivanje konteksta unutar poduzeća znači da poduzeće određuje svoje ciljeve i definira unutarnje i vanjske parametre prema kojima se utvrđuje razina rizika. Većina tih parametara slični su onima koji se koriste prilikom dizajniranja okvira. U ovom koraku se radi detaljnija analiza kako bi se mogli odrediti prihvatljivi odnosi razina rizika. Pod pojmom vanjskog konteksta misli se na vanjsko okruženje u kojem se poduzeće nalazi. Vanjski konteksti bitni su radi parametara iz vanjskog okruženja koji mogu utjecati na poslovanje i ciljeve poduzeća. Primjer vanjskih faktora koji utječu na poduzeće su socijalno i kulturno okruženje, politički ustroj i ekonomsko stanje. Za razliku od vanjskih, unutarnji konteksti predstavljaju pojave unutar poduzeća koje mogu utjecati na ciljeve poduzeća. Neki od ključnih unutarnjih faktora u poduzeću su strategija poslovanja, organizacija struktura, ciljevi poduzeća, odnosi unutar poduzeća, vodstvo i sl. Korak koji slijedi nakon utvrđivanja vanjskih i unutarnjih konteksta je utvrđivanje konteksta upravljanja rizikom.

Utvrđivanje konteksta upravljanja rizikom je proces definiranja ciljeva procesa upravljanja rizikom, odgovornosti unutar procesa, raspona aktivnosti, funkcija, projekata, usluga, metoda procjena rizika, definiranje resursa i sl. Stavljanje dodatne pažnje na navedene faktore osigurava odgovarajući pristup procesu upravljanja rizikom. Nakon što je napravljen ovaj korak, slijedi procjena rizika.

Procjena rizika je naziv za proces koji uključuje identifikaciju, analizu i vrednovanje rizika. Postoje razvijeni alati koji olakšavaju procjenu rizika. Alati i metode detaljnije su prikazani u poglavlju 4.2. *Metode za procjenu rizika* na Slici 12. Nakon identifikacije i procjene rizika slijedi korak postupanja sa rizicima.

Postupanje s rizicima je postupak razmatranja pristupa koji se mogu koristiti u upravljanju rizicima i odabir tehnika koja bi se trebala koristiti za pojedini rizik. Taj postupak se zove tretman rizika te je sa svojim radnjama prikazan na Slici 10.



**Slika 10. Predloženi tretman rizika prema normi ISO 31000:2009**

Postupanje sa rizicima predstavlja reakciju poduzeća na postojeći rizik. Ako poduzeće definira rizik kao malen, onda ga može zanemariti. U slučaju da rizik nije zanemariv, odnosno da je velik onda se treba odabrati jedan ili više alata za modificiranje rizika. Odabir alata sastoji se od više koraka, a koraci su [1]:

- odabir alata za modificiranje rizika,
- procjena razine rezidualnog rizika,
- ako je rezidualan rizik previsok, potrebno je odabrati novi alat i
- procjena rezultata alternativnog alata.

Na Slici 10. vidimo da postoji više opcija tretmana rizika i te opcije se mogu kombinirati. Ne postoji univerzalan pristup koji može otkloniti svaki rizik, zato postoje ove opcije:

- a) izbjegavanje rizika,
- b) prihvaćanje rizika,
- c) transfer rizika i
- d) umanjeње rizika.

a) *Izbjegavanje rizika* najjednostavniji je oblik pristupu rizika. U slučaju izbjegavanja, poduzeće se ograđuje od svih utjecaja rizika na poduzeće te odlučuje da ne poduzima nikakve radnje koje sa sobom vežu taj rizik. Primjer izbjegavanja rizika može biti da poduzeće koje ima proizvodnju automobilskih dijelova odustane od gradnje nove tvornice na određenom području. Razlog odustajanja može biti u visokoj cijeni radne snage. Radnja izbjegavanja najčešće se događa kada poduzeće nema dovoljno kvalitetnih informacija o budućim događajima. Prednost ovakve odluke je potpuno osiguranje poduzeća od gubitka koji može prouzročiti rizik novog investiranja, ali se također gubi šansa za ostvarivanjem dodatnog profita za poduzeće.

b) *Transfer rizika* predstavlja prebacivanje rizika podalje od poduzeća. Transfer se odvija na način da poduzeće plati novčani iznos osiguravajućoj kući, u zamjenu za zaštitu u slučaju financijskog gubitka. Osiguravajuća kuća obvezna je snositi troškove u slučaju ostvarenja rizika.

c) *Umanjivanje rizika* je mjera u kojoj poduzeće pokušava naći načine da umani posljedice rizika koji ne može izbjeći. Primjer može biti poduzeće koje proizvodi dječje igračke te nakon određenog vremena saznaje da proizvedene igračke sadrže tvar koja je štetna za djecu. U tom slučaju poduzeće mora povući tu seriju igračaka i podmiriti troškove korisnicima. Kontrola štete i upravljanje gubicima mogu poduzeću naštetiti u slučaju donošenja krivih odluka, ali mogu i poduzeću omogućiti daljnji rast poslovanja. Zato je analiza rizika vrlo bitan kotačić u upravljanju gubicima.

- d) *Prihvaćanje rizika* suprotna je radnja od izbjegavanja rizika. Poduzeća prihvaćaju rizik koji može doći kod novih investicija, jer je očekivani prihod značajno veći od prihvaćenog rizika. Primjer prihvaćanja rizika može biti kod poduzeća koje proizvodi senzore za automobile. Razvijanje i testiranje novih senzora veoma je dug i skup proces, ali poduzeće prihvaća taj rizik iz razloga što profit od prodaje senzora mnogo je veći od troškova njegovog razvoja.

Nadzor i preispitivanje moraju biti sastavni dio procesa upravljanja rizikom. Ispitivanja i provjere trebaju biti u redovnim vremenskim razmacima te nenadane. Odgovornosti prilikom nadzora moraju se jasno definirati. Dobiveni rezultati nadzora i ispitivanja skupljaju se i izlažu pred odgovornim osobama poduzeća. Prezentirani podaci služe za ocjenjivanje cjelokupnog procesa upravljanja rizikom.

Izvršavanjem svih navedenih koraka prema normi ISO 31000, poduzeće stvara svoj vlastiti pristup za upravljanje rizicima. Kvalitetno razrađen pristup olakšat će poduzeću upravljanje vlastitim rizicima i pomoći će u njihovom minimiziranju i uklanjanju.

### **3.5. Ciljevi upravljanja rizikom**

Proces upravljanja rizikom je beskoristan ako ne postoji neki cilj. Prilikom postavljanja ciljeva potrebno je uzeti u obzir odnos cijene rizika i vrijednosti poduzeća. Iz prethodnih definicija rizika možemo zaključiti da se u većini slučajeva uz rizik veže nešto negativno. Zato bi glavni cilj upravljanja rizikom trebao biti smanjivanje posljedica rizika te na taj način povećati dobit poduzeća. Nevezano za tip rizika, troškovi, odnosno cijena rizika, obuhvaća pet glavnih komponenti [4]:

1. očekivana šteta,
2. troškovi kontrole štete,
3. troškovi financiranja rizika,
4. troškovi smanjenja unutarnjeg rizika,
5. troškovi preostale neizvjesnosti koja je ostala prije primjene plana za upravljanje rizikom.

Očekivane štete obuhvaćaju direktne i indirektne troškove, odnosno direktnu i indirektnu štetu kao što je opisano u poglavlju Šteta.

Troškovi kontrole štete obuhvaćaju sve troškove koji nastaju zbog povećanih mjera predostrožnosti i ograničavanja rizičnih aktivnosti u cilju smanjivanja frekvencije i intenziteta štetnih događaja.

Troškovi financiranja rizika odnose se na troškove samofinanciranja, premije osiguranja i slično.

Troškovi smanjenja unutrašnjeg rizika obuhvaćaju sve troškove vezane uz analize i prikupljanje podataka za dobivanje točnijih predviđanja kod upravljanja rizikom. [4]

Cijena rizika obuhvaća sve navedene troškove i označava se kao materijalna vrijednost imovine, odnosno posljedica rizika koja utječe na njeno smanjivanje. Povezivanjem ta dva pojma, moguće je postaviti sljedeću jednadžbu koja glasi:

$$\text{Cijena rizika} = \text{Vrijednost bez rizika} - \text{Vrijednost s rizikom}$$

ili,

$$\text{Vrijednost s rizikom} = \text{Vrijednost bez rizika} - \text{Cijena rizika.}$$

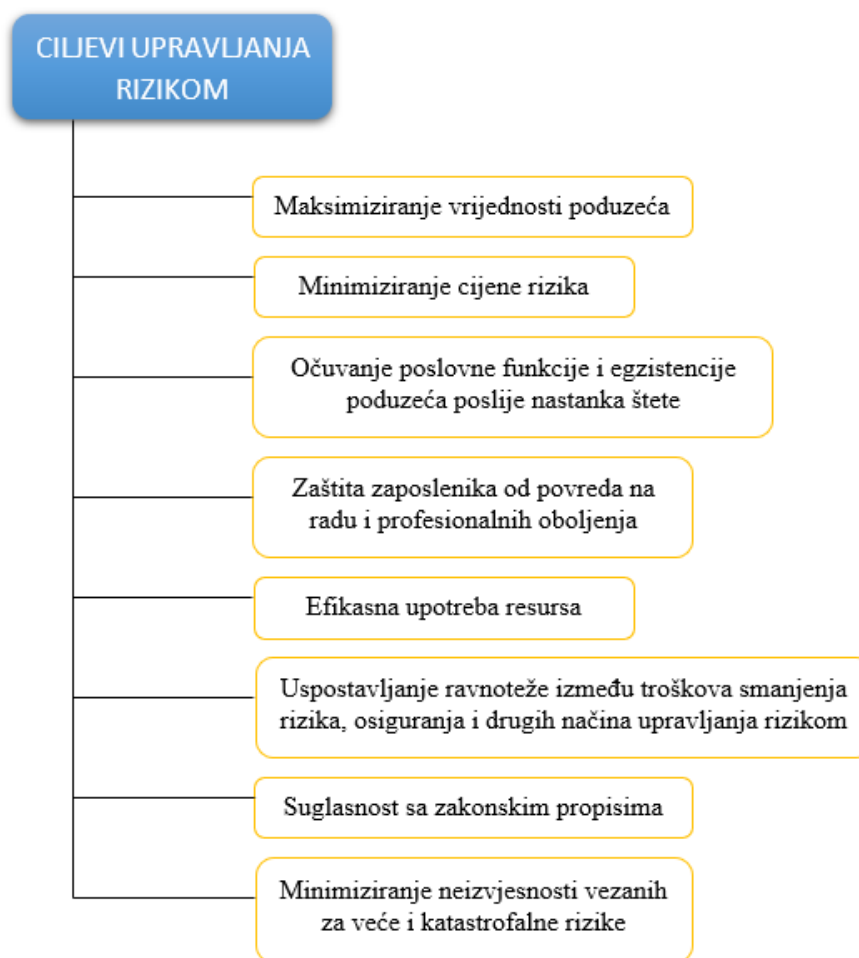
Iz jednadžbe se može zaključiti kako stvarna vrijednost poduzeća pada s porastom cijene rizika. Zato glavni cilj procesa upravljanja rizikom treba biti usmjeren na minimiziranje cijene rizika, a samim time se dolazi do povećanja vrijednosti poduzeća.

Za uspješnost procesa upravljanja rizikom, svako poduzeće treba definirati ciljeve programa upravljanja rizikom, odnosno precizirati što od njega očekuje. Svako poduzeće trebalo bi za primarni cilj imati očuvanje poslovnih procesa te osigurati radne uvjete kako bi se poslovni procesi odvijali nesmetano. Također, bitni ciljevi su osiguravanje radnika od povreda, društvena odgovornost i očuvanje dobrih odnosa s javnošću. [4]

Menadžer rizika mora biti siguran da je plan upravljanja rizikom dobro predviđen te da poduzeće može podnijeti štetu u slučaju pojave rizika. Plan treba biti takav da poduzeće i u slučaju pojave rizika može nastaviti normalno poslovati i izvršavati poslovne procese.

Neki od ciljeva procesa upravljanja rizikom unutar poduzeća prikazani su na Slici 11.





Slika 11. Osnovni ciljevi upravljanja rizikom [4]

Ciljevi upravljanja rizikom klasificiraju se u dvije kategorije:

- a) ciljevi prije nastanka štete – gubitka:
  - ekonomska spremnost poduzeća za potencijalne štete,
  - smanjenje zabrinutosti od posljedica štete i
  - ispunjenje obaveza vanjskih faktora;
- b) ciljevi poslije nastanka štete – gubitka:
  - opstanak poduzeća i njegovih poslovnih aktivnosti,
  - produžetak poslovnih aktivnosti,
  - stabilnost zarade,

- kontinuirani rast poduzeća i
- socijalna odgovornost.

Iz ove dvije kategorije možemo vidjeti da se proces upravljanja rizicima ne bavi samo vremenom prije ostvarenja nekog rizika, već se bavi i vremenom nakon nastanka štete. Vrijeme poslije nastanka štete bitno je za poduzeće zbog određivanja može li poduzeće ostati na tržištu i imati stabilna primanja. Prilikom planiranja rizika, osim smanjivanja rizika, treba naći najekonomičnije rješenje pripreme poduzeća za potencijalnu štetu. Za taj segment odgovorni su menadžeri za rizik koji trebaju najveću pažnju posvetiti onim rizicima koji su prijetnja egzistenciji poduzeća.

Osnovni cilj, ako dođe do nastanka štete, treba biti stvaranje uvjeta za opstanak poduzeća, odnosno njenog oporavka. Poduzeće bi trebalo nastaviti s poslovnim aktivnostima i nakon nastanka štete iz razloga ostvarivanja zarade za zaposlenike. Također je važno da se omogući kontinuirani rast poduzeća koji se može ostvariti razvojem novih tehnologija, proizvoda ili udruživanjem s drugim poduzećima. Osim direktne materijalne štete, poduzeće zahvaća i indirektna šteta koja ima negativne posljedice na sve zaposlenike, klijente, poslovne partnere, kupce i na šire društvo. Zato poduzeće u svojem planiranju mora uzeti u obzir i socijalnu odgovornost koja minimizira utjecaj štetnog događaja na pojedince i društvo.

Ciljevi upravljanja rizikom razlikuju se od poduzeća do poduzeća. Ciljevi se međusobno ne isključuju, već se često međusobno preklapaju. Oni trebaju obuhvaćati cjelokupne rizike nekog proizvodnog ili poslovnog procesa. Ponekad je to kompleksan i zahtjevan proces, pa je iz tog razloga potrebno razviti smjernice upravljanja koje mogu poduzeću pomoći prilikom provođenja procesa upravljanja rizikom. Te smjernice sadržane su u normi ISO 31000.

## 4. ANALIZA RIZIKA

Proces analize rizika je središnji dio upravljanja rizicima i posjeduje osnovnu strukturu koja je nezavisna u odnosu na područje primjene. Ona pomaže da se ciljevi upravljanja rizikom povežu i usklade s poslovnim ciljevima poduzeća. Također pomaže poduzeću da bolje planira potrebna sredstva za provođenje procesa upravljanja rizikom te olakšava rangirati rizike po važnosti. Može se reći da je to metoda identificiranja prijetnji i procjene mogućih šteta, odnosno tehnika koja služi kvantificiranju utjecaja rizika i sredstvo za upravljanje rizikom.

Analiza rizika je skup metoda i postupaka koji omogućavaju potpunije razumijevanje problema u situacijama strateškog odlučivanja. Ona pomaže da se pronađe zadovoljavajuća strategija prema unaprijed postavljenom kriteriju izbora. Strukturiranjem i modeliranjem problema odlučivanja, rizik se identificira, odnosno dijagnosticira, zatim se izmjeri njegova veličina te se konačno na temelju razmatranja razdioba (distribucija) vjerojatnosti ključnih varijabli, njihovih međusobnih utjecaja i očekivanih konačnih rezultata, može izvršiti izbor dostatno dobre strategije [9].

Analiza rizika u najširem smislu osigurava menadžerima rizika okvir koji obuhvaća:

- procjenu rizika - podrazumijeva prepoznavanje izvora potencijalne opasnosti, procjenjivanjem vjerojatnosti pojave opasnosti i mogućih posljedica;
- upravljanje rizikom - je integralna sastavnica dobrog menadžmenta i pripreme odluka na svim razinama, jer neovisno o svjesnosti upravljanja rizikom provodi se u svim dijelovima poduzeća i
- komunikaciju rizika – slijedi nakon izrade plana upravljanja, a predstavlja interaktivnu razmjenu informacija i mišljenja tijekom procesa analize rizika u vezi s opasnostima i rizicima [9].

### 4.1. Koraci analize rizika

Pristup analizi rizika sastoji se od određenih koraka koji služe kao smjernice. Prema Ortwin Renn-u najvažnijih pet koraka kod analize rizika su [10]:

1. Definicija „korisnih“ i „štetnih“ posljedica – predstavlja subjektivan proces procjene koji se odnosi na ocjenu posljedica.

2. Izbor najznačajnijih faktora unutar analize rizika – prilikom obavljanja analize pojavljuju se faktori koji mogu utjecati na konačnu odluku kao što su zdravstveni, ekološki, socijalni i politički faktori.
3. Procjena veličine opasnosti – potrebno je kvantificirati veličinu i jačinu rizika u vremenu od njegovog nastanka sve do krajnjih posljedica.
4. Određivanje vjerojatnosti mogućih ishoda – u ovom koraku primjenjuje se jedna od četiri poznate metode:
  - I. prikupljanje statističkih podataka o ponašanju izvora rizika u prethodnom vremenu,
  - II. prikupljanje statističkih podataka o kvarovima pojedinih sustava (npr. tehnoloških) koji predstavljaju rizik; sintetiziranjem svih podataka moguće je procijeniti opasnost kvara čitavog sistema ili podsistema,
  - III. epidemiološka ispitivanja, koja traže korelaciju između izvora opasnosti i sposobnosti, da na odgovarajući način reagiraju oni koji su u opasnosti i
  - IV. procjena vjerojatnosti ostvarivanja od strane stručnjaka, laika i donosioca odluka.
5. Prepoznavanje onih na koje će rizik imati utjecaj – u analizi rizika nije dovoljno samo statistički odrediti krug onih koje rizik pogađa, već je nužno odrediti konkretne osobe na koje će rizik utjecati [10].

#### **4.2. Metode za procjenu rizika**

U prijašnjem poglavlju 2. *Upravljanje rizicima* prilikom definiranja faza unutar procesa upravljanja rizikom vidljivo je da su najbitniji koraci identifikacija i analize rizika. Zbog kompleksnosti današnjih sustava, stručnjaci su razvili razne metode i alate za procjenu i analizu rizika. Na Slici 12. prikazani su alati za procjenu rizika i njihova primjenjivost u određenim procesima.

Alati i tehnike	Proces procjene rizika				
	Identifikacija rizika	Analiza rizika			Vrednovanje rizika
		Posljedice	Vjerojatnost	Razina rizika	
Oluja mozгова	Green	Red	Red	Red	Red
Strukturirani i semi-strukturirani intervju	Green	Red	Red	Red	Red
Delphi	Green	Red	Red	Red	Red
Kontrolne liste	Green	Red	Red	Red	Red
PHA	Green	Red	Red	Red	Red
HAZOP	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
HACCP	Green	Green	Red	Red	Green
Rizik za okoliš	Green	Green	Green	Green	Green
SWIFT	Green	Green	Green	Green	Green
Scenario analiza	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
BIA	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow
RCA	Red	Green	Green	Green	Green
FMEA	Green	Green	Green	Green	Green
FTA	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow
ETA	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red
CCA	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow
CEA	Green	Green	Red	Red	Red
LOPA	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red
Stablo odlučivanja	Red	Green	Green	Yellow	Yellow
HRA	Green	Green	Green	Green	Yellow
Bow tie analiza	Red	Yellow	Green	Green	Yellow
RCM	Green	Green	Green	Green	Green
Sneak circuit analiza	Yellow	Red	Red	Red	Red
Markovljeva analiza	Yellow	Green	Red	Red	Red
Monte Carlo simulacija	Red	Red	Red	Red	Green
Bayesian mreža	Red	Green	Red	Red	Green
FN curve	Yellow	Green	Green	Yellow	Green
Indeksi rizika	Yellow	Green	Green	Green	Green
Matrica vjerojatnosti	Green	Green	Green	Green	Yellow
Analiza troškova i koristi	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow
MCDA	Yellow	Green	Yellow	Green	Yellow
Green	Strogo preporučeno				
Yellow	Može se koristiti				
Red	Nije primjenjivo				

Slika 12. Alati za identifikaciju rizika [12]

Slika 12. prikazuje alate i tehnike kojima možemo identificirati rizike. Zelenom bojom označeni su alati s kojima se preporuča identifikacija. Žutom bojom prikazani su alati kojima se može prepoznati rizik, a crvenom bojom su označeni alati kojima se ne mogu identificirati rizici. Korištenje pojedine metode ovisi i o području poslovanja kojim se poduzeće bavi.

Metode koje su prikazane na Slici 12. koriste se za identifikaciju, analizu i vrednovanje rizika te se prema svojim karakteristikama mogu podijeliti u pet skupina [8]:

- metode kreativne tehnike,
- metode analize scenarija,
- metode analize pokazatelja,
- metode analize funkcija i
- statističke metode.

Neke od često korištenih metoda u proizvodnim poduzećima su:

#### Metoda HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Points

Analiza opasnosti i kontrola kritičnih točaka (HACCP) osigurava strukturu za utvrđivanje opasnosti i uspostavlja kontrolu u svim relativnim dijelovima procesa. Zadatak HACCP-a je pronalaženje i analiziranje opasnosti te utvrđivanje preventivnih mjera kojima se rizik svodi na minimum ili se potpuno uklanja. Koristi se za zaštitu od opasnosti i održavanja kvalitete, pouzdanosti i sigurnosti proizvoda. Krajnji cilj HACCP-a je proizvodnja, što je moguće sigurnijeg proizvoda, primjenom što sigurnijeg postupka.[11]

#### Metode What-if (SWIFT) i HAZOP

Metode pod nazivom SWIFT i HAZOP predstavljaju jednostavnije pristupe kod procjene rizika koje se najčešće koriste u naftnoj i petrokemijskoj industriji. HAZOP metoda je sistematičan i temeljni pristup kod procjene rizika za nešto složenija postrojenja, dok se SWIFT koristi za procjenu rizika na jednostavnijim postrojenjima. Kod tijeka analize SWIFT metode analiziraju se poznati rizici i opasnosti, dosadašnje iskustvo i nesreće, poznate i postojeće mjere i kontrole, te regulatorni zahtjevi i ograničenja. Prednost ove metode je u lakom učenju i brzini provedbe procjene što osigurava relativno niske troškove procjene rizika. Ta njena jednostavnost ujedno može i biti nedostatak jer ne obuhvaća kompletnost analize i previše ovisi o subjektivnosti analitičara.[11]

## 5. FMEA

FMEA (Failure Mode and Effects Analysis – Analiza potencijalnih kvarova i njihovih posljedica) je alat kojim se pronalaze i analiziraju svi mogući načini prekidanja rada određenih komponenti sustava te posljedice tih prekidanja i njihovo reflektiranje na sami sustav. Njen cilj je izbjegavanje grešaka prije nego što se pojave, a to se postiže predviđanjem svega što se u sustavu može pokvariti. Znanjem o tome što se sve može pokvariti daje mogućnost pravovremene izmjene u sustavu kako bi se kvar spriječio. [12]

U današnje vrijeme FMEA metoda uspješno se koristi u praksi jer omogućava sistematizaciju potencijalnih opasnosti i rizika u sustavu te olakšava procjenu i analizu rizika. Metoda vrlo jasno određuje sliku potencijalnih opasnosti i dodjeljuje rizicima koeficijent. Numerički pokazatelj jasno definira stupanj rizika na temelju kojeg se zatim donosi odluka o potrebnoj preventivnoj mjeri. Ova metoda najčešće se koristi u industriji široke potrošnje kao što su kućanski aparati, igračke i sl. te u automobilskoj industriji.[13]

Osnovne karakteristike FMEA metode su:

- da je to sustavna, visoko strukturirana procjena koja se zasniva na ocjeni načina otkaza komponente i na iskustvu tima stručnjaka da prikaže sveukupni pogled na stanja nekog sustava,
- da se koristi kao metoda za procjenu rizika na razini elemenata sustava i na razini cijelog sustava,
- da daje kvalitativne opise mogućih problema tijekom rada sustava kao i preporuke za smanjenje rizika,
- da može osigurati kvalitetnu procjenu frekvencije otkaza ili posljedica,
- postoji nekoliko tipova ove metode i to su:
  - FMEA sustava – fokusira se na globalne funkcije sustava,
  - FMEA projekta – fokusira se na elemente i podsustave,
  - FMEA procesa – fokusira se na procese proizvodnje i montaže,
  - FMEA usluga – fokusira se na uslužne funkcije i
  - FMEA softvera – fokusira se na funkcije softvera. [4]

Sama FMEA metoda nameće određene zahtjeve, čije su prednosti vidljive u sljedećim segmentima:

- dobiva se potpuno razumijevanje potencijalnih problema u cilju prevencije grešaka u fazi projektiranja ili u fazi realizacije,
- smanjivanje rizika kroz opoziv akcija pomoću praćenja kritičnih greški te
- smanjivanje troškova i vremena za naknadne promjene proizvoda i poboljšanje test mjera kroz uštedu u fazama dizajna i planiranja. [13]

### **5.1. Prednosti i nedostaci FMEA metode**

Kao i svaka metoda koja se koristi za procjenu i upravljanje rizicima tako i FMEA metoda ima pozitivne i negativne strane. Prednosti koje donosi FMEA metoda su:

- dobro strukturirana i pouzdana metoda,
- jednostavna za naučiti i provoditi,
- jednostavna procjena i najkompleksnijih sustava,
- skraćeno vrijeme razvoja proizvoda zbog ranog otkrivanja i uklanjanja potencijalnih problema,
- povećanje pouzdanosti proizvoda i
- stvaranje baze podataka za buduće analize. [12]

Nedostaci FMEA metode su:

- provođenje može biti zamorno i oduzima puno vremena,
- nije prikladna za razmatranja potencijalnih kvarova uzrokovanih višestrukim uzrocima,
- ograničena mogućnost analize vanjskih utjecaja i
- problem određivanja vjerojatnosti kvara. [12]

### **5.2. Veza između FMEA i Lean menadžmenta**

Osim alata za procjenu rizika koji su navedeni u poglavlju 3.1. Analiza rizika, postoje još i Lean alati koji su usko vezani s alatima za procjenu rizika. Jedan od često korištenih Lean alata je Šest Sigma (eng. Six Sigma), alat koji pruža poduzećima organizacijske alate za poboljšavanje sposobnosti poslovnih procesa. Korištenjem ovog alata povećavaju se

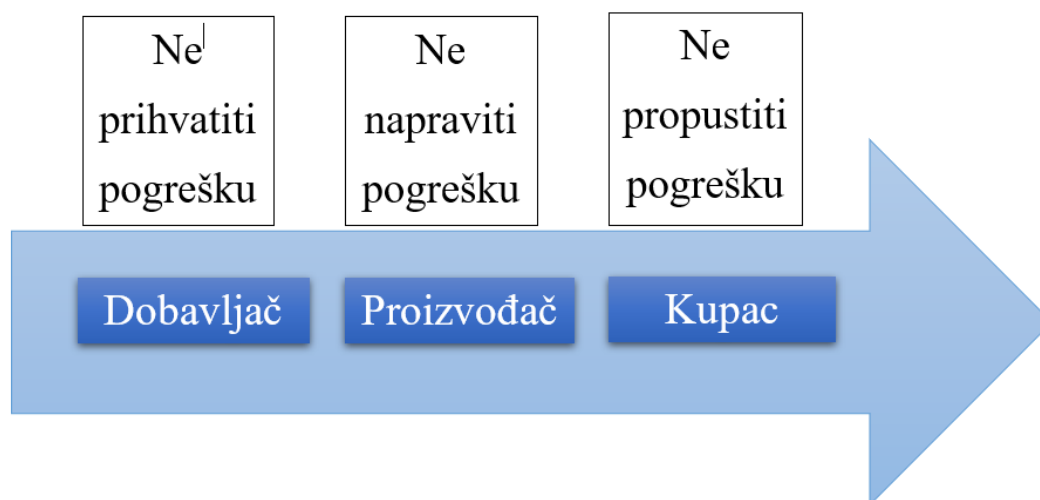


performanse i smanjuju varijacije poslovnih procesa te se smanjuje rizik i povećava profit poduzeća. Šest Sigma dijeli se na dva modela, statistički model i proces unapređivanja. [12]

Statistički model služi kao alat čiji rezultati daju ocjenu izvrsnosti u numeričkom obliku koje se može povezati sa statistikom. Ocjene se kreću u rasponu od 1 do 6 gdje je šest najbolja moguća ocjena. Iz ovog modela dolazi naziv Šest Sigma, jer vrijednost 6 je maksimalna ocjena izvrsnosti koju određeni proces može imati, a koji odgovara 3-4 greške na 1 000 000 događaja unutar sustava. Drugi model je proces unapređivanja koji se bavi povećanjem kvalitete sustava, to jest smanjivanjem broja grešaka i otkazivanja tokom rada sustava. Ovu metodu primjenjuju brojna poduzeća koja na taj način postižu i održavaju svjetski priznatu izvrsnost. [12]

FMEA kao jedna od metoda upravljanja rizikom ima svoje mjesto u Šest Sigma. Specifična joj je značajka da joj namjena nije povećati zadovoljstvo kupca kupljenim proizvodom, već osigurati da do eventualnog nezadovoljstva ne dolazi zbog otkazivanja pojedinih elemenata sustava. Ova namjena proizlazi iz same FMEA metode, a to je da FMEA metoda neće dati odgovor na pitanje što određeni sustav mora raditi, već što sve može poći po zlu tijekom rada sustava. [12]

Drugi Lean alat koji se koristi prilikom sprečavanja rizika je Poka Yoke alat. Poka Yoke je japanski sleng koji se prevodi kao „izbjegavanje greške“. Osnovna namjena ovog alata je da konstruira proces bez greške, odnosno da se eliminiraju sva potencijalna mjesta na kojima se može dogoditi kvar. Poka Yoke alat temelji se na tri pravila koji su prikazani na Slici 13. [15]



Slika 13. Tri temeljna Poka Yoke pravila [15]

### 5.3. Postupak provođenja FMEA analize

Postupak za provođenje FMEA analize strukturiran je tako da na kraju prikaže kvantitativnu analizu rizika. Procedura za provođenje analize prikazana je na Slici 14. i sastoji se od sljedećih faza [15]:

1. Priprema – potrebno je odrediti: predmet analize, granice sustava, promatra li se cjelokupan sustav ili podsustav, misiju i funkciju sustava te ostale uvjete i opis sustava.
2. Analiza strukture sustava – nakon pripreme i prikupljenih informacija, sustav se dijeli na podsustave i elemente; razina do koje se sustav dijeli ovisi o željenim ciljevima analize.
3. Izrada FMEA tablice – radi sistematičnosti postupak se izvodi pomoću odgovarajuće tablice, ali radi različitosti sustava ona nije standardizirana i varira zavisno o željenim ciljevima analize. Primjer FMEA tablice prikazan je u Tablici 3.

**Tablica 3. FMEA analiza**

Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	Procjena rizika				Zahvat
					Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	RPN	

#### a. Stupanj jakosti kvara

- i. 1 – jako mala vjerojatnost da će neznatan kvar izazvati bilo kakvu zamjetnu posljedicu na svojstva sustava
- ii. 2-3 – nizak stupanj jakosti prouzrokuje malu smetnju; korisnik će vjerojatno primijetiti samo malo odstupanje svojstava sustava ili podsustava
- iii. 4-5-6 – osrednja jakost kvara koja prouzrokuje određeno nezadovoljstvo kupca
- iv. 7-8-9 – visoka razina nezadovoljstva korisnika uslijed prirode kvara kao što je nemogućnost rada sustava ili podsustava
- v. 10 – izuzetno visok stupanj jakosti, kada kvar uključuje potencijalne posljedice vezane za sigurnost

#### b. Učestalost pojave kvara

- i. 1 – jako mala učestalost pojave kvara

- ii. 2-3 – mala učestalost pojave kvara
  - iii. 4-5-6 – srednja učestalost pojave kvara
  - iv. 7-8-9 – visoka učestalost pojave kvara
  - v. 10 – izuzetno visoka učestalost pojave kvara
- c. Teškoća otkrivanja kvara
- i. 1 – veoma uočljiv kvar
  - ii. 2-3 – mala vjerojatnost da se kvar neće primijetiti
  - iii. 4-5-6 – srednja vjerojatnost da se kvar neće primijetiti
  - iv. 7-8-9 – velika vjerojatnost da se kvar neće primijetiti
  - v. 10 – izuzetno velika vjerojatnost da se kvar neće primijetiti
- d. Opći pokazatelji rizika RPN (eng. Risk Priority Number)
- i.  $RPN > 100$  – rizik se smatra značajnim
  - ii.  $10 < RPN < 100$  – rizik se smatra manje značajnim
  - iii.  $RPN < 10$  – rizik se smatra beznačajnim

Vrijednost prioriteta rizika RPN računa se preko sljedeće jednadžbe:

$$RPN = O \times S \times D$$

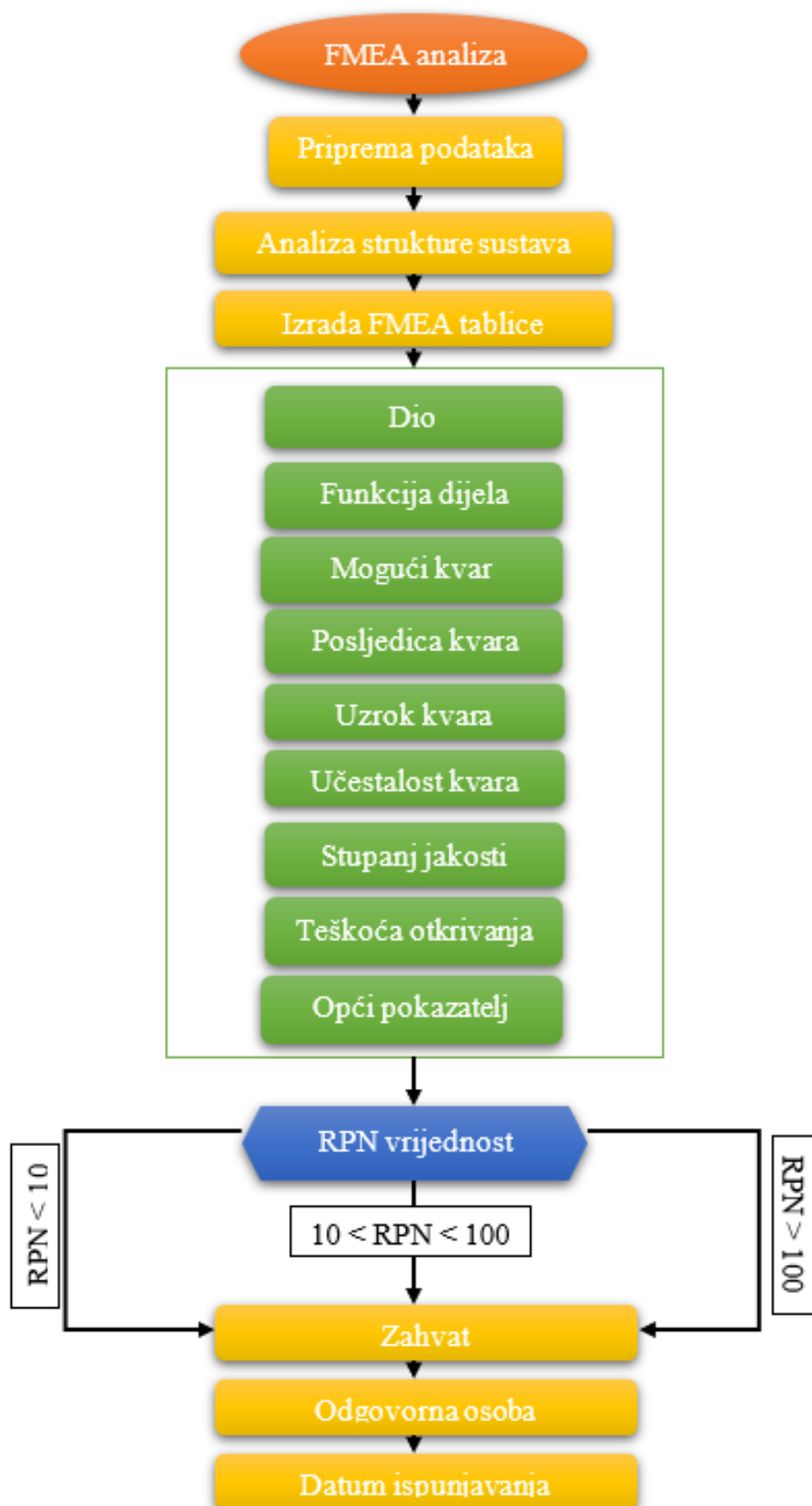
gdje je

- O – učestalost,
- S – stupanj jakosti,
- D – teškoća otkrivanja.

Učestalost, stupanj jakosti i teškoća otkrivanja ocjenjuju se numeričkim ocjenama na skali od 1 do 10 gdje veća ocjena uvijek predstavlja najgori mogući slučaj. Može se reći da ocjena deset označava kvarove koji se javljaju najčešće, imaju najgore posljedice i najteže ih je otkriti prije pokretanja sustava. Iz jednadžbe se može zaključiti da svaka komponenta poprima vrijednost RPN-a od minimalno 1 pa do maksimalno 1000 bodova, ovisno o ocjenama učestalosti, stupnja jakosti i teškoći otkrivanja. Što je dobivena vrijednost RPN-a veća, to je komponenta kritičnija i treba imati veći prioritet prilikom preoblikovanja sustava. Ova metoda

je dobra jer ima široki spektar ocjena koje olakšavaju rangiranje s obzirom na malu vjerojatnost da veći broj komponenti sustava dobije jednaku ocjenu.[12]

Nakon ispunjavanja svih potrebnih polja za određivanje RPN broja, potrebno je ispuniti polje u kojemu se predlaže zahvat, preporuku korekcije ili modifikacije za određeni element sustava. Također se bilježi tko je odgovorna osoba za poduzimanje zahvata te do kojeg se datuma on mora izvršiti. Tablica koja ima ispunjena sva polja, sadrži sve informacije o pojedinom sustavu i njegovim rizicima. Iz tablice se mogu vidjeti svi zahvati koji su izvršeni na sustavu u svrhu umanjivanja rizika. Nakon provedenih zahvata potrebno je ponovno popuniti FMEA tablicu kako bi se vidjelo unapređenje. Ispunjene tablice se čuvaju sve dok je sustav u radu kako bi se u svakom trenutku imao uvid u cijelu njegovu povijest. Bitno je da tablice ispunjavaju stručnjaci. [15]

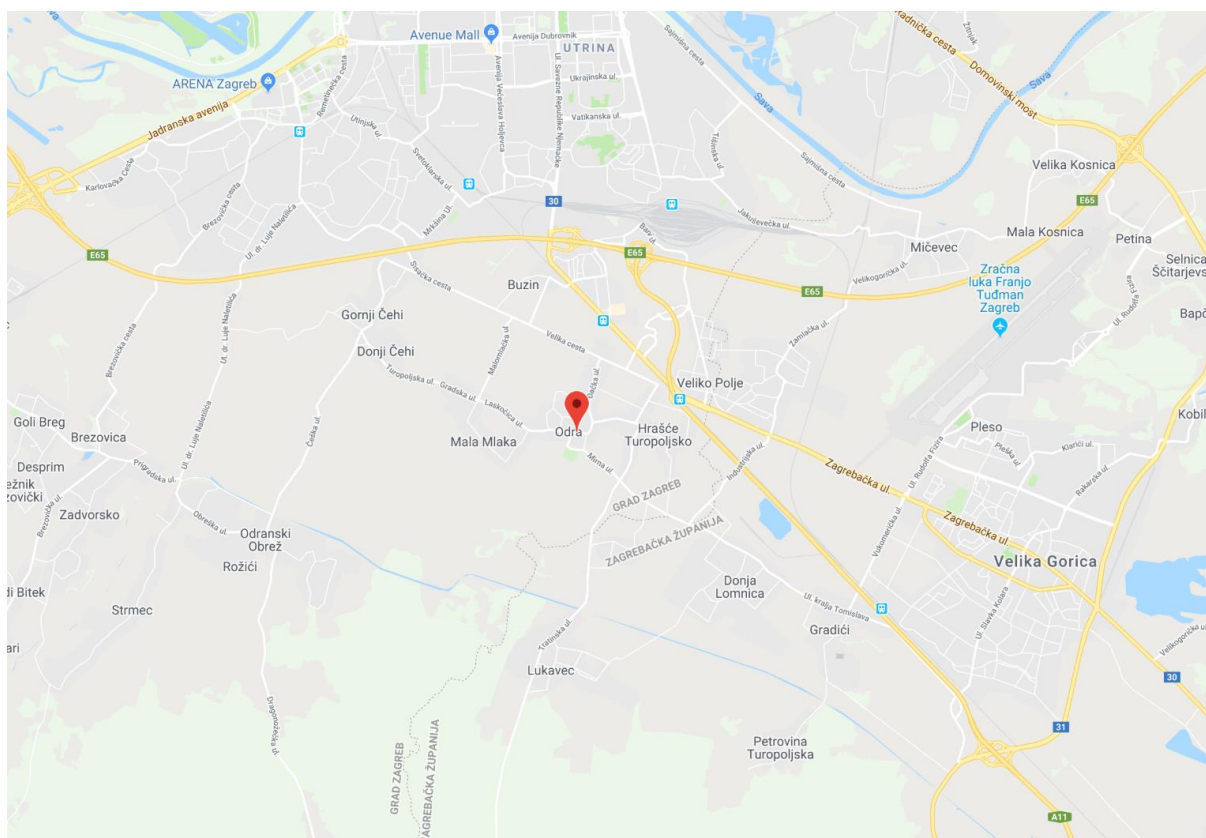


Slika 14. Postupak provođenja FMEA analize [15]

## 6. PRIMJENA FMEA ANALIZE U PODUZEĆU

Za primjenu FMEA analize odabrano je poduzeće *MAJDAK GRAFIKA d.o.o.* koje se bavi proizvodima vezanim uz papirnu industriju. Poduzeće *MAJDAK GRAFIKA d.o.o.* uspješno posluje više od 30 godina te u okviru predmeta poslovanja obavlja sljedeće djelatnosti:

- proizvodnja papira i proizvoda od papira,
- dorada papira, kartona i ljepenki,
- oplemenjivanje papira, kartona i ljepenki,
- izdavačka djelatnost,
- priprema i izrada tiskarske forme,
- tiskanje časopisa i drugih periodičkih publikacija, knjiga i brošura, reklamnih kataloga, prospekata i drugih tiskarskih oglasa, albuma, dnevnika, kalendara, poslovnih obrazaca i drugih tiskarskih komercijalnih publikacija.



Slika 15. Lokacija poduzeća *MAJDAK GRAFIKA d.o.o.*

## 6.1. Primjena FMEA metode

Prilikom provođenja FMEA analize unutar poduzeća, proveden je uvid u strojeve kojima poduzeće raspolaže. Poduzeće je u tom trenutku raspolagalo sa strojevima za plastifikaciju papira, lakiranjem papira, rezačem papira te oblikovanjem papira. U sljedećim poglavljima detaljnije će se objasniti strojevi te će biti prikazana FMEA tablica za svaki pojedini stroj. U razgovoru s voditeljem proizvodnje izdvojeni su kritični dijelovi na strojevima te kvarovi koji se učestalo pojavljuju. Poduzeće nije vodilo evidenciju kvarova na strojevima pa su vrijednosti koje su dane u tablicama također dobivene iz razgovora s voditeljem proizvodnje, odnosno temeljem njegovog dugogodišnjeg iskustva u upravljanju proizvodnjom. Učestalost pojave kvara na strojevima promatrana je u vremenskom periodu od godine dana te su vrijednosti koje su dane u FMEA tablicama dobivene na temelju Tablice 4.

**Tablica 4. Vrijednosti učestalosti pojave kvara**

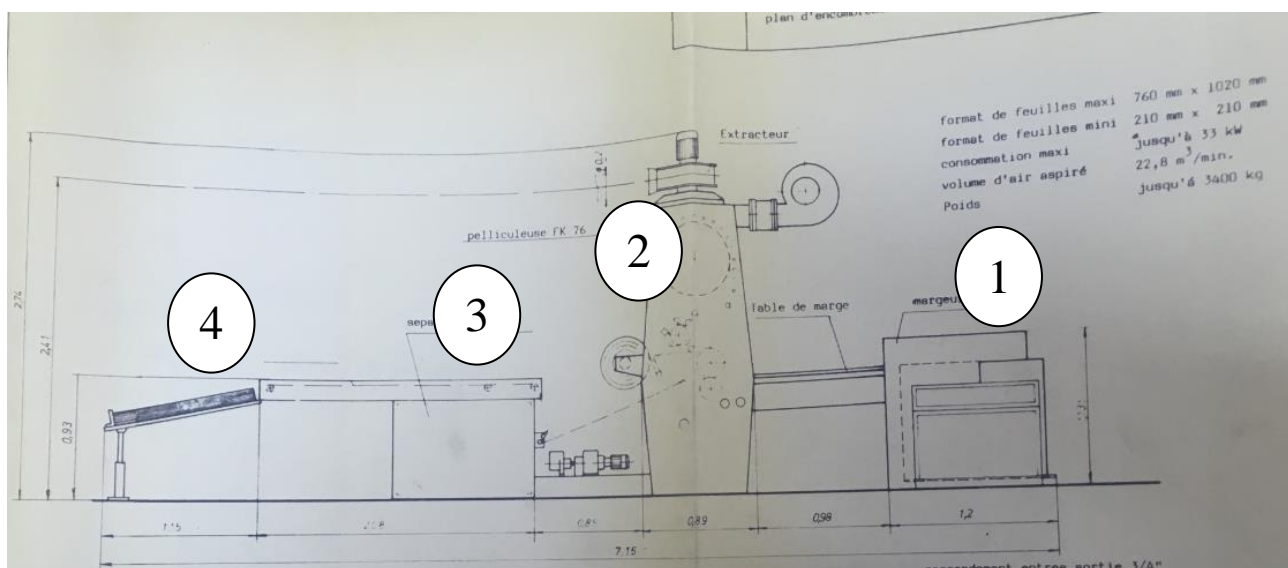
Vrijednost	Učestalost
1	nema kvara ili jednom godišnje
2-3	svakih 4 do 6 mjeseci
4-5-6	svaka 2 do 3 mjeseca
7-8-9	svakih 1 do 2 mjeseca
10	jednom mjesečno

### 6.1.1. Stroj za plastificiranje

Stroj za plastifikaciju papira služi kako bi zaštitio papir od raznih utjecaja. Plastificirani papir je otporniji na vlagu i UV zrake te produljuje vijek upotrebe papira. Sama plastifikacija papira može imati mat ili sjajni izgled ovisno o tome koja se folija nanosi. Prilikom mat plastifikacije koristi se acetatna folija od 12 mikrona i može biti do širine od 490 mm, a kod sjajne plastifikacije koristi se acetatna folija od 15 mikrona. Kod oba postupka dobiva se velika otpornost na habanje, produžuje se trajnost proizvoda te se popravljiva ukupni estetski dojam. Kod mat plastifikacije dobiva se sjaj koji se ne presijava i pogodnija je za svjetlije podloge, dok sjajna plastifikacija može ići na sve boje podloga.

Kada govorimo o plastifikaciji papira imamo dva postupka, hladni i topli. U poduzeću se nalazio stroj za hladnu plastifikaciju. Hladna plastifikacija papira je postupak u kojemu na

prethodno odštampane letke korištenjem vodo-topivog ljepila nanosi acetatna folija od 15 mikrona. Tim se postupkom dobiva kompozit koji je mehanički otporniji od papira, kako na kidanje, tako i na ostale utjecaje.



**Slika 16. Nacrt stroja za plastifikaciju papira**

Vidimo na Slici 16. nacrt stroja za plastifikaciju. Model stroja je BILLHOFER MFK 76 koji se sastoji od četiri dijela. Prvi dio je prostor za ulaganje papira kod kojeg se odvija automatsko ulaganje papira upravljano servomotorom te senzorom koji kontrolira nepreklapanje papira. Kritični dio kod prostora za ulaganje je senzor koji sprječava da se papiri ne preklapaju jer u slučaju preklapanja papira dolazi do neispravnih proizvoda. Drugi dio stroja je mjesto gdje se odvija plastifikacija papira. U tom djelu se nalaze dva valjka od kojih je jedan gumeni ujedno i pogonski, a drugi kromirani. Između valjaka dolazi tekuće lijepilo koje ide na foliju koja je uvijek prirubljena uz gumeni valjak. Tekuće lijepilo nalazi se na samo jednoj strani folije koja dolazi u kontakt sa papirom. Tako slijepljeni papir i folija odlaze na dio za sušenje toplim zrakom koji sprječava pojavu mjehurića na foliji. Kritični dijelovi u ovom djelu stroja su kvar pogonskog gumenog valjka i kvar opreme za proizvodnju vrućeg zraka. U slučaju kvara pogonskog valjka dolazi do zaustavljanja proizvodnje, dok u slučaju kvara opreme za vrući zrak dolazi do neispravnih proizvoda. U trećem dijelu nalazi se stol na koji dolaze plastificirani papiri koji se odvajaju vibracijskim nožem za sječenje i odvajanje pojedinačnih listova. Nakon odvajanja, papiri odlaze na četvrti dio stroja gdje se papiri odlažu i spremi su za isporuku. Svi navedeni kvarovi koji se mogu dogoditi uzrokovali bi ili neispravan proizvod ili zastoj proizvodnje što bi dovelo do velikih gubitaka u poduzeću.



Tablica 5. Specifikacije stroja za plastificiranje papira

BILLHOFER MFK 76	
Veličina	max: 76x102 cm
	min: 25x35 cm
Brzina	32 m/min
Papir	115 g/m <sup>2</sup> min
Hladna obrada	
MABEG automatski ulagač listova	
2 cilindra	
Jedinica za grijanje	



Slika 17. Stroj BILLHOFER MFK 76



**Slika 18. Prednja strana stroja**



**Slika 19. Proizvod nakon plastifikacije**

**Tablica 6. FMEA tablica za stroj za plastifikaciju papira**

STROJ ZA PLASTIFIKACIJU PAPIRA (BILLHOFER MFK 76)									
Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	Procjena rizika				Zahvat
					Učestalost pojave kvara	Slupanj jakosti	Teskoća otkrivanja	RPN	
Senzor	Kontrola preklapanja papira	Neispravnost senzora	Preklapanje papira	Nekvalitetan senzor	9	2	3	<b>54</b>	Nabava kvalitetnijih senzora
Pogonski gumeni valjak	Ravnomjerno nanošenje lijepila	Neravnomjerno nanošenje lijepila	Nemogućnost rada stroja	Kvar na mehaničkom prijenosniku za prijenos pogona na gumeni valjak	8	9	2	<b>144</b>	Česta kontrola mehaničkog prijenosnika
Oprema za proizvodnju vrućeg zraka	Šušenje sloja između papira i folije	Nedovoljno osušen sloj papira i folije	Neispravan proizvod	Stvaranje kamenca na izmjenjivaču topline radi tvrdoće vode	3	4	5	<b>60</b>	Čišćenje kamenca na izmjenjivaču topline

### 6.1.2. Stroj za lakiranje

Lakiranje služi kao zaštita otiska od mehaničkih utjecaja koji se pojavljuju prilikom transporta. Lakiranjem u tisku postiže se veći sjaj otiska te se tako povećava uočljivost kod kupca. Zato se lakiranje otisnutih proizvoda sve više koristi u grafičkoj industriji kako bi se osigurao bolji plasman proizvoda na tržištu. Danas se lakiranje najčešće koristi u tisku ambalaža i grafičkih proizvoda s dodanom vrijednošću.

Postoji nekoliko vrsta lakova:

- sjajni,
- mat,
- saten,
- neutralni.

Poduzeće ima STEINEMANN UVIMAT stroj za UV lakiranje na kojemu se postiže najveća otpornost na mehaničko habanje. Kod te vrste lakiranja moraju se koristiti posebni UV lakovi te tiskarski strojevi moraju sadržavati jedinicu za sušenje UV zračenjem. Prednost UV lakiranja je u tome što se zbog trenutnog sušenja pod UV lampama omogućuje lakiranje na svim tiskovnim podlogama.

Stroj za lakiranje sastoji se od pet dijelova. Prvi dio je prostor za ulaganje papira koji je prikazan na Slici 20. kod kojeg se vrši automatsko ulaganje papira upravljano servomotorom te senzorom koji kontrolira nepreklapanje papira. Kao i kod stroja za plastificiranje kritični dio je senzor koji sprječava da se papiri ne preklapaju jer u slučaju preklapanja papira došlo bi do neispravnih proizvoda.



**Slika 20. Prostor za ulaganje papira kod stroja za lakiranje**

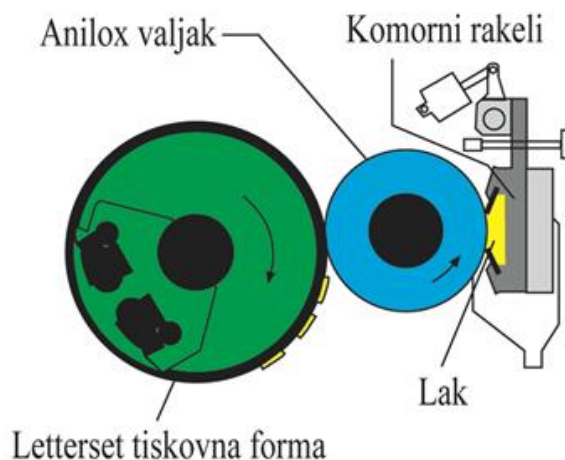
Nakon što papir iz prostora za ulaganje ode u drugi dio stroja, odvija se uklanjanje pudera s papira, koje se uklanja radi boljeg i kvalitetnijeg prijanjanja laka na papir. Uklanjanje pudera s papira izvodi se pomoću dva valjka („kalandera“) koja su pod određenom temperaturom te se skinuti puder usisava preko ventilacije. Valjci za skidanje pudera ujedno su i kritični dijelovi ovog stroja, jer u slučaju njihove nekvalitetne obrade ugrožava se cijeli proces lakiranja. Na Slici 21. prikazan je dio stroja za uklanjanje viška pudera papira.



**Slika 21. Dio stroja za uklanjanje pudera papira**



Nakon procesa uklanjanja pudera papir odlazi do trećeg dijela stroja, a to je dio gdje se odvija lakiranje papira. Lakiranje se odvija preko jedinice koja sadrži anilox valjak i komorni rakel koji nanosi lak kao što je prikazano na Slici 22.



**Slika 22. Prikaz jedinice za nanošenje laka**

Kada papir završi s obradom lakiranja odlazi do četvrtog dijela stroja gdje se odvija sušenje laka pomoću UV lampi. Proces sušenja se odvija pod djelovanjem UV zračenja (ultraljubičastog) koje obuhvaća elektromagnetsko zračenje s valnim duljinama od 10 nm do 400 nm. Prostor za sušenje laka prikazan je na Slici 23. te se na desnom dijelu slike vidi dio stroja za lakiranje. Kritični dio ovog dijela su UV lampe koje mogu pregorjeti u kojem slučaju dolazi do nedovoljnog sušenja laka.



**Slika 23. Prostor za sušenje laka**

Posljednji dio, odnosno peti dio stroja je dio s vrućim zrakom koji je prikazan na Slici 24. U tom dijelu odvija se završno sušenje laka pomoću fenova koji pušu vrući zrak te se tako dobiva kvalitetnija završna obrada laka.



Slika 24. Dio stroja s fenovima za vrući zrak

Tablica 7. FMEA tablica za stroj za lakiranje papira

STROJ ZA LAKIRANJE PAPIRA (STEINEMANN UVIMAT)									
Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	Procjena rizika				Zahvat
					Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti otkrivanja	Teškoća otkrivanja	RPN	
Senzor	Kontrola preklapanja papira	Neispravnost senzora	Preklapanje papira	Nekvalitetan senzor	9	2	3	54	Nabava kvalitetnijih senzora
UV lampa	Sušenje laka	Nedovoljno osušen sloj laka na papiru	Nekvalitetan i neispravan proizvod	Zbog nejednakog napona struje dolazi do čestog pregrijavanja UV lampi	6	3	2	36	Ugradnja stabilizatora napona i vizualna kontrola UV lampi
Valjak za skiranje pudera papira	Skiranje viška pudera papira	Nedovoljni sloj pudera nije skinut	Nemogućnost kvalitetnog nanošenja laka na papir	Trošenje valjka	1	7	9	63	Češći vizualni pregledi

### 6.1.3. Stroj za rezanje

Stroj za rezanje služi kako bi se papir formatirao za daljnju obradu na prethodno navedenim strojevima. Formatiranje se radi kako bi se smanjilo pripremno vrijeme na strojevima za plastifikaciju ili lakiranje. Poduzeće je raspolagalo sa strojem za rezanje marke POLAR MOHR 115 CE koji je prikazan na Slici 25. Kritični dio stroja je nož za rezanje koji s vremenom otupi te nekvalitetno reže ili gužva papir.



Slika 25. Stroj za rezanje

Tablica 8. FMEA tablica za stroj za rezanje

STROJ ZA REZANJE PAPIRA (POLAR MOHR 115 CE)									
Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	Procjena rizika				Zahvat
					Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	RPN	
Nož	Formatiranje papira	Otupljivanje oštrice noža	Nekvalitetan rez papira; gužvanje papira	Istrošenost oštrice noža	2	8	1	16	Kontrola i brušenje ili zamjena noža



## 6.2. Analiza rezultata FMEA analize

Nakon izrade FMEA tablica za pojedine strojeve provedena je analiza dobivenih rezultata kako bi se obratila pažnja na kritične dijelove sustava te poduzele radnje kako bi se smanjili rizici. Rezultati se analiziraju na temelju kvantitativnih usporedbi izračunatih pomoću općih pokazatelja rizika (RPN). Kategorizacija općih pokazatelja rizika objašnjena je u poglavlju 5.3. *Postupak provođenja FMEA analize:*

Opći pokazatelji rizika RPN (eng. Risk Priority Number)

- i.  $RPN > 100$  – rizik se smatra značajnim,
- ii.  $10 < RPN < 100$  – rizik se smatra manje značajnim,
- iii.  $RPN < 10$  – rizik se smatra beznačajnim,

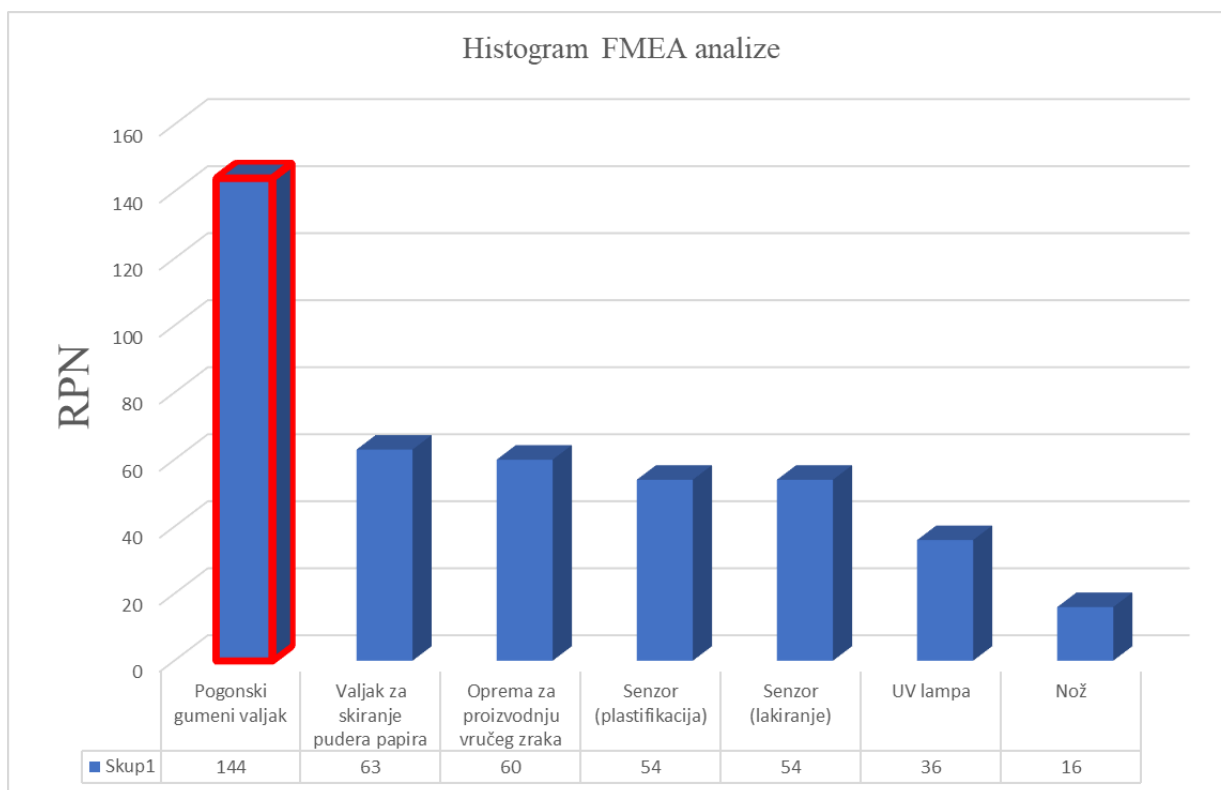
a vrijednost RPN-a računa se po formuli:

$$RPN = \text{učestalost} \times \text{stupanj jakosti} \times \text{teškoća otkrivanja}.$$

Vrijednosti RPN-a za pojedine dijelove strojeva prikazani su u Tablici 9.

**Tablica 9. Rezultati FMEA analize**

Procjena rizika				
Dio	Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	RPN
Pogonski gumeni valjak	8	9	2	<b>144</b>
Valjak za skiranje pudera papira	1	7	9	<b>63</b>
Oprema za proizvodnju vrućeg zraka	3	4	5	<b>60</b>
Senzor (plastifikacija)	9	2	3	<b>54</b>
Senzor (lakiranje)	9	2	3	<b>54</b>
UV lampa	6	3	2	<b>36</b>
Nož	2	8	1	<b>16</b>



**Slika 26. Histogram FMEA analize**

Na Slici 26. prikazan je histogram FMEA analize iz kojeg se mogu vidjeti RPN vrijednosti za pojedine dijelove strojeva. Na apscisi histograma nalaze se kritični dijelovi strojeva, a na ordinati su prikazane vrijednosti općih pokazatelja rizika za te dijelove. Vidljivo je da se nijedan dio ne nalazi ispod vrijednosti 10, odnosno da nijedan dio ne spada u skupinu beznačajnih rizika. To znači da se ne smije zanemariti nijedan kritični dio stroja.

U drugu skupinu spada šest kritičnih dijelova, odnosno onih dijelova koji se nalaze u rasponu vrijednosti između 10 i 100 općeg pokazatelja rizika, a oni su: nož (RPN=16), UV lampe (RPN=36), senzori kod lakiranja i plastifikacije (RPN=54), oprema za proizvodnju vrućeg zraka (RPN=60) i valjak za skidanje pudera papira (RPN=63).

Jedini kritični dio koji se nalazi u skupini značajnog rizika, odnosno premašuje vrijednost od 100 RPN-a, je pogonski gumeni valjak. Razlog visokog općeg pokazatelja rizika tog dijela je zato što bi u slučaju kvara tog dijela došlo do dužeg zastoja u proizvodnji. Svi ostali dijelovi mogu se brzo zamijeniti te se može nastaviti s proizvodnjom. Kvar pogonskog gumenog valjka, odnosno motora koji ga pokreće, zahtijeva puno duži popravak. Iz tog razloga služba za održavanje treba posebnu pažnju staviti na taj dio te ga mora svakodnevno kontrolirati kako ne bi došlo do njegovog kvara.

### **6.2.1. Organizacijska rješenja**

Osim tehničkih rješenja, odnosno zahvata za sprječavanje kvarova koji su predloženi u FMEA tablicama postoje i organizacijska rješenja. Pod pojmom organizacijska rješenja misli se na metode koje se mogu provesti unutar proizvodnje, a ne na strojevima. Jedna od metoda je Lean „5S“ metoda koja predstavlja skup pravila za organiziranje radnog prostora. Sa Slike 25. vidljivo je da radni prostor oko stroja za rezanje nije čist i uredan. Ova metoda sastoji se od pet aktivnosti koje dovode do bolje organiziranog prostora, a one su: sortiranje, uređivanje prostora, čišćenje, standardizacija i održavanje. Aktivnost čišćenja radne okoline dovodi do lakšeg manipuliranja sa strojevima, smanjivanja vremena traženja određenog predmeta, uvećane površine radnog prostora i smanjivanja putanje kretanja. Čišći radni prostor oko strojeva smanjio bi rizik oštećenja pojedinih dijelova strojeva.

Osim čišćenja potrebno je provesti i ostale aktivnosti kako bi se u potpunosti primijenila ova metoda. Potrebno je provesti sortiranje koje predstavlja razvrstavanje materijala, pribora, opreme i alata za rad prema određenoj vrsti posla. Cilj sortiranja je da se odvoji bitno od nebitnog, odnosno da se predmeti koji se ne koriste maknu kako bi se postigao brži rad u proizvodnji. Sljedeća aktivnost koja se treba provesti je uređivanje prostora. Pod time se misli da se u radnom prostoru treba predmete veće važnosti staviti na dohvat ruke kako bi se smanjila putanja kretanja. Također treba provesti korak standardizacije u kojemu se definiraju procedure po kojima zaposlenici provode definirane aktivnosti. Zadnja aktivnost koja se mora provesti je održavanje, odnosno stalno unapređivanje trenutnog stanja. Tih pet aktivnosti dovodi do uređenije proizvodnje i samim time i do smanjivanja rizika.

Još jedan od načina smanjivanja rizika na strojevima bila bi bolja komunikacija s dobavljačima, odnosno nabavljanje kvalitetnijih dijelova strojeva koji spadaju u kritičnu skupinu.

## 7. ZAKLJUČAK

Rizik, kao neizvjestan događaj kod kojeg postoji opasnost od nastanka štete, danas je sveprisutan u životu fizičkih te pravnih osoba.

Poduzeća koja žele opstati na tržištu trebaju smanjiti mogućnost pojave rizika na najmanju moguću razinu. Radi toga su razvijene razne metode upravljanja rizikom koje imaju za cilj smanjiti i suzbiti rizik u poduzeću. Iako proces upravljanja rizikom, uz povećane troškove, iziskuje dodatno vrijeme za planiranje i analiziranje, njegovi rezultati su puno isplativiji jer se tim procesom mogu spriječiti velike štete koje prijete poduzeću.

Primjenom FMEA metode u odabranom poduzeću određene su kvantitativne vrijednosti kritičnih dijelova na pojedinim strojevima te su dobiveni rezultati prikazani preko općih pokazatelja rizika. Opći pokazatelji rizika pokazali su da se većina rizika, odnosno kritičnih dijelova strojeva nalazi unutar zadovoljavajućih granica opasnosti ( $10 < RPN < 100$ ) te se samo jedan rizik pojavljuje s povećanom granicom opasnosti. Opći pokazatelj rizika za pogonski gumeni valjak vrlo je visok iz razloga što bi u slučaju njegova kvara, odnosno motora koji ga pokreće došlo do zastoja proizvodnje u poduzeću.

Rizik je prepoznat sa strane poduzeća te služba održavanja treba veću pozornost obratiti na taj dio kako bi se osigurala neprekinuta proizvodnja, što je glavni cilj poduzeća.

## LITERATURA

- [1] Sekulić I.: Upravljanje rizicima na primjeru proizvodnog poduzeća, Završni rad, Varaždin, 2016.
- [2] Pongrac B., Majić T.: Upravljanje poslovnim rizicima, Tehnički glasnik, 2015.
- [3] Andrijanić I., Klasić K.: Tehnika osiguranja i reosiguranja, Zagreb, 2002.
- [4] Vujović R.: Upravljanje rizicima i osiguranje, Beograd, 2009.
- [5] Perhot D.: Upravljanje rizicima metodom analitičko hijerarhijskog procesa, Magistarski rad, Zagreb, 2011.
- [6] Vuković D.: Sustav upravljanja kvalitetom temeljen na rizicima, Stručni rad, Primošten, 2015.
- [7] Kevin W. Knight AM: Risk Management, Australia, 2010.
- [8] Drljača M., Bešker M.: Održivi uspjeh i upravljanje rizicima poslovanja, Zagreb, 2010.
- [9] Udovičić A., Kadlec Ž.: Analiza rizika upravljanja poduzećem, Šibenik, 2013.
- [10] [http://www.ef.uns.ac.rs/Download/menadzment\\_rizikom\\_master/2009-11-05\\_teorija\\_rizika.pdf](http://www.ef.uns.ac.rs/Download/menadzment_rizikom_master/2009-11-05_teorija_rizika.pdf) (3.10.2018)
- [11] Mažuranić J.: Primjena Monte Carlo simulacije u procjeni rizika, Završni rad, Zagreb, 2017.
- [12] Hoić M.: Analiza pouzdanosti motorne kosilice, Završni rad, Zagreb, 2006.
- [13] Topić T., Kožuh D., Bralić V.: Primjena FMEA metode pri izradi analize rizika djelatnosti uz ionizirajuće zračenje, identifikacije mogućih izvanrednih događaja i evaluacije stupnja rizika, Zagreb
- [14] Šarić-Ormuž I.: Zelena proizvodnja, Završni rad, Zagreb, 2015.
- [15] Tomelieh S.: Upravljanje rizicima u poduzeću, Diplomski rad, Zagreb, 2017.