

Analiza rizika i pristupi upravljanju rizicima na projektu

Radić, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:701631>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-27**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet ekonomije i turizma
«Dr. Mijo Mirković»

IVANA RADIĆ

**ANALIZA RIZIKA I PRISTUPI UPRAVLJANJU
RIZICIMA NA PROJEKTU**

Diplomski rad

Pula, 2023.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet ekonomije i turizma
«Dr. Mijo Mirković»

IVANA RADIĆ

**ANALIZA RIZIKA I PRISTUPI UPRAVLJANJU
RIZICIMA NA PROJEKTU**

Diplomski rad

JMBAG: 0303049124, redovita studentica

Studijski smjer: Management i poduzetništvo

Predmet: Projektni menadžment

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Ekonomija

Znanstvena grana: Organizacija i menadžment

Mentor: izv. prof. dr. sc. Sabina Lacmanović

Pula, svibanj 2023.



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana _____, kandidatkinja za magistricu ekonomije/poslovne ekonomije ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Studentica

U Puli, _____, _____ godine



IZJAVA

o korištenju autorskog djela

Ja, _____ dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom _____

_____ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, _____ (datum)

Potpis

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Projektni rizik.....	2
2.1. Vrste rizika	4
2.2. Izvori projektnih rizika	6
2.3. Rizik i nesigurnost	8
3. Proces upravljanja projektnim rizicima	10
3.1. Iniciranje procesa upravljanja rizicima	14
3.2. Identificiranje rizika.....	18
3.3. Analiza rizika	22
3.3.1. Kvalitativna analiza rizika	24
3.3.2. Kvantitativna analiza rizika.....	27
3.4. Planiranje odgovora na rizike	33
3.5. Implementiranje odgovora	38
3.6. Upravljanje procesom.....	40
4. Pristupi upravljanju rizicima na projektu	42
5. Projekt izgradnje mosta Golden Gate.....	45
5.1. Rizici projekta.....	46
5.2. Pristupi upravljanju rizicima na projektu.....	47
5.3. Osvrt na projekt.....	50
6. Projekt izgradnje tunela Laerdal	52
6.1. Rizici projekta i pristupi upravljanju rizicima na projektu	53
6.2. Usporedba s projektom izgradnje mosta Golden Gate	56
7. Zaključak.....	59
Popis literature	60
Popis slika	64
Popis tablica.....	65
Sažetak	66

1. Uvod

Tema ovog rada je „Analiza rizika i pristupi upravljanju rizicima na projektu“. Rizik je budući događaj koji je neizvjestan te ukoliko se dogodi rezultirat će dodanim troškom i/ili drugim negativnim učincima na projekt. Upravljanje rizikom je zapravo način suočavanja s rizikom. Proces upravljanja projektnim rizicima sastoji se od šest koraka, a jedan od njih je analiza rizika. Cilj ovog rada je pobliže upoznavanje s pojmom analize rizika te pristupima upravljanju rizicima na projektu kroz analizu literature i analizu dva slična projekta, a to su projekt izgradnje mosta Golden Gate i projekt izgradnje tunela Laerdal.

Rad se sastoji od ukupno sedam poglavlja, dok je tema pobliže pojašnjena od drugog do sedmog poglavlja. U drugom poglavlju definirani su pojmovi rizika i projektnog rizika. Nadalje, pojašnjena je razlika između projektnog i poslovnog rizika, navedene su vrste rizika te su detaljno opisani unutarnji i vanjski izvori projektnih rizika. U trećem poglavlju objašnjen je proces upravljanja projektnim rizicima te navedeno i opisano šest koraka upravljanja rizikom.

U četvrtom poglavlju obrađeni su pristupi upravljanja rizicima na projektu: opisana su tri pristupa upravljanju rizicima na projektu te navedene prednosti svakog pojedinog pristupa. U petom se poglavlju na konkretnom projektu izgradnje mosta Golden Gate analiziraju rizici te pristupi upravljanju rizicima na tom projektu. Na kraju je dan i zaključak cjelokupnog projekta. U šestom poglavlju opisan je projekt izgradnje tunela Laerdal gdje se također analiziraju rizici i pristupi upravljanju rizicima na tom projektu. Na samom kraju provedena je i usporedba između ta dva projekta.

U Zaključku je naveden osvrt na cjelokupan rad, a nakon Zaključka slijedi Popis korištene literature te Popis slika i tablica. Pri izradi ovog rada korištene su metoda analize, metoda sinteze, deduktivna metoda te povijesna metoda.

2. Projektni rizik

Svaki projektni plan sadrži pretpostavke o obavljanju zadataka članova projektnog tima, vremenu potrebnom za izvršavanje zadataka, o slobodnim resursima, a u svakoj toj komponenti postoji opasnost od rizika.¹

U nastavku se navode različite definicije rizika u kojima se pojašnjavaju osnovni elementi rizika. „Rizik se definira kao „moguća situacija, u kojoj menadžer mora poznavati ishod, svake moguće akcije, uvažavajući stanje okoline, a da pri tome ipak ne zna koje će stvarno stanje nastupiti“.² „Rizik se često smatra neizvjesnim budućim događajem koji će, ako se dogodi, uzrokovati znatan dodatni trošak ili kašnjenje.“³ „Rizik je neizvjestan događaj ili stanje koje, ako se pojavi, ima pozitivan ili negativan utjecaj na ciljeve projekta.“⁴ „Rizik se odnosi na one opasne aktivnosti ili čimbenike koji će, ako se pojave, povećati vjerojatnost da ciljevi projekta, vrijeme, troškovi i izvedba neće biti ispunjeni.“⁵ „Rizik je neizvjesnost koja će, ako se dogodi, utjecati na postizanje ciljeva.“⁶ „Rizik je procijenjena vjerojatnost da projekt neće ispuniti jedan ili više projektnih ciljeva.“⁷ „Rizici su pojave o kojima ne postoje jasne spoznaje u trenutku izrade plana.“⁸ „Rizik je vjerojatnost da se štetni događaj dogodi tijekom navedenog vremenskog razdoblja.“⁹

Rizik ima dvije osnovne komponente za određeni događaj, a to su vjerojatnost pojave tog događaja te učinak ili posljedica događaja koji se dogodio. Rizik se za svaki događaj može definirati kao funkcija vjerojatnosti i posljedica odnosno $Rizik = f(vjerojatnost, posljedica)$. Obje navedene komponente moraju se uzeti u obzir kod upravljanja rizicima jer kada se povećava ili vjerojatnost ili posljedica, raste i sam rizik.¹⁰

¹ V. Cetinski, M. Perić, *Projektni menadžment*, Rijeka, Sveučilište u Rijeci, 2006., str. 75.

² Loc. cit.

³ M. Radujković, et al., *Planiranje i kontrola projekata*, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2012., str. 298.

⁴ J. Gojšić et al., *Upravljanje projektima*, Zagreb, Incremedia d.o.o., 2008. str. 66.

⁵ H. Kerzner, *Project Management – a systems approach to planning, scheduling, and controlling*, New York, WILEY, 2009., str. 602.

⁶ D. Hillson, *Managing Risk in Projects*, England, Gower Publishing Limited, 2009., str. 7.

⁷ M. A. Omazić, S. Baljkas, *Projektni menadžment*, Zagreb, Sinergija nakladništvo, 2005., str. 227.

⁸ M. Radujković et al., op. cit., str. 267.

⁹ P. J. Edwards, et al., *Managing Project Risks*, Wiley – Blackwell, 2020., str. 8.

¹⁰ H. Kerzner, op. cit., str. 743.

Projektne planovi su „živi dokumenti“ i zbog toga su podložni promjenama. Te promjene su potrebne kako bi se spriječile ili ispravile nesretne situacije koje se mogu nazvati projektnim rizicima.¹¹ „Projektne se rizik definira kao mogućnost negativnog ishoda za koji se pretpostavlja da se može dogoditi za vrijeme životnog ciklusa projekta.“¹² „Projektne rizik je izloženost dionika posljedicama promjena u ishodu.“¹³ „Projektne rizik predstavlja učinak neizvjesnosti na ciljeve projekta.“¹⁴ Možemo reći da se projektne rizik odnosi na budući događaj, da je to neizvjestan događaj koji može, ako se dogodi, negativno utjecati na ostvarenje ciljeva projekta u smislu opsega, kvalitete ili zahtjeva te vremena i troškova.¹⁵ Svakodnevno se menadžeri susreću s različitim rizicima i problemima te poduzimaju razne mjere kako bi se oni smanjili.¹⁶

Na svakom projektu pojavljuje se menadžment rizika koji je različitog intenziteta, a on ovisi o vrsti projekta, tehnologiji koja se rabi, veličini, korisniku, organizacijskoj kulturi i strategiji poduzeća.¹⁷ „Menadžment projektnih rizika je procjenjivanje, smanjivanje i upravljanje rizikom u cilju postizanja projektnih ciljeva, planiranog vremena, planiranih troškova i planirane izvedbe.“¹⁸

„Projektne rizik je funkcija triju varijabli – rizičnog događaja, vjerojatnosti njegovog nastupa i njegovog utjecaja, odnosno štete za uspješnu realizaciju projekta: rizik = f (događaja, vjerojatnosti, štete).“¹⁹ Izraz rizični događaj upotrebljava se za neizvjesnosti koje bi mogle ometati projekt tj. prijetnje te za neizvjesnosti koje bi mogle pomoći projektu tj. prilike. Zbog toga je postupak upravljanja rizikom osmišljen na način da izbjegava i minimizira prijetnje te da iskorištava i maksimizira mogućnosti. Cilj rješavanja prethodno spomenutih vrsta nesigurnosti u pojedinačnom procesu upravljanja rizicima je optimiziranje postizanja projektnih ciljeva.²⁰ Potrebno je osigurati da se svaki neizbježan rizik poveže sa projektom na prihvatljivoj razini te da se njime učinkovito upravlja. Rizici u projektima omogućuju i podržavaju promjene, inovacije i

¹¹ Ibidem, str. 602.

¹² V. Cetinski, M. Perić, op. cit., str. 75.

¹³ APM Risk Management Specific Interest Group, *Project Risk Analysis and Management Guide*, APM, 2010., str. 17.

¹⁴ P. J. Edwards, et al., op. cit., str. 383.

¹⁵ M. Radujković, et al., op. cit., str. 298.

¹⁶ V. Cetinski, M. Perić, op. cit., str. 75.

¹⁷ M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 227.

¹⁸ Loc. cit.

¹⁹ Z. Zekić, *Projektne menadžment - upravljanje razvojnim promjenama*, Rijeka, Ekonomski fakultet u Rijeci, 2010. str. 115.

²⁰ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 18.

kreativnost sve dok se poduzimaju razumno, primjereno, inteligentno te dok se učinkovito upravlja njima.²¹

Prilikom rješavanja projektnog rizika postavljaju se sljedeća dva pitanja:

- 1) Kolika je vjerojatnost da će se dogoditi nešto što bi moglo utjecati na projekt?
- 2) Jesu li događaj i njegove posljedice dovoljno važni da bismo trebali razmisliti da učinimo nešto s njima?

Kod istraživanja odgovora na navedena pitanja trebaju se u obzir uzeti sljedeći aspekti: svaki događaj i njegova priroda, posljedice svakog događaja, razdoblje izloženosti svakom događaju te neizvjesnosti povezane s događajima, posljedicama i vremenom.²²

Proces upravljanja projektnim promjenama obilježen je rizikom tehnologije i rizikom rezultata promjene, odnosno projektnim i poslovnim rizikom.²³ Projektni rizik treba razlikovati od poslovnog rizika. Izbor pravog projekta predstavlja poslovni rizik, dok ispunjenje projektnih ciljeva svih dionika projekta je projektni rizik.²⁴ Za poslovni rizik odgovoran je menadžment projekta, a za projektni rizik operativni projektni menadžment.²⁵

2.1. Vrste rizika

Vrsta rizika je krajnji efekt što ga može prouzročiti neki rizični događaj. Vrste rizika moguće je svesti na tri osnovna tipa:

- 1) Rizik dovršetka projekta prema kojemu postoji opasnost da projekt neće biti završen u planiranom vremenu.
- 2) Rizik troškova prema kojemu postoji mogućnost da će troškovi projekta prerasti planirane.
- 3) Rizik izvedbe odnosi se na mogućnost da će projektni proizvod sadržavati neku od tehničkih pogrešaka, koja bi vodila problemima i gubicima projekta. Ta vrsta

²¹ D. Hillson, op. cit., str. 17.

²² P. J. Edwards, et al., op. cit., str. 9.

²³ Z. Zekić, op. cit., str. 115.

²⁴ M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 227.

²⁵ Z. Zekić, op. cit., str. 115.

rizika posebno je važna na vrlo složenim projektima, a najčešće se pojavljuje na informatičkim projektima.

Prethodno navedeni rizici predstavljaju glavna tri projektna ograničenja, pa promjena bilo kojeg od njih je poseban rizik za cjelokupni projektni proizvod.²⁶

U nastavku su navedene neke od mogućih vrsta rizika prisutnih tijekom provođenja bilo koje vrste projekta²⁷:

- 1) Rizik financijskih resursa koji odgovara na pitanje da li će se uspjeti osigurati dovoljna količina financijskih sredstava i u pravo vrijeme.
- 2) Rizik ljudskih resursa koji se odnosi na to hoće li se moći osigurati dovoljan broj stručno kvalificiranih kadrova za obavljanje projekta, što ako ključni član projektnog tima podnese ostavku.
- 3) Rizik nabave koji odgovara na pitanje da li će se na vrijeme osigurati svi potrebni materijalni i nematerijalni ulazni elementi (engl. *inputi*) za projekt i po kojim cijenama.
- 4) Rizik nove tehnologije koji se odnosi na to hoće li se pojaviti nova tehnologija i njezina primjena čime će projekt tehnološki zastarjeti i prije nego što završi njegov vijek.
- 5) Rizik kvalitete koji odgovara na pitanje da li će rezultat projektnih aktivnosti zadovoljiti sve standarde i hoće li kupci/potrošači prepoznati tu kvalitetu.

Vrlo je važna klasifikacija rizika jer poznavanje različitih vrsta rizika olakšava njihovo zajedničko razumijevanje. Da bi se postiglo zajedničko razumijevanje potrebna je učinkovita komunikacija rizika te upravljanje rizikom.²⁸

²⁶ M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 228.

²⁷ V. Cetinski, M. Perić, op. cit., str. 76.

²⁸ P. J. Edwards et al., op. cit., str. 7.

2.2. Izvori projektnih rizika

Izvore projektnih rizika moguće je podijeliti na unutarnje i vanjske. Najvažniji unutarnji izvori projektnog rizika su²⁹:

- 1) Ljudski potencijali koji predstavljaju najnepredvidljiviji rizik te mogućnost da netko od članova projektnog tima iz nekog razloga neće ispuniti planirane projektne zadatke. Ti razlozi mogu biti u nedovoljnom znanju ili vještinama pridijeljenih osoba za rad na projektu, odlasku ključnih kadrova, lošem planiranju ili kašnjenju određenih aktivnosti.
- 2) Marketinški rizik predstavlja rizik da projektni proizvod neće imati dobar plasman na tržištu kao što je očekivano.
- 3) Tehnološki izvor rizika odnosi se na opasnost da će vijek iskoristivosti projektnog proizvoda biti kraći u odnosu na pretpostavke iz studije izvedivosti.
- 4) Rizik kvalitete proizvoda predstavlja rizik da korisnici neće biti zadovoljni kvalitetom proizvoda.

Među najvažnije vanjske izvore rizika ubrajaju se:

- 1) Fiskalni izvori rizika koji se dijele na kamatni i devalvacijski. Kamatni rizik javlja se kod projekata koji su kreditno ovisni, gdje postoji mogućnost rasta kamatnih stopa koje će uzrokovati dodatne financijske troškove. Devalvacijski izvor rizika odnosi se na to da će tečaj valute u zemlji u kojoj se projekt izvodi, devalvirati te uzrokovati probleme na projektu.
- 2) Politički rizik povezan je s međunarodnim projektima te se odnosi na rizik mogućeg rata, nemira, nacionalizacije, povećanja poreza i carinske restrikcije.
- 3) Kreditni ili financijski rizik predstavlja mogućnost izostanka potrebne financijske podrške što ima veliki utjecaj na cjelokupni projekt.
- 4) Pravni izvor rizika odnosi se na neispunjenje ugovora, a kao poseban oblik možemo navesti rizik dobavljača kada on primjerice neće isporučiti dogovoreni proizvod sukladno s planom čime uzrokuje kašnjenje i gubitke projekta.
- 5) Rizik tržišta radne snage odnosi se na mogućnost izostanka kvalificirane radne snage potrebne za obavljanje projekta.

²⁹ M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 228.

- 6) Tehnološki izvor rizika predstavlja mogućnost da će zbog tehnoloških inovacija projektni proizvod zastarjeti prije završetka samog projekta.
- 7) Meteorološki rizik posebno je naglašen kod građevinskih projekata čiji rok završetka ponajprije ovisi o vremenskim uvjetima. Nepovoljni vremenski uvjeti mogu poremetiti projektni plan i tako utjecati na dodatne financijske troškove te samu isplativost projekta.³⁰
- 8) Kulturološki izvor rizika može biti i unutarnji i vanjski. Unutarnji kulturološki izvor rizika javlja se pri definiranju vrijednosnog sustava unutar organizacije u kojoj se projekt izvodi. Vanjski izvor rizika izražen je kod multikulturnih projekata gdje se moraju uvažavati različite kulture.
- 9) Konkurencija kao izvor rizika potiče organizacije da se radi boljeg pozicioniranja u odnosu na konkurenciju odlučuju na provođenje projekata kako bi zadovoljile želje i potrebe kupaca. Ne bi li opstale na tržištu organizacije se moraju neprestano putem projekata prilagođavati željama kupaca.³¹

Kod upravljanja rizicima na projektu ključno je znati gdje ih treba tražiti. Na svakom projektu skoro 80% svih rizika proizlazi iz istih izvora. Neki od uobičajenih izvora rizika odnose se na veličinu i složenost projekta, utjecaj promjena, uključenost dionika, financijske izvore, tehnologiju te poslovne čimbenike.³² Osim prethodno navedenih izvora rizika koji se nalaze izvan područja koje voditelj projekta može kontrolirati, postoji jedan uobičajeni izvor rizika za projekte, kojeg stvaramo mi sami, a pojavljuje se ukoliko ne kreiramo odgovarajuću definiciju projekta ili ne izvršimo detaljno planiranje projekta.³³

³⁰ Ibidem, str. 229.

³¹ Ibidem, str. 230.

³² G. M., Horine, *Vodič za upravljanje projektima*, Zagreb, DVA I DVA, 2009., str. 187.

³³ Ibidem, str. 189.

2.3. Rizik i nesigurnost

Rizik i neizvjesnost srodni su pojmovi, pri čemu se rizici kvantificiraju, a neizvjesnost uzima kao općeniti pojam.³⁴ „Odlučivanje u stanju neizvjesnosti je odlučivanje kada nema dovoljno informacija kojima se daje jedno rješenje, već postoji više njih, ali su njihove vjerojatnosti nepoznate. Odlučivanje u uvjetima rizika je kada postoji dovoljno informacija za određivanje procjene vjerojatnosti za identificirani scenarij.“³⁵ Knightov pristup koji je zasnovan na osnovnoj matematičkoj teoriji navodi da rizik proizlazi iz slučajnosti s poznatim vjerojatnostima, dok nesigurnost izražava slučajnost sa nepoznatljivim vjerojatnostima.³⁶

U nastavku se pojašnjava veza između projektnih informacija i projektne nesigurnosti. „Svaki projekt sastoji se od nesigurnosti i neizvjesnosti. Prisjetimo li se Murphyjeva zakona „ako nešto treba krenuti krivo, tada će i krenuti“, jasno je da je potrebno projektnoj nesigurnosti i neizvjesnosti posvetiti posebnu pažnju.“³⁷ Nesigurnost rizika proizlazi iz događaja i njihovih posljedica. Ukoliko niti jedno od njih ne generira neizvjesnost tada ne postoji projektni rizik.³⁸

Kod upravljanja projektnim rizicima, neizvjesnost koja podrazumijeva nedostatak cjelovitih informacija koristan je koncept koji se može nadograđivati. Usporedba razine

³⁴ M. Radujković et al., op. cit., str. 298.

³⁵ Loc. cit.

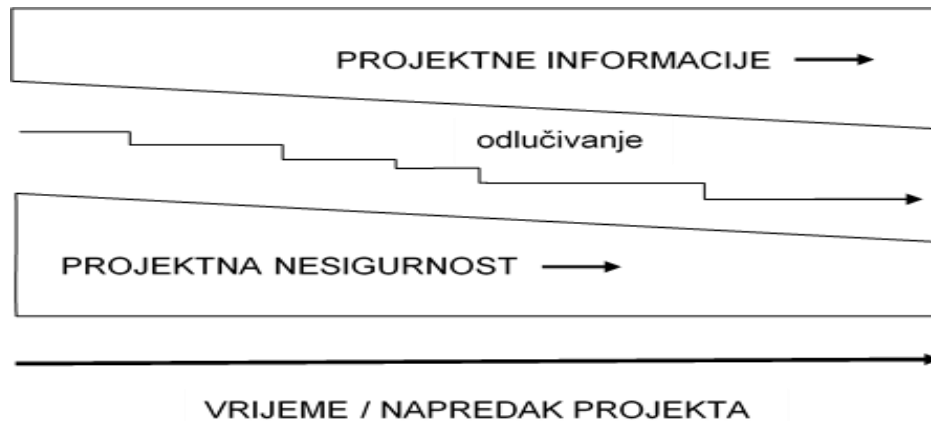
³⁶ D. Hillson, op. cit., str. 4.

³⁷ M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 226.

³⁸ P. J. Edwards et al., op. cit., str. 383.

projektne informacije i razina projektne nesigurnosti kao simetrije s vremenom prikazana je na Slici 1. u nastavku.³⁹

Slika 1. Informacije o projektu / simetrija nesigurnosti



Izvor: P. J. Edwards et al., *Managing Project Risks*, Wiley – Blackwell, 2020., str. 12.

Napretkom projekta povećavaju se informacije o samom projektu, a smanjuje se nesigurnost. Vezu između njih predstavlja donošenje projektne odluke, a to je proces koji potiče aktivnost i generira informacije. Donošenjem svake projektne odluke dostupno je sve više informacija o projektu što znači da je i sigurnost veća.⁴⁰

Upravljanje rizikom ima zadatak omogućiti pojedincima i organizacijama donošenje odgovarajućih odluka u uvjetima neizvjesnosti koja ih okružuje. Način na koji se to može postići je podjela nesigurnosti u jednu od sljedećih grupa, one koje su važne i one koje nisu bitne. Svaka nesigurnost koja nije bitna može se zanemariti ili povremeno pregledati jesu li se one promijenile do te mjere da bi sada mogle biti važne. Ukoliko se upravljanje rizikom usredotoči na prepoznavanje i upravljanje onim neizvjesnostima koje su bitne, to će nam pomoći da odgovorimo na njih na odgovarajući način. Nije svaka nesigurnost rizik, iako je rizik uvijek neizvjestan. Rizik postaje podskup neizvjesnosti, kategoriziran prema tome je li važan.⁴¹

³⁹ Ibidem, str. 12.

⁴⁰ Loc. cit.

⁴¹ D. Hillson, op. cit., str. 6.

3. Proces upravljanja projektnim rizicima

Upravljanje projektnim rizicima predstavlja vrhunac koordiniranog upravljanja projektom.⁴² Razvoj planova za upravljanje rizikom pomaže projektnom menadžeru i projektnom timu preusmjeriti pažnju na rizike koje se mogu javiti te omogućava da se njima upravlja. Planovi za upravljanje rizikom postoje kako bi se mogući rizici u projektu smanjili na najmanju moguću mjeru.⁴³

„Upravljanje rizikom čin je ili praksa rješavanja rizika.“⁴⁴ Ono uključuje planiranje rizika, prepoznavanje rizika, analiziranje rizika, razvoj strategije odgovora te praćenje i kontrolu rizika.⁴⁵

Upravljanje projektnim rizikom obuhvaća procese analize kojima bi se utvrdio opseg mogućih projektnih ishoda, te procese upravljanja rizikom projektne provedbe kako bi se smanjile prijetnje uspješne provedbe planiranog projektnog obuhvata u okviru planiranog vremena, troškova i kvalitete izvedbe.⁴⁶

„Ključna pitanja koja se trebaju postaviti pri razvoju planova za upravljanje rizicima su:

- 1) Jesu li rizici u projektu identificirani?
- 2) Jesu li rizici u projektu definirani prema prioritetima?
- 3) Jesu li poduzete akcije koje će smanjiti vjerojatnost pojave rizika?
- 4) Postoje li planovi za slučaj pojave rizika?
- 5) Na koji način će se prepoznati trenutak pojave rizika u projektu?
- 6) Tko je odgovoran za upravljanje projektnim rizicima u projektnom timu?“⁴⁷

Upravljanje projektnim rizikom ima dvije značajke:

- 1) Projektni tim trebao bi kod procjene rizika identificirati moguće projektne rizike i procjenjivati njihov utjecaj na provođenje projekta. Najčešće se odabire pet do deset najvećih projektnih rizika i razvijaju planovi za upravljanje baš tim rizicima.

⁴² G. M. Horine, op. cit., str. 181.

⁴³ M. Ikonić, A. Vuković, *Projektni menadžment*, Rijeka, Sveučilište u Rijeci, 2011., str. 42.

⁴⁴ H. Kerzner, op. cit., str. 746.

⁴⁵ Loc. cit.

⁴⁶ Z. Zekić, op. cit., str. 152.

⁴⁷ M. Ikonić, A. Vuković, op. cit., str. 43.

- 2) Planovi za upravljanje rizicima trebali bi obuhvaćati preventivne aktivnosti koje se provode kako bi se smanjila vjerojatnost pojave rizika te korektivne aktivnosti koje se provode kada se rizik pojavi.

Plan upravljanja rizikom obično se izrađuje u pisanoj formi.⁴⁸ Plan upravljanja rizikom sadrži informacije o dionicima, procesima planiranja, projektnim alatima i metrikama te navodi standarde i ciljeve za upravljanje rizikom na određenom projektu.

Plan rizika započinje sažimanjem pristupa upravljanju rizicima te uključivanjem informacija o planiranju upravljanja rizicima. U planu rizika potrebno je navesti metodologije i procese koji će se koristiti te definirati uloge osoba koje će za njih biti odgovorne. Isto tako potrebno je uključiti definicije i standarde koji će se koristiti sa svim alatima za upravljanje rizicima, učestalost i raspored za periodične preglede rizika te formate za izvješća o upravljanju rizicima.⁴⁹

Upravljanje projektnim rizicima ima za cilj identificirati i pripremiti se za sve moguće prijetnje tim kritičnim čimbenicima prije nego što se one stvarno i dogode.⁵⁰

Uspješno upravljanje projektnim rizikom ovisi o razumijevanju izvora varijacija u projektu od strane projektnog tima te koliko oni rade na smanjenju prijetnji i maksimiziranju prilika gdje god je to izvedivo.⁵¹

Glavni cilj upravljanja rizicima je povećati vjerojatnost i utjecaj pozitivnih rizika odnosno prilika te smanjiti vjerojatnost i utjecaj negativnih rizika odnosno prijetnji.⁵²

Mnogo se rizika može predvidjeti i kontrolirati. Zbog toga je vrlo važno da upravljanje rizicima bude sastavni dio upravljanja projektom tijekom cijelog životnog ciklusa samog projekta.⁵³

Pravilno upravljanje rizikom podrazumijeva proaktivno djelovanje koje je pozitivno te nastoji povećati vjerojatnost uspjeha projekta.⁵⁴

⁴⁸ Loc. cit.

⁴⁹ T. Kendrick, *Identifying and Managing Project Risk: Essential Tools for Failure-Proofing Your Project*, Third edition, AMACOM, 2015., str. 37.

⁵⁰ G. M. Horine, op. cit., str. 181.

⁵¹ T. Kendrick, op. cit., str. 11.

⁵² J. Gojšić et al., op. cit., str. 67.

⁵³ H. Kerzner, op. cit., str. 602.

⁵⁴ Ibidem, str. 746.

Upravljanje rizicima obavlja se u tri faze, a to su identifikacija rizika, analiza rizika te odgovor riziku s uključenom provjerom učinka.⁵⁵

„Upravljanje rizikom uključuje tri koraka:

- 1) opširno sakupljanje ideja
- 2) identifikaciju unutarnjih rizika
- 3) identifikaciju vanjskih rizika.“⁵⁶

Da bi se moglo upravljati projektnim rizicima, treba najprije identificirati potencijalni rizik, nakon toga procijeniti vjerojatnost njegova pojavljivanja i utvrditi moguće utjecaje koje on može prouzročiti.⁵⁷

„Upravljanje rizicima uključuje:

- planiranje upravljanja rizicima
- identificiranje rizika
- analizu rizika
- planiranje odgovora na rizike
- nadzor i kontrolu rizika.“⁵⁸

U nastavku se pojašnjavaju ključna načela upravljanja rizicima te tipični problemi koji se javljaju kod upravljanja rizicima. Ključna načela upravljanja rizicima projekta su⁵⁹:

- sve je upravljanje rizicima – upravljanje rizicima je zapravo upravljanje projektom jer su oni osnovno obilježje projekta. Pristupi i pravila suvremenog upravljanja projektima su usmjereni na upravljanje rizicima.
- zdrava „paranoja“ – odnosi se na stav. Voditelj projekta mora preuzeti na sebe odgovornost upravljanja rizicima na projektu, te postići ravnotežu između konstantnog razmišljanja o tome što može poći po zlu i napraviti sve što može ne bi li osigurao da se projekt provede prema planu.
- odgovarajući – način upravljanja rizicima treba biti u skladu s razinom rizika i važnošću projekta za cijelu organizaciju. Trošak upravljanja rizicima ne smije biti veći od gubitka kojeg može izazvati neki rizični događaj.

⁵⁵ M. Radujković et al., op. cit., str. 267.

⁵⁶ V. Cetinski, M. Perić, op. cit., str. 79.

⁵⁷ M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 228.

⁵⁸ J. Gojšić et al., op. cit., str. 68.

⁵⁹ G. M. Horine, op. cit., str. 183.

- sustavan – svaki rizik koji može utjecati na projekt treba biti identificiran i procijenjen kako bi se odredili njihovi prioriteti te definirali načini odgovora na rizike.
- neprekinut – sve faze procesa upravljanja rizicima ponavljaju se tijekom trajanja projekta, pa tako se i identifikacija rizika provodi više puta tijekom trajanja projekta radi mogućnosti pojave novih rizika.
- uporan – potrebna je predanost upravljanju rizicima tijekom cijelog životnog ciklusa projekta.
- usredotočen – usmjerenost na rizike koji se mogu kontrolirati i to počevši od rizika s visokim prioritetom.

Četiri tipična problema koji se javljaju kod upravljanja rizicima su⁶⁰:

- 1) neotkriveni rizici – rizici koji nisu detektirani, ali se mogu pojaviti i bitno utjecati na projekt. Razlozi za to mogu biti nedostatak znanja i iskustva voditelja projekta te pogreške kod planiranja koje nisu otkrivene.
- 2) nepriznati rizici – mogući su kod disfunkcionalnih poduzeća i nezrelog projektnog menadžmenta. Često se iz političkih razloga neki identificirani rizici ne priznaju te se za njih ne razvija strategija odgovora.
- 3) nedovoljno razrađen postupak – nerijetko se ovo područje upravljanja projektima u potpunosti zanemari.
- 4) previše razrađen postupak – voditelji projekta mogu neprestano razmišljati o tome što može krenuti krivo da planiranje nikada ne dovrše u cijelosti ili su previše usmjereni na rizike pa postaju oprezni i ne žele riskirati.

Proces upravljanja rizicima mora biti u potpunosti implementiran s drugim procesima upravljanja projektima. Informacije o riziku moraju se koristiti za informiranje ostalih dijelova projektnog procesa, kao što su planiranje projekta, procjena, planiranje resursa, upravljanje promjenama, kvalitetom te dionicima.⁶¹

Strategiju upravljanja rizikom potrebno je uspostaviti što ranije u projektu, a rizik kontinuirano rješavati tijekom životnog ciklusa projekta.⁶² Upravljanje rizikom uključuje nekoliko povezanih radnji, a to su iniciranje procesa, identificiranje rizika, analiza rizika,

⁶⁰ Ibidem, str. 191.

⁶¹ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 19.

⁶² H. Kerzner, op. cit., str. 753.

planiranje odgovora na rizike, implementiranje odgovora te upravljanje procesom koje su opisane u nastavku rada.

3.1. Iniciranje procesa upravljanja rizicima

U fazi iniciranja određuju se opseg, ciljevi i kontekst za postupak upravljanja rizikom. Bilo koji projekt na koji se implementira postupak upravljanja rizikom treba imati dobro definirane ciljeve, opseg, strategiju i okvirni plan za izvršenje projekta. Ciljevi trebaju uključivati interese svih dionika projekta, a ukoliko postoji više od jednog cilja projekta, potrebno je za svakog od njih definirati relativnu važnost. Opsegom projekta treba precizno odrediti što sve čini projekt, odnosno što je uključeno u projekt, a što nije. Strategija i okvirni plan za izvršenje projekta trebaju biti adekvatno definirani i razumljivi kako bi se strategija rizika mogla prilagoditi specifičnim potrebama projekta.⁶³

Važno je uvidjeti da upravljanje projektnim rizikom nije „jednoznačno za sve“. Svaki projekt ima različitu razinu izloženosti riziku te je sam postupak upravljanja rizikom potrebno prilagoditi kako bi se udovoljilo izazovima rizika svakog pojedinog projekta. Tako će primjerice projekti koji su vrlo rizični zahtijevati robusniji pristup upravljanju projektnim rizicima nego oni projekti koji su jednostavniji.⁶⁴

Kako bi se povećala vjerojatnost uspjeha za ostalih pet procesa upravljanja rizicima potrebno je provesti detaljno i jasno planiranje. Planiranje procesa za upravljanje rizicima važno je kako bi se osiguralo da su stupanj, vrsta i vidljivost upravljanja rizicima približno jednaki i rizicima i važnosti projekta za pojedinu organizaciju. Osim toga planiranje je važno i kako bi se osigurali neophodni resursi i vrijeme za aktivnosti upravljanja rizicima te utvrdila dogovorena struktura za procjenjivanje rizika. Kad se osmisli projekt trebao bi započeti proces upravljanja rizicima projekta, a rano tijekom planiranja projekta bi trebalo završiti s planiranjem procesa.⁶⁵

⁶³ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 20.

⁶⁴ D. Hillson, op. cit., str. 30.

⁶⁵ Project Management Institute, *Vodič kroz znanje o upravljanju projektima*, Zagreb, MATE d.o.o., 2011., str. 276.

Važan aspekt kod planiranja upravljanja rizicima je pružanje obuke za upravljanje rizikom projektom osoblju. Tu obuku za upravljanje rizikom trebaju obavljati pojedinci, unutar ili izvan projekta, sa značajnim iskustvom upravljanja rizicima na stvarnom projektu.⁶⁶

U ovoj fazi procesa upravljanja projektnim rizicima potrebno je definirati pragove rizika za konkretni projekt. Najprije se pristupa identificiranju tolerancije rizika ključnih dionika, a nakon dogovora o odgovarajućim pragovima rizika moguće ih je transformirati u ljestvice koje će se koristiti kod kvalitativne procjene vjerojatnosti.⁶⁷

Osim toga potrebno je izraditi tablicu definicija kao što je prikazano u Tablici 1. koja prikazuje dogovorene pragove rizika za konkretan projekt. Taj jedinstveni zajednički okvir može se koristiti za procjenu rizika u cijelom projektu.

Tablica 1. Definiranje uvjeta vjerojatnosti i utjecaja koji odražavaju pragove projektnog rizika

LJESTVICA	VJEROJATNOST (%)	+/- UTJECAJ NA CILJEVE PROJEKTA		
		VRIJEME	TROŠKOVI	IZVOĐENJE
Vrlo visoko (VHI)	76 – 95	> 20 dana	> 100.000 USD	Vrlo značajan utjecaj na ukupnu funkcionalnost
Visoko (HI)	61 – 75	11 - 20 dana	51.000 – 100.000 USD	Značajan utjecaj na ukupnu funkcionalnost
Srednje (MED)	41 – 60	4 - 10 dana	11.000 – 50.000 USD	Određeni utjecaj na ključna funkcionalna područja
Nisko (LO)	26 – 40	1 - 3 dana	1.000 – 10.000 USD	Manji utjecaj na ukupnu funkcionalnost

⁶⁶ H. Kerzner, op. cit., str. 754.

⁶⁷ D. Hillson, op. cit., str. 31.

Vrlo nisko (VLO)	5 – 25	< 1 dana	< 1.000 USD	Manji utjecaj na sekundarne funkcije
Nikakvo (NIL)	< 5	Bez promjena	Bez promjena	Nema promjena u funkcionalnosti

Izvor: D. Hillson, *Managing Risk in Projects*, England, Gower Publishing Limited, 2009., str. 32.

U ovoj fazi potrebno je definirati i potencijalne izvore rizika za projekt. Oni se često predstavljaju kao struktura podjele rizika (RBS – Risk Breakdown Structure) koja prikazuje kategorije i potkategorije unutar kojih se mogu pojaviti rizici (vidi Tablicu 2.).⁶⁸

Tablica 2. Primjer strukture podjele rizika (RBS)

RBS razina 0	RBS razina 1	RBS razina 2
0. Svi rizici	1. Tehnički rizik	1.1. Definicija opsega
		1.2. Definicija zahtjeva
		1.3. Procjene, pretpostavke i ograničenja
		1.4. Tehnički procesi
		1.5. Tehnologija
		1.6. Tehnička sučelja
		1.7. Dizajn
		1.8. Performanse
		1.9. Pouzdanost i održavanje
		1.10. Sigurnost
		1.11. Ispitivanje i prihvaćanje
2. Rizik upravljanja		2.1. Upravljanje projektima
		2.2. Upravljanje programom/portfeljem
		2.3. Upravljanje operacijama
		2.4. Organizacija
		2.5. Resursi
		2.6. Komunikacija
		2.7. Informacije

⁶⁸ Ibidem, str. 32.

		2.8. Zdravlje, sigurnost i okoliš
		2.9. Kvaliteta
		2.10. Ugled
	3. Komercijalni rizik	3.1. Ugovorni uvjeti i odredbe
		3.2. Interna nabava
		3.3. Dobavljači i prodavači
		3.4. Podugovori
		3.5. Stabilnost klijenta/kupca
		3.6. Partnerstva i zajednička ulaganja
	4. Vanjski rizik	4.1. Zakonodavstvo
		4.2. Tečajevi
4.3. Mjesto/sadržaji		
4.4. Okoliš/vrijeme		
4.5. Konkurencija		
4.6. Regulatorni		
4.7. Politički		
4.8. Zemlja		
4.9. Društvo/demografski		
4.10. Grupe pritiska		
4.11. Viša sila		

Izvor: D. Hillson, *Managing Risk in Projects*, England, Gower Publishing Limited, 2009., str. 33.

Krajnji rezultat ovog koraka je jasna definicija opsega postupka upravljanja rizikom za određeni projekt koja je dokumentirana u planu upravljanja rizicima.⁶⁹ Projektnom timu plan upravljanja rizicima govori kako doći od mjesta na kojem se projekt sada nalazi do mjesta na kojem voditelj projekta želi biti u budućnosti.⁷⁰

Plan upravljanja rizicima nikada ne bi trebao uključivati rezultate, kao što su rezultati analize rizika jer se ti rezultati često mijenjaju, što bi zahtijevalo promjene u planu upravljanja rizicima. S obzirom na to ti se rezultati bilježe u registar rizika.⁷¹

⁶⁹ Loc. cit.

⁷⁰ H. Kerzner, op. cit., str. 754.

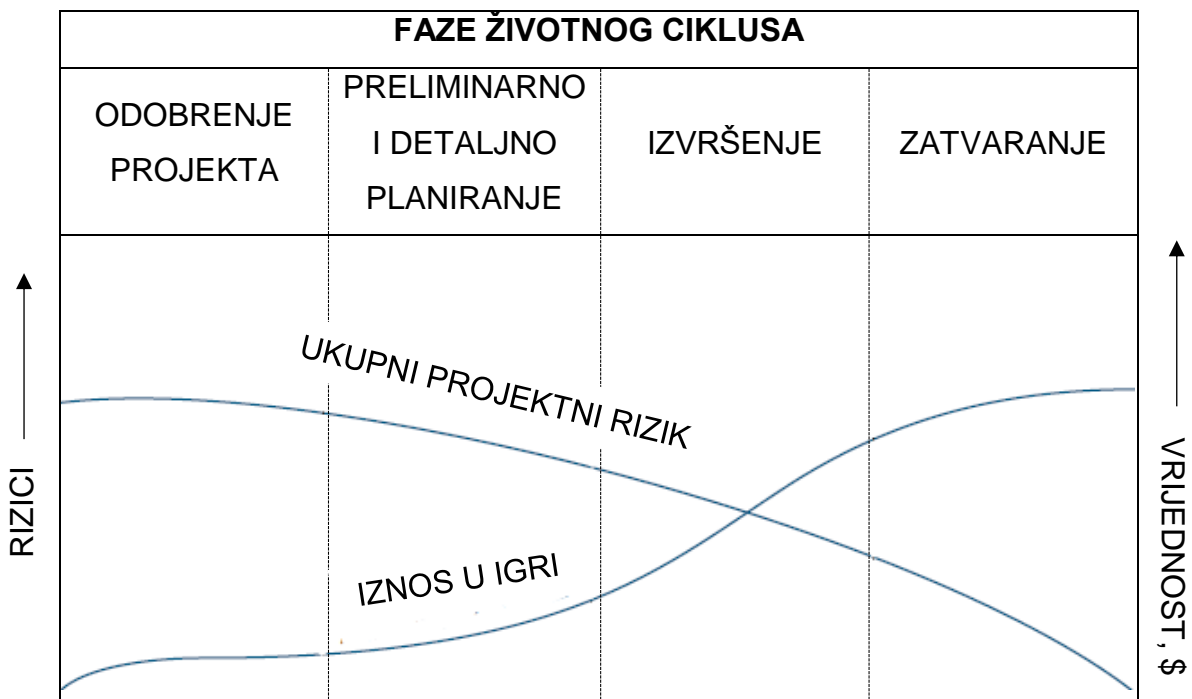
⁷¹ Loc. cit.

3.2. Identificiranje rizika

S obzirom na to da nije moguće upravljati rizikom koji nije utvrđen, možemo identificiranje rizika smatrati najvažnijim korakom u procesu upravljanja rizikom.⁷² Identifikacija rizika podrazumijeva otkrivanje i prepoznavanje potencijalnih problema u najranijoj mogućoj fazi projekta te kontinuirano provođenje tog procesa. U kontekstu projekata, identifikacija rizika podrazumijeva osim identifikacije prijetnji i identifikaciju prilika koje donose pozitivne rezultate.⁷³

Identificiranje rizika potrebno je provoditi kontinuirano tijekom trajanja projekta jer postoji mogućnost pojave novih rizika kako projekt napreduje. Tijekom životnog ciklusa projekta mogu se pojaviti različiti rizici. Na Slici 2. prikazano je kretanje stupnja projektnog rizika kroz različite faze životnog ciklusa projekta.

Slika 2. Stupanj projektnog rizika kroz različite faze životnog ciklusa projekta



Izvor: H. Kerzner, Project Management – a systems approach to planning, scheduling, and controlling, New York, WILEY, 2009., str. 756.

U početnim fazama životnog ciklusa, ukupni projektni rizik visok je zbog pomanjkanja informacija koje mogu spriječiti sveobuhvatno i precizno identificiranje rizika te zato što

⁷² D. Hillson, op. cit., str. 34.

⁷³ V. Cetinski, M. Perić, op. cit., str. 79.

plan odgovora na rizike tek treba biti izrađen i proveden. Suprotno tome, „iznos u igri“ je u tom periodu nizak zbog relativno niske razine ulaganja. S napretkom projekta sve više informacija postaje dostupno projektnom timu, a to dovodi do progresivnog pada projektnog rizika. U kasnijim fazama životnog ciklusa, „iznos u igri“ je značajan kako zbog ulaganja tako i zbog isključenih opcija.⁷⁴

U svakoj fazi životnog ciklusa projekta potrebno je nove rizike identificirati, analizirati te razviti planove odgovora na njih. Tipični rizici koji se pojavljuju u svakoj pojedinoj fazi životnog ciklusa projekta prikazani su u Tablici 3. u nastavku.

Tablica 3. Rizični događaji po fazama

ODOBRENJE PROJEKTA	PRELIMINARNO I DETALJNO PLANIRANJE	IZVRŠENJE	ZATVARANJE
<ul style="list-style-type: none"> ▪ nedostupnost stručnjaka za pojedina područja ▪ loše definirani problemi ▪ nema studije izvodljivosti ▪ nejasni ciljevi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nema plana za upravljanje rizicima ▪ užurbano planiranje ▪ loše specifikacije ▪ manjak podrške od vrhovnog menadžmenta ▪ loše definirane uloge ▪ neiskusni tim 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nekvalificirana radna snaga ▪ nedostupnost resursa ▪ štrajkovi ▪ vremenske nepogode ▪ promjene u rasporedu ▪ izostanak kontrolnih sustava 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ loša kvaliteta ▪ neprihvatljivo za kupca ▪ promjene tek gotovog projekta ▪ problemi novčanog toka

Izvor: H. Kerzner, Project Management – a systems approach to planning, scheduling, and controlling, New York, WILEY, 2009., str. 756.

Ključni sudionici uključeni u fazu identificiranja rizika su voditelj projekta, članovi projektnog tima, tim za upravljanje rizicima ukoliko je dodijeljen, klijenti, stručnjaci za

⁷⁴ H. Kerzner, op. cit., str. 755.

neko područje izvan projektnog tima, krajnji korisnici, drugi voditelji projekata, zainteresirane strane te stručnjaci za upravljanje rizicima. Bez obzira što je gore navedeno osoblje ključno kao sudionici identifikacije rizika, potrebno je poticati svo projektno osoblje na identificiranje rizika.⁷⁵ Ukoliko određena mala skupina sudionika gotovo uvijek identificira rizike dolazi do lošijih rezultata kako iz tehničke (broj ispravnih identificiranih rizika) tako i ponašajne perspektive (šalje „pogrešnu poruku“ drugom projektnom osoblju) te može dovesti do smanjene učinkovitosti upravljanja rizikom.⁷⁶

Kod proučavanja rizika važno je prepoznati vjerojatnost njihova nastupa, moguće posljedice na planirane vrijednosti te vrijeme djelovanja. I kod identificiranja i kod analize rizika treba uzeti u obzir pet do deset glavnih rizika koji imaju i veliku vjerojatnost i velike posljedice. Obično se identificiranje provodi provjerom prošlih sličnih projekata, diskusijom unutar projektnog tima te sastancima sa stručnjacima za rizike.⁷⁷

U praksi se najčešće koriste dva izvora informacija za identificiranje rizika:

- 1) objektivni izvori koji predstavljaju dokumentirana iskustva iz prethodnih projekata i projekata koji se trenutno odvijaju, kao što je datoteka naučenih lekcija.
- 2) subjektivni izvori koji predstavljaju iskustva temeljena na znanjima stručnjaka, kao što su intervjui sa stručnjacima iz nekog područja.⁷⁸

U nastavku se navode različite tehnike prikupljanja informacija kojima se identificiraju projektni rizici. Neke od tehnika prikupljanja informacija koje se koriste pri identificiranju rizika su sljedeće:

- Oluja mozgova (eng. *brainstorming*) – projektni tim se okuplja na sastanku kako bi utvrdili sveobuhvatni popis projektnih rizika. Na sastanak se mogu pozvati i različiti stručnjaci koji nisu dio tima. Sastanak vodi moderator koji priprema sudionike za sastanak te iznesene prijedloge o projektnim rizicima povezuje kako bi se otklonili duplikati. Prikupljeni prijedlozi se raspravljaju bez osuđivanja te ocjenjuju, a nakon toga se formira konačan popis rizika za određeni projekt.

⁷⁵ Project Management Institute, op. cit., str. 282.

⁷⁶ H. Kerzner, op. cit., str. 761.

⁷⁷ M. Radujković et al., op. cit., str. 267.

⁷⁸ H. Kerzner, op. cit., str. 755.

- Delphi tehnika – za razliku od brainstorminga kod kojeg su poznati sudionici i gdje se odvija direktna komunikacija, u delphi tehnici sudjeluju stručnjaci koji tijekom cijelog postupka ostaju anonimni, bez kontakta licem u lice. Moderator pomoću upitnika prikuplja prijedloge o važnim projektnim rizicima. Prikupljeni prijedlozi se sumiraju i daju na uvid stručnjacima da ih komentiraju. Na temelju povratnih informacija ponovno iznose svoje prijedloge, no potrebno je da stručnjaci postignu konsenzus. Ukoliko je potrebno postupak se može ponoviti nekoliko puta dok se ne postigne konsenzus. Delphi tehnika pomaže smanjiti pristranost podataka te se njome izbjegava dominantan utjecaj jedne osobe na sam ishod tog procesa što može biti problem kod brainstorminga.⁷⁹
- Intervjuiranje – provođenje intervjua s iskusnim projektnim sudionicima, zainteresiranim stranama i stručnjacima za neko poslovno područje koji su sudjelovali u sličnim projektima. Njihova saznanja mogu pridonijeti u identificiranju rizika koji mogu utjecati na projekt.⁸⁰

Za svaku od ovih tehnika važno je uključiti prave ljude s potrebnom perspektivom i iskustvom za prepoznavanje rizika s kojima se suočava određeni projekt.⁸¹ Osim gore navedenih tehnika identificiranja rizika postoje i druge razne tehnike, od kojih svaka ima prednosti i nedostatke, pa je dobro koristiti kombinaciju tehnika kako bi se identificiralo što je više moguće rizika.⁸² Svakom identificiranom riziku potrebno je dodijeliti određenu osobu koja će biti odgovorna za njegovo učinkovito upravljanje.⁸³

Nakon što se identificira rizični događaj potrebno ga je provjeriti u smislu istinitosti početnih podataka te točnosti karakteristika koje su prvobitno sastavljene u rizičnom događaju. Da bi prikupljeni podaci o rizičnom događaju bili točni potrebno je u validaciju uložiti količinu napora koja je proporcionalna vjerojatnosti.⁸⁴

Nakon provedbe ove faze u registru rizika sadržane su sljedeće informacije:

- Popis identificiranih rizika – osnovni uzroci rizika mogu postati očitiji uz popis identificiranih rizika, te ih treba zabilježiti i koristiti kao podršku budućoj identifikaciji rizika za sadašnji projekt ili buduće projekte.

⁷⁹ Project Management Institute, op. cit., str. 286.

⁸⁰ Ibidem, str. 287.

⁸¹ D. Hillson, D., op. cit., str. 34.

⁸² Ibidem, str. 24.

⁸³ Ibidem, str. 36.

⁸⁴ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 23.

- Popis potencijalnih odgovora – ponekad se već u ovoj fazi mogu identificirati potencijalni odgovori na rizike, te razraditi u kasnijoj fazi planiranja odgovora.⁸⁵

On zapravo prikazuje rizike projekta te pomaže članovima tima u razumijevanju statusa rizika od početka pa do završetka projekta.⁸⁶ U ovoj fazi se ne analiziraju utjecaji rizika na troškove i vrijeme, nego u procesima kvalitativne i kvantitativne analize rizika koji će detaljno biti objašnjeni u nastavku.

3.3. Analiza rizika

Identifikacija i analiza projektnih rizika osnovni je ulazni parametar upravljanja rizicima, odnosno uspješnog upravljanja projektom izvedbom te temeljna uloga projektnog menadžmenta u vođenju izvedbe razvojnih promjena poduzeća.⁸⁷ Faza analize predstavlja prvu od stvarnih aktivnosti procjene u procesu upravljanja rizicima.⁸⁸ Osim što je temelj za upravljanje rizikom, analiza rizika važna je i za razumijevanje onoga što je najneizvjesnije u vezi s projektom. Zapravo, ona teži dubljem razumijevanju potencijalnih problema samog projekta.⁸⁹ Svaki dionik projekta, osim što želi znati rizike s kojima se suočava, nastoji steći uvid u to koliko su negativni rizici tj. prijetnje ozbiljne odnosno koliko mogu biti korisni pozitivni rizici tj. prilike.⁹⁰

Jedan od najmoćnijih alata pomoću kojeg se može pretvoriti nemogući projekt u uspješan je cjelokupna procjena projektnog rizika koja nudi konkretno opravdanje za nužne promjene u projektu.⁹¹

Analiza rizika sustavni je postupak za procjenu razine rizika za identificirane i odobrene rizike, a uključuje procjenu vjerojatnosti nastanka i posljedica pojave te pretvaranje rezultata u odgovarajuću razinu rizika.⁹²

„Kvantificiranje rizika je složeni proces vrednovanja rizika kojim se za svaki rizik nastoje utvrditi moguće posljedice za projekt.“⁹³ Ono se uglavnom provodi sumiranjem

⁸⁵ Project Management Institute, op. cit., str. 288.

⁸⁶ Risk Management Task Group, *Project Risk Management Handbook: A Scalable Approach*, Caltrans, 2012., str. 13.

⁸⁷ Z. Zekić, op. cit., str. 116.

⁸⁸ P. J. Edwards et al., op. cit., str. 77.

⁸⁹ T. Kendrick, op. cit., str. 161.

⁹⁰ P. J. Edwards et al., op. cit., str. 77.

⁹¹ T. Kendrick, op. cit., str. 232.

⁹² H. Kerzner, op. cit., str. 761.

⁹³ V. Cetinski, M. Perić, op. cit., str. 80.

procjene vjerojatnosti ostvarenja rizičnog događaja te procjene štete koju rizični događaj može prouzročiti ako se ostvari.⁹⁴ Kvantificiranje omogućuje rangiranje rizika s obzirom na to koliko štete mogu nanijeti projektu. Oni rizici koji su potencijalno štetniji predstavljaju prioritet te iziskuju hitnije akcije. U nastavku su navedene glavne metode kvantifikacije rizika:

- Metoda očekivane monetarne vrijednosti odnosi se na tehniku koja je rezultat vjerojatnosti nastanka rizičnog događaja te procjene dobitka odnosno gubitka ako se rizični događaj ostvari
- Statističko zbrajanje vjerojatnosti koristi se kod računanja raspona ukupnih projektnih troškova na temelju procjena troškova pojedinih projektnih zadataka
- Metoda simulacije upotrebljava se kod analiziranja ponašanja projekta, a najčešće se koristi simulacija redosljeda odvijanja projekta koja se temelji na metodi Monte Carlo
- Stablo odlučivanja predstavlja dijagram koji donosiocu odluka opisuje ključne korelacije između vjerojatnih događaja i mogućih odluka
- Ekspertna procjena odnosno vještačenje je dodatna metoda kojom se rizični događaji prikazuju kao oni koji imaju visoku, srednju ili nisku vjerojatnost nastanka te ozbiljne, umjerene ili ograničene učinke na projekt.⁹⁵

Važno je istaknuti da niti najdetalnija i najpažljivija analiza ne može u potpunosti identificirati sve rizične događaje, vjerojatnost njihove pojave te posljedice koje će imati za projekt.⁹⁶

Osim pojedinačnih rizičnih događaja, potrebno je procijeniti i razinu ukupnog projektnog rizika.⁹⁷ On djelomično proizlazi iz svih agregiranih podataka o riziku na razini aktivnosti, ali posjeduje i komponentu koja je sveobuhvatnija, a dolazi iz projekta u cjelini.⁹⁸ Osim pojedinačnog potencijalnog učinka svakog rizičnog događaja, postoje i dodatni učinci koji su kombinacija rizičnih događaja. Upravo zbog toga potrebno je analizirati i kombinirani učinak svih identificiranih rizičnih događaja.⁹⁹

⁹⁴ Z. Zekić, op. cit., str. 153.

⁹⁵ V. Cetinski, M. Perić, op. cit., str. 81.

⁹⁶ Loc. cit.

⁹⁷ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 23.

⁹⁸ T. Kendrick, op. cit., str. 233.

⁹⁹ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 23.

Neki od mogućih ishoda i za kvalitativnu i/ili kvantitativnu analizu rizika su:

- Ukupni poredak rizika projekta
- Popis prioritetnih rizika
- Vjerojatnost prekoračenja troškova projekta i/ili rasporeda
- Vjerojatnost neispunjavanja zahtjeva za izvedbu projekta
- Rezultati analize odluka.¹⁰⁰

Način procjene rizika ovisi o vrijednostima rizičnog događaja, odnosno mogu li se vrijednosti rizičnog događaja opisati deskriptivno ili numerički. Shodno tome procjenu rizika moguće je podijeliti na numeričku i deskriptivnu metodu, odnosno na kvantitativnu i kvalitativnu metodu koje su pojašnjene u nastavku rada.¹⁰¹

3.3.1. Kvalitativna analiza rizika

Kao rezultat faze identificiranja najčešće nastaje dugački popis rizika. No, nije moguće sve rizike riješiti s istim stupnjem intenziteta, zbog ograničenja vremena i resursa te ne zaslužuju svi rizici istu razinu pažnje. Shodno tome nužno je imati mogućnost određivanja prioriteta rizika za daljnje razmatranje, kako bi se utvrdile najgore prijetnje i najbolje prilike, a to je zapravo svrha kvalitativne analize rizika.¹⁰²

Kvalitativna analiza rizika označava percepciju, mišljenje i mehanizme vrijednosti ocjenjivača. Zbog toga se ova analiza obično smatra subjektivnom jer se gotovo u potpunosti oslanja na ljudsku prosudbu.¹⁰³

„Kvalitativnom analizom rizika definiraju se prioriteti rizika i uvjeti za njihovo nastajanje analizom vjerojatnosti njihove pojave i utjecaja.“¹⁰⁴ „Kvalitativna analiza rizika proces je određivanja prioriteta rizika za daljnju analizu ili djelovanje procjenjivanjem i kombiniranjem njihove vjerojatnosti pojavljivanja i utjecaja.“¹⁰⁵

Vjerojatnost je jedna od dvije dimenzije koje se koriste za procjenu veličine ili važnosti rizika. „Vjerojatnost rizika je procijenjena vjerojatnost nastanka rizičnog događaja i obično se bilježi kao postotak ili kao raspon (na primjer, 20–50 posto).“¹⁰⁶ Ukoliko su

¹⁰⁰ H. Kerzner, op. cit., str. 765.

¹⁰¹ M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 230.

¹⁰² D. Hillson, op. cit., str. 37.

¹⁰³ P. J. Edwards et al., op. cit., str. 163.

¹⁰⁴ J. Gojšić et al., op. cit., str. 68.

¹⁰⁵ Project Management Institute, op. cit., str. 54.

¹⁰⁶ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 98.

rizici povezani s događajima koji su manje-više neizbježni, u projektu se kao alternativna mjera vjerojatnosti može upotrijebiti 'učestalost pojavljivanja'.¹⁰⁷

Druga dimenzija koja se koristi za procjenu veličine ili važnosti rizika je utjecaj. „Utjecaj rizika je procjena posljedica odnosno procjena utjecaja na ciljeve projekta ako dođe do rizika.“¹⁰⁸ Obično se procjenjivanje učinaka provodi prema nekoliko različitih kategorija, kao što su vremenski okvir, trošak i proizvod.¹⁰⁹ Kod prijetnji su utjecaji negativni, kao što su izgubljeno vrijeme i dodatni troškovi, a prilike imaju pozitivne učinke, primjerice uštedeno vrijeme.¹¹⁰

Za kvalitativnu analizu, prethodne dvije dimenzije analiziraju se pomoću oznaka kao što su „visoka, srednja, niska“, koje su ranije definirane u Planu upravljanja rizicima.¹¹¹

„Kvalitativna procjena rizika izvodi se u tri koraka:

- 1) Procjena vjerojatnosti (V) pojavljivanja pojedinog rizika
- 2) Određivanje snage (S) pojedinog rizika odnosno utjecaja (štete) koje oni mogu prouzročiti
- 3) Procjenjivanje opasnosti (O) (utjecaj) pojedinog rizika obavlja se množenjem vjerojatnosti i snage rizika, kao što je prikazano u sljedećoj formuli:

$$O = V * S.^{112}$$

Dvodimenzionalna analiza upotrebljava se za unošenje svakog rizika u matricu vjerojatnosti utjecaja sa zonama visokog, srednjeg i niskog prioriteta. Te zone su obojene: crvenom bojom koja se koristi za hitne rizike visokog prioriteta, žutom koja označava rizike srednjeg prioriteta koje treba nadzirati te zelenom bojom koja sadrži rizike niskog prioriteta.¹¹³

Nakon provođenja analize rizika često je potrebno rezultate pretvoriti u razinu rizika. Kod provođenja kvalitativne analize rizika, ocjene rizika se mogu koristiti kao pokazatelj potencijalne važnosti rizika u projektu. One obično predstavljaju mjeru

¹⁰⁷ Loc. cit.

¹⁰⁸ Ibidem, str. 99.

¹⁰⁹ Loc. cit.

¹¹⁰ D. Hillson, op. cit., str. 37.

¹¹¹ Loc. cit.

¹¹² M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 230.

¹¹³ D. Hillson, op. cit., str. 37.

vjerojatnosti pojave i posljedica pojave, a često se izražavaju kao niske, srednje i visoke. U nastavku su dane definicije ocjena rizika:

- Veliki rizik: Postoji znatan utjecaj na troškove, tehničke performanse ili raspored pa su potrebne znatne mjere za ublažavanje problema te visoko prioriteta pažnja upravljanja.
- Srednji rizik: Postoji neki utjecaj na troškove, tehničke performanse ili raspored te mogu biti potrebne posebne radnje za ublažavanje problema i dodatna pažnja uprave.
- Nizak rizik: Postoji minimalni utjecaj na troškove, tehničke performanse ili raspored te je dovoljan normalan nadzor uprave.

Vrlo je važno koristiti dogovorene definicije i postupke za procjenu razina rizika jer bi u suprotnom svaka osoba mogla imati drugačije razumijevanje riječi koje se obično koriste za opisivanje vjerojatnosti i rizika.¹¹⁴

Kako bi se poboljšala učinkovitost projekta, organizacije se trebaju fokusirati na rizike visokog prioriteta. Pomoću kvalitativne analize rizika procjenjuju se prioriteta identificiranih rizika upotrebom njihove relativne vjerojatnosti ili mogućnosti pojavljivanja i odgovarajućeg učinka na projektne ciljeve ukoliko se rizici pojave.¹¹⁵

Kvalitativnom analizom rizika se na brz i isplativ način određuju prioriteta za planiranje odgovora na rizike te postavlja temelj za provođenje kvantitativne analize rizika, ukoliko je ona potrebna.¹¹⁶ Najčešće se provodi samo kvalitativna analiza rizika, koja je često dovoljna za razumijevanje situacije i za određivanje mjera.¹¹⁷

Tijekom životnog ciklusa projekta trebao bi se ponavljati proces provođenja kvalitativne analize rizika zbog točnosti izmjena u projektnim rizicima. Taj proces rezultira provođenjem kvantitativne analize rizika ili direktnim planiranjem odgovora na rizike.¹¹⁸

Krajnji rezultat kvalitativne analize rizika obuhvaća popis rizika projektnih prijetnji s kojima se suočava organizacija dionika, koji su kategorizirani prema vrsti i grupirani ili rangirani u smislu razine ozbiljnosti koju predstavljaju.¹¹⁹

¹¹⁴ H. Kerzner, op. cit., str. 763.

¹¹⁵ Project Management Institute, op. cit., str. 289.

¹¹⁶ Loc. cit.

¹¹⁷ M. Radujković et al., op. cit., str. 267.

¹¹⁸ Project Management Institute, op. cit., str. 289.

¹¹⁹ P. J. Edwards et al., op. cit., str. 163.

Registar rizika predstavlja standardni format u kojem se bilježe informacije o riziku. Svaki rizik treba sadržavati informacije kao što su opis, uzroke, vjerojatnost, utjecaj, mjere ublažavanja, zamjenske mogućnosti, status i imena pojedinaca odgovornih za upravljanje rizikom.¹²⁰

Drugi važan rezultat kvalitativne analize je razumijevanje obrasca rizika na projektu te postoje li uobičajeni uzroci rizika. To se može procijeniti mapiranjem rizika u strukturu raščlambe rizika (RBS) kako bi se utvrdilo da li prevladavaju neki određeni uzroci te mapiranjem rizika u strukturu raščlambe posla (WBS – Work Breakdown Structure) kako bi se identificirala područja projekta koja bi mogla biti najviše pogođena.¹²¹

Prethodne tehnike su korisne za određivanje prioriteta pojedinačnih rizika, ali se ne mogu primijeniti za procjenu ukupne razine izloženosti projektnom riziku. Za to je potrebno upotrijebiti tehniku kvantitativne analize rizika koja je opisana u nastavku rada.¹²²

3.3.2. *Kvantitativna analiza rizika*

Nakon provedene analize rizika potrebno je rezultate pretvoriti u razinu rizika. Kod korištenja metodologije kvantitativne analize rizika, rezultati se mogu grupirati prema postojećem riziku troškova, riziku rasporeda ili tehničkim granicama rizika.¹²³

„Kvantitativna analiza rizika je numerička analiza utjecaja prepoznatih rizika na projektne ciljeve.“¹²⁴ Najčešće se koristi samo kod kritičnih rizika te rizika visokog prioriteta jer je njezino provođenje vrlo zahtjevno.¹²⁵ Ona analizira učinak tih rizičnih događaja, a može se koristiti kod dodjeljivanja brojčanog ranga pojedinačnim rizicima ili kod ocjenjivanja zajedničkog djelovanja svih rizika koji utječu na projekt.¹²⁶

Kvantitativna procjena temelji se na pojmu troškova rizika, gdje se za svaki mogući rizik promatraju tri vrijednosti, a to su troškovi eliminiranja rizika, sanacije posljedica rizika i ako se rizici ignoriraju. Kako se izbor svodi na izbor najefikasnijeg rizika uz najmanje troškove, najniža vrijednost tih triju veličina je trošak rizika.¹²⁷

¹²⁰ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 101.

¹²¹ D. Hillson, op. cit., str. 40.

¹²² Loc. cit.

¹²³ H. Kerzner, op. cit., str. 763.

¹²⁴ J. Gojšić et al., op. cit., str. 69.

¹²⁵ Loc. cit.

¹²⁶ Project Management Institute, op. cit., str. 294.

¹²⁷ M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 231.

Kvantitativne metode teže većoj preciznosti te mogu otkriti više o svakom pojedinom riziku. Osim toga kvantitativna analiza pruža uvid u apsolutnu veličinu utjecaja rizika te prikazuje podatke potrebne za određivanje rasporeda i/ili proračunskih rezervi za rizične projekte.¹²⁸

Kvantitativne analize rizika obuhvaćaju složenije postupke te upotrebu računala.¹²⁹ Kod te analize rizika obično se koristi nekoliko metodologija, kao što su matrice odlučivanja, analize odluka tj. stablo odlučivanja, očekivana vrijednost i Monte Carlo postupak. Najbolji izvor podataka kod kvantitativnih metoda predstavlja čvrsta baza povijesnih podataka o uspješnosti koja pruža empirijsku osnovu za procjenu vjerojatnosti te je manje podložna pristranosti.¹³⁰

S obzirom da kvantitativna analiza rizika uključuje matematičku analizu, ozbiljnost rizika može se izračunati kao proizvod vjerojatnosti i učinka te koristiti za valjane relativne usporedbe između rizika. No, prednosti valjanih usporedbi ozbiljnosti rizika imaju svoje troškove. Radi toga potrebno je razmotriti i riješiti nekoliko pitanja:

- dostupnost i dostatnost bitnih ulaznih podataka
- priroda, točnost i pouzdanost ulaznih podataka
- pouzdanost uključenih analitičkih tehnika i tehnika modeliranja
- kompetentna primjena tehnika
- priroda, točnost i pouzdanost izlaznih podataka
- kompetentno tumačenje ishoda
- dostupnost vremena i
- troškovi analize.

Kvantitativni pristupi istraživanju neizvjesnosti u projektnim rizicima većinom koriste matematički utemeljene statističke analize povijesnih podataka te mogu uključivati simulaciju.¹³¹

¹²⁸ T. Kendrick, op. cit., str. 162.

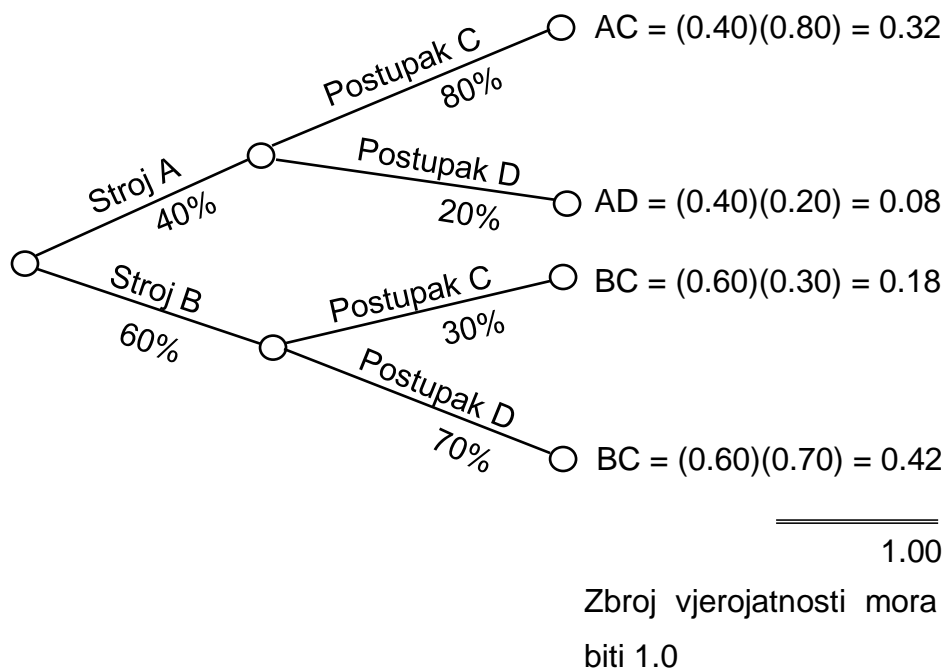
¹²⁹ M. Radujković et al., op. cit., str. 268.

¹³⁰ T. Kendrick, op. cit., str. 165.

¹³¹ P. J. Edwards et al., op. cit., str. 172.

Ukoliko se potencijalne vjerojatnosti prirodnih stanja mogu predstaviti bodovnom vrijednošću, kao na Slici 3, upotrebljava se stablo odlučivanja. No, kada se prirodna stanja ne mogu prikazati s jednom ili više bodovnih vrijednosti, trebalo bi se koristiti distribuciju vjerojatnosti. Uobičajena metodologija koja uključuje strukturu modela i distribuciju vjerojatnosti je Monte Carlo proces tj. Monte Carlo simulacija.¹³²

Slika 3. Stablo odlučivanja



Izvor: H. Kerzner, *Project Management – a systems approach to planning, scheduling, and controlling*, Tenth edition, New York, WILEY, 2009., str. 752.

Kvantitativna metoda modeliranja projekta koja prikazuje moguće učinke svake odluke o projektu s obzirom na prevladavajući status projekta i povezane rizike je stablo odlučivanja. Svakom ishodu dodijeljena je vjerojatnost nastanka, a to omogućuje određivanje najvjerojatnijeg ishoda. Isto tako mogu se istražiti alternativne radnje kako bi se identificirao najpovoljniji ishod.¹³³ Stabla odlučivanja mogu biti korisna kada postoji samo mali broj opcija ili mogućih potencijalnih ishoda.

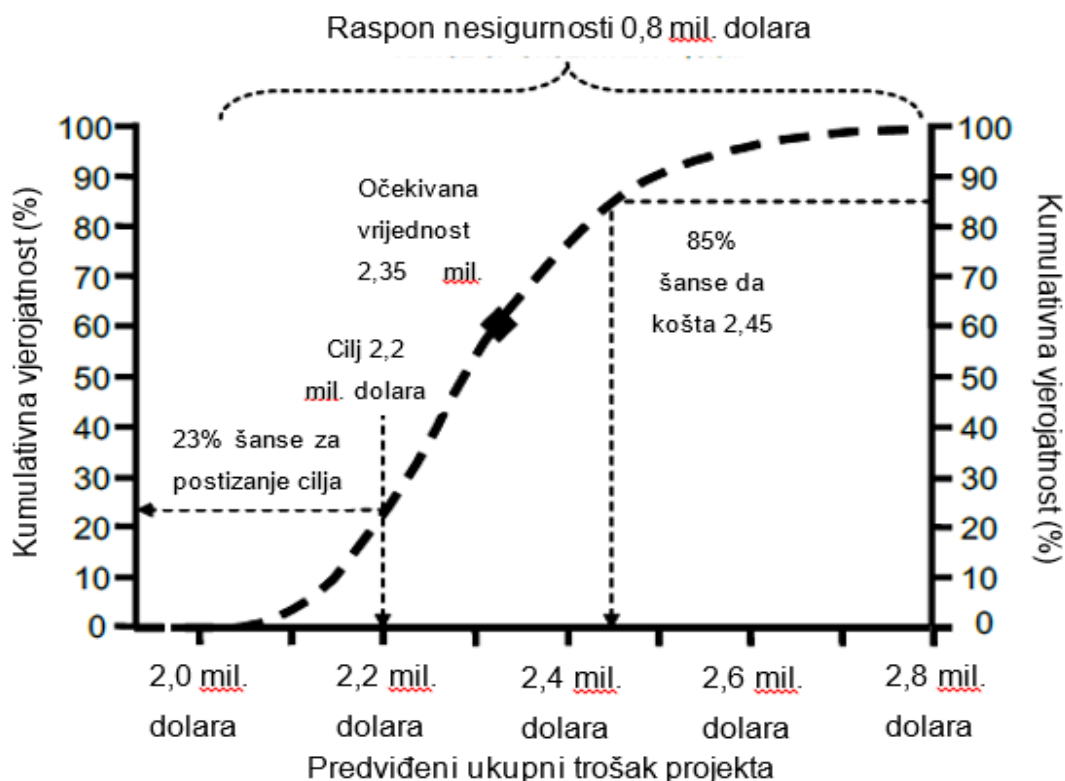
¹³² H. Kerzner, op. cit., str. 772.

¹³³ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 104.

U praksi se mogu koristiti različite distribucije vjerojatnosti u kvantitativnoj analizi rizika. Te distribucije općenito se dijele u dvije kategorije: kontinuirane i diskretne (gdje mogu postojati samo konačne vrijednosti).¹³⁴

Kod kvantitativne analize rizika najčešće korištena tehnika je Monte Carlo simulacija. Za projekte, najčešći predmeti kod takve analize su ukupni trošak projekta i vremenski okvir. Pojedinačne vrijednosti za trajanje aktivnosti i troškove zamjenjuju se rasponima temelju procjene nesigurnosti. Nakon toga taj proces simulira projekt s višestrukim iteracijama s ciljem određivanja distribucije vjerojatnosti za trošak ishoda ili trajanje cjelokupnog projekta ili postizanje prekretnice. Monte Carlo simulacija moćna je tehnika, no zahtijeva pažljivu pripremu. Kako bi rezultati bili pouzdani važna je kvaliteta ulaznih podataka. Izgradnja modela rizika projekta i prikupljanje realnih procjena rizika, aktivnosti su koje zahtijevaju iskustvo, vrijeme i (ukoliko rezultati pokreću važne odluke) uključivanje neovisne strane.¹³⁵ Glavni izlaz iz Monte Carlo procesa je S-krivulja koja je prikazana na Slici 4.

Slika 4. Primjer S-krivulje iz Monte Carlo simulacije



Izvor: D. Hillson, *Managing Risk in Projects*, England, Gower Publishing Limited, 2009., str. 43.

¹³⁴ H. Kerzner, op. cit., str. 772.

¹³⁵ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 103.

Ta krivulja prikazuje kumulativnu distribuciju vjerojatnosti raspona mogućih vrijednosti za parametar koji se analizira (npr. ukupni trošak projekta, ukupno trajanje, datum završetka). S-krivulje se mogu izraditi za cjelokupni projekt ili za privremene prekretnice ili specifični potprojekt, omogućujući analizu komponenata ukupnog projektnog rizika.¹³⁶ Na temelju ove simulacije moguće je odgovoriti na sljedeća pitanja:

- Kolika je vjerojatnost da će se trenutni plan ostvariti prema planu ili proračunu?
- Kolika je potrebna rezerva vremena ili novca za nepredviđene situacije da bi se osigurao dovoljan stupanj povjerenja?¹³⁷

Postoje dvije ključne stvari za dobivanje točnih rezultata kvantitativne analize, a to su razvijanje točne strukture modela i točni podaci o vjerojatnosti. Kod upravljanja rizikom projekta često se nedovoljno pažnje posvećuje svakoj od tih stavki, a ishod mogu biti pogrešni rezultati.¹³⁸

Kako bi se uspješno provela kvantitativna analiza rizika potrebna su dodatna ulaganja, uključujući kupnju softverskih alata, trening i vrijeme, napor potreban za generiranje ulaznih podataka te interpretiranje izlaza.¹³⁹

„Rezultati kvantitativne analize rizika mogu se koristiti na različite načine, uključujući, ali ne ograničavajući se na razvoj¹⁴⁰:

- Prioritetnih popisa rizika,
- vjerojatnosnih procjena troškova za svaku fazu projekta i vjerojatnosnih procjena rasporeda za ključne prekretnice koje pomažu voditelju projekta da u skladu s tim dodijeli pričuvu,
- vjerojatnosnih procjena ispunjavanja željenih tehničkih parametara izvedbe i potvrđivanja tehničke izvedbe ključnih komponenti te
- procjena vjerojatnosti ispunjavanja ciljeva troškova, tehničke izvedbe i ciljeva rasporeda.“

¹³⁶ D. Hillson, op. cit., str. 43.

¹³⁷ Risk Management Task Group, op. cit., str. 23.

¹³⁸ H. Kerzner, op. cit., str. 772.

¹³⁹ D. Hillson, op. cit., str. 41.

¹⁴⁰ H. Kerzner, op. cit., str. 772.

Prilikom korištenja tehnika kvantitativne analize rizika moguća su sljedeća tri nedostatka¹⁴¹:

- 1) Kvaliteta podataka - potrebno je osigurati kvalitetne ulaze za modele.
- 2) Tumačenje - izlazi iz modela rizika zahtijevaju tumačenje, a kvantitativna analiza rizika neće voditelju projekta odgovoriti na pitanje koju odluku treba donijeti.
- 3) Akcijski - projektni tim mora biti spreman za korištenje rezultata analize rizika, modeliranje i donošenje odluka na temelju analize.

Kvantitativnu analizu rizika trebalo bi ponoviti nakon planiranja odgovora, ali i kao dio implementiranja odgovora, kako bi se utvrdilo da su ukupni projektni rizici smanjeni na zadovoljavajuću razinu.¹⁴²

Nakon provedbe kvalitativne i kvantitativne analize rizika registar rizika može sadržavati sljedeće informacije¹⁴³:

- 1) rizike grupirane prema kategorijama – kategorizacija rizika može razjasniti zajedničke osnovne uzroke rizika ili područja projekta koja zahtijevaju posebnu pozornost.
- 2) popis prioriteta projektnih rizika – uporabom matrice vjerojatnosti i učinka može se klasificirati rizike prema njihovoj pojedinačnoj važnosti.
- 3) popis rizika koji zahtijevaju izravan odgovor – rizici se mogu podijeliti u različite kategorije s obzirom na to da li zahtijevaju hitan odgovor ili se mogu obraditi kasnije.
- 4) popis rizika za dodatnu analizu i odgovor – neki rizici mogu zahtijevati više analize, uključujući kvantitativnu analizu rizika te planiranje odgovora na rizik.
- 5) popis za praćenje rizika niskog prioriteta – oni rizici koji nisu procijenjeni kao važni tijekom provođenja kvalitativne analize rizika mogu se staviti na popis za neprekidni nadzor.
- 6) trendove rezultata kvalitativne i kvantitativne analize rizika – kako se analiza ponavlja, trend za određeni rizik može postati vidljiv te može učiniti odgovor na rizik ili daljnju analizu više ili manje hitnim.

¹⁴¹ D. Hillson, op. cit., str. 42.

¹⁴² Project Management Institute, op. cit., str. 295.

¹⁴³ Ibidem, str. 294.

Nakon što su identificirani rizici koji mogu utjecati na projekt, te provedena kvalitativna i/ili kvantitativna analiza rizika slijedi planiranje odgovora na rizike.

3.4. Planiranje odgovora na rizike

Nakon identificiranja i analiziranja rizika potrebno je krenuti s planiranjem odgovora. Ono započinje generiranjem ideja. Dobar način za stvaranje niza mogućih izbora je provođenje brainstorminga s projektnim timom. Osim toga korisno je s kolegama koji mogu imati relevantno iskustvo razgovarati o rizicima te konzultirati stručnjake oko nepoznatih rizika.¹⁴⁴

Planiranje odgovora na rizike je proces razvoja opcija i aktivnosti kako bi se poboljšale prilike i smanjile prijetnje projektnim ciljevima.¹⁴⁵ Projektni menadžment sklapanjem različitih ugovora s fiksnom cijenom, s povratom troškova, definiranjem planova aktivnosti koje treba poduzeti ako se identificirani rizični događaj ostvari te transferiranjem rizika na druge sudionike projektne provedbe koji mogu bolje upravljati određenim rizikom razvija alate i tehnike odgovora na rizik.¹⁴⁶

Prilikom definiranja odgovora na rizike treba odrediti vrstu i vrijeme odgovora, trošak odgovora, odgovornost za njegovu provedbu, nositelja troška odgovora te procjenu preostalog rizika.¹⁴⁷ Osim toga odgovori na rizike moraju biti pravovremeni. Nerijetko je potreban odabir najboljeg odgovora na rizike između nekoliko opcija.¹⁴⁸

Čimbenici koji mogu utjecati na formiranje odgovora na rizik uključuju, ali ne ograničavaju se na¹⁴⁹:

- 1) količinu i kvalitetu informacija o realnim opasnostima koje su uzrokovale rizik (opisna nesigurnost),
- 2) količinu i kvalitetu podataka o veličini štete (mjerjenje nesigurnosti),
- 3) osobnu korist voditelja projekta zbog prihvaćanja rizika ili prilika (dobrovoljni rizik ili prilika),
- 4) rizik ili priliku nametnutu voditelju projekta (prisilni rizik ili prilika),
- 5) postojanje isplativih alternativa (jednaki rizici ili prilike),

¹⁴⁴ T. Kendrick, op. cit., str. 199.

¹⁴⁵ Project Management Institute, op. cit., str. 55.

¹⁴⁶ Z. Zekić, op. cit., str. 153.

¹⁴⁷ M. Radujković et al., op. cit., str. 268.

¹⁴⁸ Project Management Institute, op. cit., str. 301.

¹⁴⁹ H. Kerzner, op. cit., str. 783.

- 6) postojanje skupih alternativa ili možda nedostatak prilika (nejednaki rizici ili prilike) te
- 7) duljinu izloženosti riziku ili vrijeme dostupno za priliku.

Kod procjenjivanja strategija odgovora na rizike mogu se koristiti sljedeći kriteriji kao polazna točka¹⁵⁰:

- 1) Može li se strategija pravilno provesti, a da projekt i dalje ispuni potrebe korisnika?
- 2) Koja je očekivana učinkovitost strategije odgovora u smanjenju rizika na prihvatljivu razinu?
- 3) Je li strategija financijski isplativa i u skladu s drugim resursima?
- 4) Da li ima vremena za razvoj i provedbu strategije te kakav to učinak ima na vremenski raspored projekta?
- 5) Kakav učinak ima strategija na kvalitetu izvedbe projekta?

Dostupno je nekoliko strategija odgovora na rizike, no potrebno je odabrati strategiju ili kombinaciju strategija za koju je najvjerojatnije da će biti učinkovita.¹⁵¹ Postoji pet osnovnih strategija koje se koriste kao odgovori na rizike, a to su smanjivanje nesigurnosti, smanjivanje moguće štete promatranog rizika, izbjegavanje rizika, transferiranje rizika te zanemarivanje rizika.

U nastavku se pojašnjava pet osnovnih strategija odgovora na rizike. Smanjivanje nesigurnosti može se postići na dva načina, pretvaranjem nesigurnosti u predvidivu vrijednost pojavljivanja rizika ili smanjivanjem mogućnosti da do rizičnog događaja dođe.¹⁵² „Smanjivanje nesigurnosti moguće je prema M. A. Ruskinu i W. E. Estes ostvariti na ove načine:

- 1) izvođenjem pilot-projekta,
- 2) izradom prototipa, simulacija i modela,
- 3) detaljnim planiranjem u fazi planiranja ili analizom plana u fazi implementacije, odnosno progresivnim planiranjem,
- 4) provjerama referenci,

¹⁵⁰ Loc. cit.

¹⁵¹ Project Management Institute, op. cit., str. 303.

¹⁵² M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 259.

- 5) korištenjem specijaliziranog osoblja za procjenjivanje rizika u fazi planiranja, kao i kasnije u fazi implementacije i
- 6) korištenjem provjerene tehnologije.¹⁵³

Smanjivanje moguće štete promatranog rizika povezano je s troškovima koji nastaju reduciranjem rizika. To se smanjivanje ostvaruje razvojem paralelnih inačica, koja će se upotrijebiti u slučaju pojave prvih znakova identificiranog rizika; uklanjanjem ovisnosti između dva povezana rizična događaja, čime se isključuje mogućnost nastajanja štete od povezanih rizika te stvaranjem rezerve kroz povećani budžet, povećane resurse ili planirano produljeno vrijeme završetka projekta.¹⁵⁴

Promjenom projektnog plana ili smanjivanjem projektnih zahtjeva moguće je izbjeći rizik, ali uglavnom samo u fazi planiranja. Međutim, sve rizike nije moguće izbjeći. Izbjegavanje jednog rizika, obično se transferira na drugi. Zbog toga je potrebno dobro proučiti rizike koji će se izbjegavati jer izbjegavanjem jednog može se doći do rizika koje je opasniji.¹⁵⁵ Neki rizici koji nastanu rano na projektu mogu se izbjeći pojašnjavanjem zahtjeva, prikupljanjem informacija, unaprjeđenjem komunikacije te pribavljanjem stručnog mišljenja.¹⁵⁶ Primjer izbjegavanja rizika je smanjenje opsega, dodavanje resursa ili vremena te otklanjanje uzroka pojedinih rizika.¹⁵⁷ Za rizike koji se ne mogu izbjeći odnosno kontrolirati razvijaju se kontingencijski planovi.

„Kontingencijski je plan skup akcija koje su unaprijed pripremljene za suočavanje i rješavanje potencijalnog problema, odgovara na ovo pitanje: Ako se nešto dogodi, kako ćemo odgovoriti da neutraliziramo ili minimaliziramo štetu?“¹⁵⁸ Zapravo ti planovi predstavljaju unaprijed definirane korake koji će se primijeniti kada dođe do nekog rizičnog događaja. Kontingencijski planovi su vrlo dobri jer pripremaju projekt i samu organizaciju na brzo i efektivno rješavanje nepovoljnih situacija.¹⁵⁹

Transferiranje ili prenošenje rizika može se ostvariti tako da se rizik prebaci na druge sudionike projekta koji su u mogućnosti lakše upravljati promatranim rizikom.¹⁶⁰ Cilj je

¹⁵³ Loc. cit.

¹⁵⁴ Ibidem, str. 260.

¹⁵⁵ Loc. cit.

¹⁵⁶ Project Management Institute, op. cit., str. 303.

¹⁵⁷ G. M. Horine, op. cit., str. 185.

¹⁵⁸ V. Cetinski, M. Perić, op. cit., str. 83.

¹⁵⁹ Loc. cit.

¹⁶⁰ M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 260.

osigurati da rizikom upravlja sudionik koji se najučinkovitije može nositi s njime.¹⁶¹ Češće se koristi kod izloženosti financijskim rizicima. Time se ne uklanja rizik, već se posljedice rizika i odgovornosti prebacuju na treću stranu.¹⁶² Postoji pet osnovnih načina transferiranja rizika:

- 1) osiguranjem koji podrazumijeva da se putem raznih polica osiguranja, garancija i jamstva, rizik prebacuje s osiguranika (investitora ili izvođača) na osiguravatelja (treću stranu u projektu),
- 2) sklapanjem posebnih ugovora u kojima se rizik prebacuje na izvođača ili podizvođača i to putem raznih vrsta penala,
- 3) sklapanjem ugovora izgradnjom putem koncesije gdje se u projekt uključuje neovisna organizacija koja financira projekt, a zauzvrat dobiva koncesiju nad projektnim proizvodom,
- 4) prebacivanjem odgovornosti i autoriteta na veću razinu i
- 5) uključivanjem u projekt posebnih kompanija koje su ekspert u svom djelokrug rada, čime se rizik provedbe rizične aktivnosti prebacuje, ali se tako gubi i dio profita.¹⁶³

Zanemarivanje ili prihvaćanje rizika odnosi se na to da, iako se zna vjerojatnost pojavljivanja rizičnog događaja i moguća šteta, on se prihvaća i čeka da se vidi što će se dogoditi. Ta strategija se koristi kada nije moguća niti jedna od ranije navedenih strategija, odnosno kad su troškovi sanacije rizika veći od štete koja može nastati.¹⁶⁴ Kod ove strategije potrebno je uzeti u obzir kakav će utjecaj na dionike imati prihvaćanje rizika te ih u skladu s time savjetovati.¹⁶⁵ Ova strategija može biti pasivna ili aktivna. Pasivno prihvaćanje ne zahtijeva nikakvo djelovanje osim dokumentiranja strategije, dok se kod aktivne strategije formiraju pričuvni resursi kao što su novac ili resursi namijenjeni bavljenju rizikom.¹⁶⁶ Kod ove strategije odgovora na rizike moguća su neplanirana izdvajanja iz rezervi te je zbog toga potrebno obavijestiti upravu o mogućem povećanju troškova ukoliko se određeni rizik pojavi.¹⁶⁷

¹⁶¹ Risk Management Task Group, op. cit., str. 27.

¹⁶² G. M. Horine, op. cit., str. 186.

¹⁶³ M. A. Omazić, S. Baljkas, op. cit., str. 260.

¹⁶⁴ Loc. cit.

¹⁶⁵ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 111.

¹⁶⁶ Project Management Institute, op. cit., str. 304.

¹⁶⁷ G. M. Horine, op. cit., str. 185.

Za razliku od prethodno navedenih pet strategija odgovora na rizike, V. Cetinski i M. Perić navode kako se sve reakcije i odgovori na prijetnje odnosno rizike mogu svrstati u jednu od tri kategorije, a to su izbjegavanje, ublažavanje ili prihvaćanje rizika.¹⁶⁸

Gojšić J. navodi kako postoje različiti odgovori na pozitivne i negativne rizike. Izbjegavanje, prebacivanje i ublažavanje rizika predstavljaju strategije odgovora na negativne rizike odnosno prijetnje. Iskorištavanje, dijeljenje ili povećavanje su strategije odgovora na pozitivne rizike odnosno prilike. Primjer iskorištavanja prilika je odabir kvalitetnijih članova tima nego što je planirano, čime se postižu bolji rezultati ili skraćuje trajanje samog projekta. Dijeljenje prilika koristi se kada jedna organizacija ne može sama iskoristiti priliku te se ono izražava kroz zajednička ulaganja (engl. *joint ventures*). Povećanje prilika se odnosi na povećanje vjerojatnosti ili utjecaja prilika, otkrivanjem njezinih glavnih pokretača.¹⁶⁹

Nakon provedbe ove faze ažuriran registar rizika sadrži sljedeće elemente:

- 1) identificirane rizike, njihove opise, područja projekta koje pogađaju, njihove uzroke i kako mogu utjecati na projektne ciljeve,
- 2) nositelje rizika,
- 3) prioritetni popis projektnih rizika,
- 4) dogovorene strategije odgovora na rizike,
- 5) specifične radnje za implementaciju odabrane strategije odgovora,
- 6) simptome i znakove upozorenja pojave rizika,
- 7) aktivnosti vremenskog rasporeda i budžet koji su potrebni da bi se implementirali odabrani odgovori,
- 8) rezervne planove i okidače koji pozivaju na njihovo izvršavanje,
- 9) preostale i sekundarne rizike te
- 10) planove oslonca za korištenje kao reakcija na rizik koji se dogodio, a primarni odgovor se pokazao neodgovarajućim.¹⁷⁰

S obzirom da strategije odgovora na rizike mogu zahtijevati dodjelu dodatnih resursa, aktivnosti, vremena i troškova u odnosu na plan projekta, potrebno je kontinuirano ponavljati planiranje tijekom cijelog projekta.¹⁷¹ Nakon izvršenog planiranja odgovora

¹⁶⁸ V. Cetinski, M. Perić, op. cit., str. 82.

¹⁶⁹ J. Gojšić et al., op. cit., str. 69.

¹⁷⁰ Project Management Institute, op. cit., str. 305.

¹⁷¹ G. M. Horine, op. cit., str. 184.

na rizike potrebno je ključne dionike upoznati sa odabranim strategijama, prikupiti njihova mišljenja te osigurati da prihvate planirane pristupe.¹⁷²

3.5. Implementiranje odgovora

Planirani odgovori moraju biti implementirani u svrhu rješavanja pojedinačnih rizika te promjene izloženosti ukupnom riziku projekta, a rezultate tih odgovora treba pratiti i osigurati da postignu željeni učinak.¹⁷³ Faza implementiranja odgovora osigurava poduzimanje učinkovitih radnji na temelju odluka donesenih tijekom faze planiranja odgovora. To uključuje radnje za implementaciju odgovora na rizik usmjerene na pojedinačne rizične događaje, akcije koje utječu na cjelokupno strateško usmjeravanje te usmjeravanje projekta na temelju procjene projektnog rizika.¹⁷⁴

Nositelj odgovora na rizik treba periodično izvještavati voditelja projekta o učinkovitosti plana, svim nepredviđenim djelovanjima i svim korektivnim akcijama koje su potrebne da bi se rizik odgovarajuće obradio.¹⁷⁵ Voditelj projekta mora osigurati da se revizije rizika provode onako kako je definirano u planu upravljanja projektnim rizicima.¹⁷⁶ Ova faza obuhvaća i ažuriranje organizacijskih procesnih sredstava, uključujući baze stečenog znanja projekta te predloške za upravljanje rizicima zbog koristi na budućim projektima.¹⁷⁷

U ovoj se fazi procesa upravljanja projektnim rizicima treba odgovoriti na sljedeća pitanja:

- 1) Da li su pretpostavke projekta još uvijek valjane?
- 2) Pokazuje li analiza da se procijenjeni rizik promijenio ili ga se može napustiti?
- 3) Da li se prate politike i procedure upravljanja rizicima?
- 4) Treba li mijenjati pričuvne resurse za troškove ili vremenski raspored u skladu s trenutnim procjenama rizika?¹⁷⁸

¹⁷² Loc. cit.

¹⁷³ D. Hillson, op. cit., str. 25.

¹⁷⁴ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 25.

¹⁷⁵ Project Management Institute, op. cit., str. 308.

¹⁷⁶ Ibidem, str. 310.

¹⁷⁷ Ibidem, str. 308.

¹⁷⁸ Loc. cit.

Faza implementacije odgovora trebala bi se baviti i učinkovitošću postupka upravljanja rizikom, utvrđujući ispunjava li opseg i ciljeve postavljene tijekom faze iniciranja.¹⁷⁹

Rezultati ove faze su¹⁸⁰:

- 1) Ažuriran registar rizika koji uključuje, ali nije ograničen na:
 - a. ishode ponovnog procjenjivanja rizika, revizije rizika i periodičnih pregleda rizika. Ti ishodi mogu uključivati identificiranje novih rizičnih događaja, ažuriranje vjerojatnosti, učinka, prioriteta, planova odgovora, nositelja i drugih elemenata registra rizika.
 - b. stvarne ishode projektnih rizika i odgovora na rizike. Ova informacija može pomoći projektnim menadžerima da planiraju rizik unutar svoje organizacije, kao i na budućim projektima.
- 2) Ažurirana organizacijska procesna sredstva koja se mogu koristiti za buduće projekte uključuju, ali nisu ograničena na:
 - a. predloške za plan upravljanja rizicima, uključujući matricu vjerojatnosti i učinka te registar rizika,
 - b. strukturu raščlambe rizika te
 - c. stečeno znanje iz aktivnosti upravljanja projektnim rizicima.
- 3) Zahtjevi za izmjene mogu uključivati:
 - a. preporučene korektivne radnje - uključuju pričuvne planove i obilaženja. To su odgovori koji nisu prvotno planirani, ali su nužni kako bi se bavili rizicima koji se pojavljuju i koji su prethodno bili neidentificirani ili pasivno prihvaćeni.
 - b. preporučene preventivne radnje - dokumentirane upute o tome kako provoditi neku aktivnost koja može smanjiti vjerojatnost pojave ili negativne posljedice koje su povezane s projektnim rizicima.
- 4) Ažuriran plan upravljanja projektom – ukoliko odobreni zahtjevi za izmjene imaju utjecaja na faze upravljanja rizicima, odgovarajuće se dokumentacijske

¹⁷⁹ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 26.

¹⁸⁰ Project Management Institute, op. cit., str. 311.

komponente plana upravljanja projektom revidiraju i ponovno izdaju kako bi odražavale odobrene izmjene.

- 5) Ažurirana projektna dokumentacija uključuje, ali nije ograničena na:
- a. Ažuriran dnevnik pretpostavki – kako nove informacije postaju dostupne, pretpostavke će se promijeniti same po sebi. Dnevnik pretpostavki mora se pregledati kako bi se uskladio s novim informacijama. Pretpostavke se mogu uključiti u izjavu o opsegu ili u zaseban dnevnik pretpostavki.
 - b. Ažurirana tehnička dokumentacija – kako nove informacije postaju dostupne, tehnički pristupi i fizičke isporuke mogu se promijeniti. Bilo koja pomoćna dokumentacija mora se pregledati kako bi se uskladila s novim informacijama.

3.6. Upravljanje procesom

Faza upravljanja procesom postoji kako bi se osiguralo da postupak upravljanja rizicima ostane učinkovit u rješavanju identificiranih projektnih rizika. Ova faza koristi ulazne podatke iz svake prethodno opisane faze procesa upravljanja rizikom te pregledava usvojeni pristup za svaku fazu, kao i za cjelokupni proces. Ta aktivnost pokriva svaki aspekt provedbe postupka upravljanja rizikom, uključujući alate i tehnike, intenzitet provedbe, uloge i odgovornosti. Osim toga obuhvaća i integraciju procesa upravljanja projektnim rizicima s drugim poslovnim procesima.¹⁸¹

Za tu je aktivnost odgovoran voditelj projekta, koji mora osigurati da proces upravljanja rizikom u svakom trenutku bude potpuno učinkovit u rješavanju rizika s kojim se projekt suočava. Aktivnost upravljanja procesom može se provoditi kroz formalne i redovne preglede procesa upravljanja projektnim rizicima ili neformalno tijekom cijelog trajanja projekta.¹⁸²

Planirani odgovori na rizike izvršavaju se tijekom životnog ciklusa projekta, ali je potrebno kontinuirano nadzirati projektni rad zbog novih rizika, rizika koji se mijenjaju te zastarjelih rizika.¹⁸³ Cjelokupni proces upravljanja rizicima treba pratiti i određeni

¹⁸¹ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 26.

¹⁸² Ibidem, str. 27.

¹⁸³ Project Management Institute, op. cit., str. 308.

proces kontrole. Taj proces se primjenjuje radi utvrđivanja odstupanja između upotrijebljenih akcija usmjerenih na uklanjanje rizika i onih koje su planski određene.¹⁸⁴

Proces nadzora i kontrole sustavno prati i ocjenjuje učinkovitost postupaka odgovora na rizik prema utvrđenim mjernim podacima. Ti rezultati mogu pružiti osnovu za razvoj dodatne strategije odgovora na rizik ili ažuriranje postojećih strategija odgovora na rizik te ponovnu analizu poznatih rizika.¹⁸⁵ Osnovni zadatak nadzora i kontrole rizika je uočavanje nastanka rizičnog događaja i realiziranje planiranog odgovora. Nakon pojave rizične situacije, potrebno je planove prilagoditi ili predvidjeti aktivnosti koje će vratiti projekt u početno planirane okvire.¹⁸⁶

U ovoj fazi procesa upravljanja rizicima potrebno je razmotriti sljedeća važna pitanja vezana uz rizike:

- 1) Koji su glavni rizici identificirani na ovom projektu (i prilike i prijetnje)? Da li bi bilo koji od ovih rizika mogao utjecati na slične projekte u budućnosti?
- 2) Koje su se predvidljive prijetnje zapravo dogodile i zašto? Koje su identificirane prilike propuštene i zašto?
- 3) Koje su se preventivne radnje mogle poduzeti kako bi se prijetnje smanjile ili izbjegle? Koje su se preventivne radnje mogle poduzeti kako bi se maksimizirale ili iskoristile prilike?
- 4) Koji odgovori su bili učinkoviti u upravljanju rizicima, a koji neučinkoviti?

Odgovorima na ova pitanja osigurat će se puna korist od provođenja projekta, ne samo stvaranjem skupa rezultata projekta, već doprinoseći organizacijskom učenju i znanju.¹⁸⁷

Na kraju svakog projekta potrebno je razmisliti o tome što je dobro funkcioniralo, što treba poboljšati te zabilježiti donesene zaključke kako bi se mogli koristiti na budućim projektima.¹⁸⁸ Ukoliko se ne izvrši revizija nakon projekta, uskraćuje se korist od iskustva te povećava mogućnost za ponavljanje istih pogrešaka u budućnosti.¹⁸⁹

¹⁸⁴ V. Cetinski, M. Perić, op. cit., str. 83.

¹⁸⁵ H. Kerzner, op. cit., str. 788.

¹⁸⁶ J. Gojšić et al., op. cit., str. 70.

¹⁸⁷ D. Hillson, op. cit., str. 48.

¹⁸⁸ Ibidem, str. 26.

¹⁸⁹ Ibidem, str. 30.

4. Pristupi upravljanju rizicima na projektu

Najčešći pristup upravljanju rizicima projekta je upravljanje pojedinačnim rizicima koji su zabilježeni i procijenjeni u registru projektnih rizika. Osim ovog pristupa postoje i alternativni pristupi koji mogu dodati veću vrijednost. U nastavku su opisana tri pristupa upravljanju rizicima, a to su višefazni proces odozgo prema dolje, kvantitativno predviđanje na temelju rizika te registar rizika.

Višefazni proces odozgo prema dolje može se koristiti od samog početka projekta. Ovaj pristup se temelji na sljedećim načelima:

- Potrebno je započeti s razumijevanjem projekta na visokoj razini, kako bi se osiguralo razumijevanje ukupnog rizika projekta te kako bi se rizik mogao kvantificirati i kako bi se njime moglo upravljati na prikladan i racionalan način.
- Proces upravljanja rizikom treba se baviti ključnim pitanjima koje zahtijevaju odluke temeljene na riziku.
- Ključna pitanja o riziku mogu se mijenjati od jedne faze procesa upravljanja rizicima do sljedeće, ovisno o odgovorima iz prethodne faze i drugim događajima koji su se dogodili u međuvremenu.
- Treba odabrati one tehnike upravljanja rizikom koje će odgovoriti na ključna pitanja – mogu biti potrebne različite tehnike tijekom uzastopnih faza procesa.
- Ove tehnike mogu se koristiti za optimizaciju odluka koje oblikuju projektno rješenje.

Osim što se može koristiti od samog početka projekta, prednosti ovog pristupa ogledaju se i u tome što: podržava temeljne projektne odluke, uspostavlja racionalan pristup procesu te učinkovito prepoznaje ključne odgovore. Primjeri tehnika koje se koriste u ovom pristupu su: jednostavni modeli rizika prve faze, parametarsko predviđanje troškova, matrica nesigurnosti i važnosti, analiza dionika, stablo odlučivanja te dijagrami utjecaja.¹⁹⁰

Drugi pristup odnosi se na kvantitativno predviđanje na temelju rizika. Ono uključuje modeliranje implikacija projektnih planova s ciljem dobivanja prognoze (koja se temelji na riziku) za trošak projekta i/ili datume završetka ključnih prekretnica. To mogu biti posebno vrijedne informacije na ključnim točkama odobravanja projekta kada zahtjevi

¹⁹⁰ Risk Management Capability, dostupno na: <http://www.rmcapability.com/>, (pristupljeno 29.04.2021.).

upravljanja uključuju procjene sa 50% i 90% mogućnosti ostvarenja. Prednosti ovog pristupa su to što kombinira implikacije svih rizika za predviđanje ukupnog rizika, stvara prognoze sa 50% i 90% mogućnosti ostvarenja, statističke analize identificiraju ključne aspekte rizika te se ti modeli mogu koristiti za modeliranje scenarija „što ako“. Tehnike koje se koriste u ovom pristupu su Monte Carlo analiza rizika troškova i vremenska te modeliranje rizika proizvoda.¹⁹¹

Treći pristup je registar rizika. To je uobičajeni pristup koji se koristi za identificiranje popisa rizika te planiranje odgovora na rizike. Rizici se kontinuirano provjeravaju kako bi se ažurirale informacije o njima te provjerilo da li su implementirani odgovori na rizike. S obzirom da je ovaj pristup relativno nesofisticiran, ne zahtijeva previše iskustva te ukoliko se dobro provodi potiče dobru timsku kulturu. Osim registra rizika u ovom pristupu se koristi i matrica vjerojatnosti – utjecaja.

Svaki od prethodno opisanog pristupa ima određene prednosti u različitim fazama projekta. Stoga se najbolji rezultati mogu postići kombiniranjem sva tri pristupa.¹⁹²

Upravljanje rizicima na projektu se može provesti reaktivno ili proaktivno te neformalno ili formalno, kao što je prikazano na Slici 5.

Slika 5. Pristupi upravljanju rizicima na projektu

Formalni		
Neformalni		
	Reaktivan	<u>Proaktivan</u>

Izvor: P. J. Edwards et al., *Managing Project Risks*, Wiley – Blackwell, 2020., str. 71.

Rizikom se reaktivno upravlja kada se nešto dogodi na projektu te relevantni dionik poduzme radnje za rješavanje posljedica nakon određenog događaja. Za razliku od reaktivnog, proaktivno se upravlja rizicima kada dionik na vrijeme i planski razmatra

¹⁹¹ Loc. cit.

¹⁹² Loc. cit.

mogućnost da se određeni događaji dogode tijekom projekta, pri čemu bi posljedice tih događaja mogle utjecati na ciljeve projekta, te shodno tome unaprijed planira rješavanje potencijalnih događaja.

Neformalni pristupi upravljanju rizicima podrazumijevaju da su aktivnosti ad hoc, s njima se hitno odlučuje te nisu povezane s bilo kakvim prethodnim planiranjem. S druge strane, formalni pristupi proizlaze iz politika i postupaka koji su unaprijed preispitani te na odgovarajući način planirani, osigurani resursima i proračunom.

Iz Slike 5. proizlazi da će pristupi upravljanju rizicima koji se nalaze više prema gornjem desnom kvadrantu vjerojatnije biti sustavniji od onih koji padaju prema donjem lijevom. Važno je istaknuti da ne postoji jedinstveni idealan sustav upravljanja rizicima, ali oni koji su proaktivniji i formalniji vjerojatno će biti učinkovitiji od onih koji nisu.¹⁹³

Jednostavno upravljanje najnižim troškovima može ostaviti projekt izložen inherentnim rizicima. Identificiranje tih rizika i izgradnja planova ublažavanja vode prema suočavanju s rizicima, ali takav pristup može biti previše reaktivan jer se na plan ublažavanja poziva samo onda kada bi potencijalne prijetnje postale problem, a prilike se ne koriste aktivno.¹⁹⁴

Razlog zbog kojeg projekti uspijevaju je uglavnom taj jer njihovi voditelji dobro rade dvije stvari. Prvo, čelnici prepoznaju da velik dio posla na bilo kojem projektu, čak i na visokotehnološkim projektima, nije nov. Bilješke, zapisi i lekcije naučene na ranijim projektima mogu biti mapa za identificiranje i u mnogim slučajevima izbjegavanje mnogih potencijalnih problema. Drugo, temeljito planiraju projektni rad, posebno dijelove koji zahtijevaju inovacije, kako bi razumjeli izazove koji su pred njima i predvidjeli mnoge rizike. Učinkovito upravljanje projektnim rizikom oslanja se na obje ove ideje. Gledajući unatrag, prošli se neuspjesi mogu izbjeći, a gledajući naprijed kroz planiranje projekta, mnogi budući problemi mogu se minimizirati ili eliminirati.¹⁹⁵

U nastavku će se prikazati pristupi upravljanju rizicima na dva slična projekta.

¹⁹³ P. J. Edwards et al., op. cit., str. 71.

¹⁹⁴ APM Risk Management Specific Interest Group, op. cit., str. 2.

¹⁹⁵ T. Kendrick, op. cit., str. 4.

5. Projekt izgradnje mosta Golden Gate

Golden Gate je prolaz koji povezuje zaljev San Francisco s Tihim oceanom, Kalifornija, SAD; a širok je od 1,6 do 5 kilometara. Za ovaj prolaz karakteristične su česte magle, koje nastaju ljeti miješanjem hladnoga zraka s mora i toplog iz unutrašnjosti. Od 1933. do 1937. preko prolaza je sagrađen 2737 metara dug viseći most (Golden Gate Bridge) s glavnim rasponom od 1280 metara te se ubraja među najveće viseće mostove u svijetu.¹⁹⁶

Most se proteže zaljevom te povezuje sjeverni dio San Francisca s Marin Countyjem u Kaliforniji. Prije izgradnje mosta jedini način putovanja između ove dvije lokacije bio je trajektom.¹⁹⁷ Njegovom izgradnjom izbjegnuta je višesatna vožnja oko zaljeva, ali i upropašten posao trajektnim prijevoznicima, koji su godinama snažno lobirali protiv izgradnje.¹⁹⁸ Izgradnja mosta u zaljevu San Francisco predstavljala je mnoge financijske i inženjerske probleme koji su zahtijevali višegodišnje pažljivo planiranje, mnogobrojne studije i obrazovanje.¹⁹⁹

Strauss i njegov tim od početka su imali mnoge zapreke i probleme, uključujući i brojne grupe ljudi koji se nisu slagali s gradnjom mosta. Među njima su bili skeptični lokalni političari koje je brinula cijena gradnje, udruge za zaštitu okoliša te organizacije u čijem su vlasništvu bili trajekti jer su se bojali gubitka posla. Neki inženjeri čak su govorili da je nemoguće izgraditi tako veliki viseći most, a prikupljanje sredstava bilo je još teže, osobito na početku Velike depresije.

Unatoč zaprekama, uspjelo se prikupiti 35 milijuna dolara. Na samom početku gradnje, radnici su se suočili s jakim morskim strujama, vjetrovima i gustom maglom u Golden Gate zaljevu. Za vrijeme gradnje poginulo je jedanaest radnika. Od toga je njih deset poginulo u jednom danu, 17. veljače 1937. godine, kada su njihove skele pale i probile

¹⁹⁶Golden Gate, *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=22527>, (pristupljeno 14.08.2022.).

¹⁹⁷ A. Bura, *Početak gradnje mosta Golden Gate*, 2016., dostupno na: <https://studentski.hr/vijesti/nadanasnji-dan/pocetak-gradnje-mosta-golden-gate>, (pristupljeno 01.06.2022.).

¹⁹⁸ Ž. Marušić, *5. siječnja 1933. započela izgradnja slavnog mosta Golden Gate*, 2022., dostupno na: <https://autoportal.hr/vremeplov/5-sijecnja-1933-zapocela-izgradnja-slavnog-mosta-golden-gate/>, (pristupljeno 02.06.2022.).

¹⁹⁹ R. T. Loomis, *The history of building of the Golden Gate bridge*, 1958., str. 7, dostupno na: https://www.goldengate.org/assets/1/6/loomis_dissertation_1958.pdf (pristupljeno 29.07.2022.).

zaštitnu mrežu.²⁰⁰ Vrlo je teško procijeniti koliko je bilo otvorenih radnih mjesta tijekom izgradnje mosta. Na vrhuncu građevinske aktivnosti, 1936. godine, bilo je zaposleno oko 1000 radnika.²⁰¹

5.1. Rizici projekta

U kolovozu 1919. gradske su vlasti San Francisca službeno zatražile da inženjer grada San Francisca Michael M. O'Shaughnessy istraži mogućnost izgradnje mosta koji bi prelazio preko tjesnaca Golden Gate. O'Shaughnessy se savjetovao s brojnim inženjerima diljem Sjedinjenih Američkih Država o izvedivosti i cijeni izgradnje mosta preko tjesnaca. Većina je nagađala da bi most koštao više od 100 milijuna dolara i da se ne bi mogao izgraditi. No, Joseph Baermann Strauss istupio je i rekao da je takav most ne samo izvediv, već da bi se mogao izgraditi za 25 do 30 milijuna dolara.²⁰²

Strauss je 1921. godine zaposlio Charlesa A. Ellisa da mu predvodi osoblje te ga je vrlo brzo unaprijedio do potpredsjednika Strauss Engineering Corporation, zaduženog za projektiranje mostova i nadzor izgradnje.

28. lipnja 1921. Strauss je predao svoje preliminarne skice O'Shaughnessyju i Edwardu Raineyju, tajniku gradonačelnika San Francisca. Procjena troškova za njegov izvorni dizajn, simetrični konzolno-ovješeni hibridni most bila je 17 milijuna dolara.²⁰³ Do 1927. godine cijena izgradnje mosta porasla je na 27 milijuna dolara.²⁰⁴

O'Shaughnessyju je trebalo godinu i pol da javnosti predstavi dizajn konzolno-ovješeng hibridnog mosta. Tijekom tog vremena, Strauss je promicao ideju mosta, koristeći svoj originalni dizajn, u zajednicama diljem sjeverne Kalifornije. Posvetio se uvjeravanju gradskih čelnika da je most ne samo izvediv nego da se može platiti samo prihodima od cestarina. Njegova energija se isplatila, jer kada je O'Shaughnessy u prosincu 1922. godine objavio njegov dizajn, javnost nije izrazila protivljenje.²⁰⁵

Profesor George F. Swain sa Sveučilišta Harvard i Leon Moisseiff, projektant njujorškog mosta Manhattan, razmotrili su Straussove planove za simetrični konzolno-

²⁰⁰ A. Bura, op. cit.

²⁰¹ R. T. Loomis, op. cit., str. 160.

²⁰² Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District, dostupno na: <https://www.goldengate.org>, (pristupljeno 08.06.2022.).

²⁰³ Loc. cit.

²⁰⁴ R. T. Loomis, op. cit., str. 62.

²⁰⁵ Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District, op. cit.

ovješeni hibridni most te zaključili da je praktičan s inženjerskog stajališta i da ga je moguće izgraditi. Moisseiff je 1925. godine izrazio zabrinutost zbog hibridnog dizajna te je podnio Straussu svoje Izvješće o usporednom dizajnu ukrućenog visećeg mosta preko tjesnaca Golden Gate u San Franciscu, u kojem opisuje dizajn koji je u suprotnosti s dizajnom hibridnog mosta, tj. dizajn raspona ovjesa. Ovaj koncept raspona ovjesa nije odmah postao vodeći dizajn jer je Strauss nastavio s kampanjom za most koristeći svoj originalni simetrični hibridni dizajn konzolno-ovjesnog mosta sve do 1929. godine.²⁰⁶

Do 1932. godine dodatna geodetska istraživanja, inženjerske studije te napredak postignut u samoj znanosti o izgradnji mostova, potaknuli su Straussa da napravi neke izmjene i brisanja. Najznačajnija promjena bila je ranije spomenuta zamjena dizajna. Osim toga, promjena se odnosila i na lokaciju glavnih stupova. Na temelju provedenog sondiranja, otkrivene su pogreške u ranijim snimkama u vezi s nagibom dna kanala na strani Marin. Shodno tome duljina središnjeg raspona morala se produljiti.²⁰⁷

Izgradnja mosta uključivala je mnoge izazove. Za tjesnac su karakteristične brze plime, česte oluje i magle koje su otežavale samu izgradnju. Radnici su se morali boriti s problemom miniranja stijena ispod duboke vode kako bi postavili temelje otporne na potres.²⁰⁸

Od ožujka 1933. do ožujka 1934. godine gradila se je pristupna platforma za glavni stup. Nedugo nakon što je stup dovršen, prvi je put značajno oštećen u kolovozu 1933. godine kada se Sidney M. Hauptman probijao kroz gustu maglu te se zabio u njega. Nakon obavljenih popravaka, u prosincu 1933. godine, dok je jugozapadni olujni vjetar dva dana „udarao“ po tjesnacu Golden Gate, ponovno je bio oštećen glavni stup. Ubrzo nakon toga započeli su njegovi popravci koji su završili u ožujku 1934. godine.²⁰⁹

5.2. Pristupi upravljanju rizicima na projektu

Gradski inženjer San Francisca Michael O'Shaughnessy, tajnik gradonačelnika San Francisca Edward Rainey i inženjer Joseph B. Strauss predložili su da se formira

²⁰⁶ Loc. cit.

²⁰⁷ R. T. Loomis, op. cit., str. 135.

²⁰⁸ The Editors of Encyclopaedia Britannica, Golden Gate Bridge, dostupno na: <https://www.britannica.com/topic/Golden-Gate-Bridge>, (pristupljeno 15.06.2022.).

²⁰⁹ Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District, op. cit.

posebni okrug države Kalifornije za izgradnju mosta. Smatrali su da je on potreban za nadzor financiranja, projektiranja i izgradnje mosta te kako bi sve županije koje sudjeluju u tom projektu imale pravo glasa.²¹⁰

Ubrzo nakon toga došlo je do snažnog protivljenja stakeholdera (engl. stakeholder), posebice trajektnih kompanija. Pokrenuta je agresivna kampanja za zaustavljanje izgradnje mosta i formiranja posebnog okruga kao subjekta izgradnje mosta. Uslijedilo je osam godina protivljenja i parnica.²¹¹

Na sastanku održanom 13. siječnja 1923., na kojem su sudjelovali predstavnici dvadeset i jedne županije, dogovoreno je da se osnuje Udruga Bridging the Golden Gate u svrhu poticanja izgradnje mosta što je prije moguće.²¹² Kroz svoju kampanju „Bridge-the-Gate“ udruga je promovirala svoju ideju diljem sjevernih kalifornijskih okruga te se zalagala za ishodenje zakonske regulative za provedbu projekta.

Izgradnju mosta moglo je odobriti samo Ministarstvo rata jer je ono bilo vlasnik zemlje s obje strane tjesnaca. Okruzi San Francisco i Marin su 1924. godine podnijeli Ministarstvu rata zajednički zahtjev za izdavanje dozvole za izgradnju mosta te je iste godine izdana privremena dozvola. Konačna dozvola za izgradnju mosta izdana je 1930. godine.²¹³

Tijekom 1927. i 1928. godine oponenti su iznijeli snažne argumente protiv izgradnje mosta. Zemljoposjednici, osobito drvodjelci i stočari u okruzima Mendocino, Sonoma i Napa, oštro su se bunili protiv uključivanja njihove imovine u projekt izgradnje. Izgradnji mosta protivili su se i lokalni inženjeri zbog same dužine mosta i dubine mora, ali i potencijalnih visokih troškova izgradnje.²¹⁴

Velika skupina građanskih vođa usprotivila se financiranju mosta kroz predložene obveznice te su formirali Odbor poreznih obveznika protiv obveznica kako bi se borili protiv usvajanja mjere obveznica. Kako bi pružili potporu za mjeru obveznica sindikati, građanske, trgovačke i lobističke organizacije pojačale su svoje kampanje. Udruga Redwood Empire promovirala je turizam u okruzima sjeverne Kalifornije. Kalifornijska

²¹⁰ Loc. cit.

²¹¹ Loc. cit.

²¹² J. Van Der Zee, *The Gate: The True Story of the Design and Construction of the Golden Gate Bridge*, New York, Simon & Schuster, 1986., str. 43., dostupno na: <https://archive.org/details/gatetruestoryofd00vand/mode/2up?view=theater>, (pristupljeno 20.06.2022.).

²¹³ Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District, op. cit.

²¹⁴ R. T. Loomis, op. cit., str. 50.

državna automobilska udruga znala je da će most potaknuti prodaju automobila. Gospodarska komora San Francisca složila se da bi most mogao riješiti probleme nezaposlenosti. Birači su 1930. godine izašli na birališta s pitanjem hoće li unaprijediti svoje domove, farme i poslovnu imovinu kao zalog za izdavanje obveznica za financiranje izgradnje mosta Golden Gate. Veliki broj birača glasovao je za, što znači da su ljudi vjerovali u viziju glavnog inženjera Josepha Straussa.²¹⁵

Strauss je 1929. godine pristupio završnim inženjerskim i prometnim istraživanjima. Angažirao je sve resurse vlastite kompanije za mostove, uključujući radnu snagu i objekte. Isto tako, angažirao je niz vanjskih stručnjaka kao što su Andrew C. Lawson sa Sveučilišta u Kaliforniji, geolog konzultant i Sydney W. Taylor, Jr. iz Berkeleya, Kalifornija, inženjer prometa. Istraživanja o kontroverznim kamenim temeljima započela su u studenom sljedeće godine, kada je kompanija iz Minneapolisa angažirana da napravi bušotine na mjestu predloženih stupova i sidrišta.²¹⁶ Istovremeno su ponovno napravljene studije trase mosta, vrste mosta koji će se graditi, izgradnje pristupnih cesta te prometna analiza. Istraživanja su završila u veljači 1930. godine te je sljedećeg mjeseca inženjerima mosta bilo dostavljeno cjelovito izvješće koje je obuhvaćalo sve projekte realizirane u protekloj godini. Inženjerski odbor je zaključio da je most izvediv ekonomski i konstrukcijski. S obzirom na optimistično izvješće odbora inženjera, planovi za izgradnju mosta podneseni su Ministarstvu rata na konačno federalno odobrenje.²¹⁷

Tijekom trajanja izgradnje mosta vrlo je važno bilo osigurati potrebna financijska sredstva kako bi se izgradnja dovršila u planiranom roku. Velika ekonomska kriza i rasprave o pouzdanosti temelja južnog mola učinili su financiranje iznimno teškim te povremeno prijetili zaustavljanjem izgradnje.²¹⁸ Zahvaljujući sindikatu obveznica koji je izvršio pravovremenu kupnju obveznica omogućeno je izvođačima da nastave izgradnju bez prekida.²¹⁹

²¹⁵ Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District, op. cit.

²¹⁶ R. T. Loomis, op.cit., str. 57.

²¹⁷ Ibidem, str. 58.

²¹⁸ Ibidem, str. 127.

²¹⁹ Ibidem, str. 128.

Radovi na južnoj obali, na strani San Francisca, bili su usporeni zbog potrebe razvijanja posebnih planova koji bi uvažili izvanredne uvjete koji su tamo postojali. Otvoreno more, brze plimne struje, snažni vjetrovi te opći uzburkani uvjeti vode zahtijevali su usvajanje jedinstvenih građevinskih tehnika i postupaka.²²⁰ Mnoge studije bile su posvećene izgradnji poda mosta, s obzirom da bi pritisci od jakih vjetrova i sezonskih oluja uzrokovali znatnu količinu bočnog nagiba te vertikalnog pomicanja gore-dolje kretanja.²²¹ Tijekom jednog istraživanja uspjeli su reproducirati uvjete uzrokovane uzdužnim i poprečnim opterećenjima te izmjeriti učinak vjetra i potresa na most.²²²

Bez obzira na jake vjetrove, uzburkane struje i velike visine koje su predstavljale izazov za rad, Strauss je bio odlučan nadmašiti smrtonosni prosjek industrije od jednog smrtnog slučaja na milijun dolara utrošenih na građevinski projekt. Golden Gate nije bio prvi veliki projekt u kojem su korištene kacige i sigurnosna užad, ali je bio prvi u kojem je bila nametnuta njihova upotreba uz prijetnju otkazom.

Radnici su imali i respiratorne maske za zakivače koje su sprječavale udisanje para zaraženih olovom, naočale bez odsjaja za bolju vidljivost i zaštitu od „snježnog sljepila“ te posebnu kremu za ruke i lice za zaštitu od udara vjetra. Osim toga postojala je terenska bolnica s liječnikom na licu mjesta te zaštitna mreža koja je bila ovješena ispod „poda“ mosta tijekom izgradnje kolničke konstrukcije. Zaštitna mreža se protezala deset stopa izvan skela s obje strane što je radnicima donijelo veće povjerenje te mogućnost bržeg obavljanja posla. Iako je ta mreža spasila devetnaest muškaraca od pada i smrti, a Straussovi sigurnosni propisi smatrali se najrigoroznijima u povijesti izgradnje mostova, tragedija nije zaobišla projekt. Tijekom četiri godine izgradnje mosta poginulo je ukupno jedanaestero radnika.²²³

5.3. Osvrt na projekt

Planiranje izgradnje mosta započelo je u dvadesetim godinama prošlog stoljeća, a glavni inženjer bio je Joseph B. Strauss, koji je sudjelovao u gradnji mnogih mostova diljem Sjedinjenih Američkih Država.²²⁴ Osim Strauss-a, za projektiranje i izgradnju

²²⁰ Ibidem, str. 138.

²²¹ Ibidem, str. 142.

²²² J. Van Der Zee, op. cit., str. 191.

²²³ Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District, op. cit.

²²⁴ A. Bura, op. cit.

mosta zaslužni su inženjeri Irving Morrow i Charles Ellis.²²⁵ Prethodno iskustvo te prikladne osobine projektnog menadžera, u ovom slučaju Strauss-a vodile su projekt ka uspjehu.

Od samog početka projekt se susretao s brojnim problemima i preprekama, kao što su protivljenje stakeholdera, prikupljanje potrebnih sredstava, izdavanje dozvole za izgradnju mosta. Strauss je proveo brojna istraživanja, uključio mišljenja drugih znanstvenika te na taj način riješio mnoge probleme i prije početka izgradnje mosta. Osim toga, Strauss je vodio izgradnju mosta te surađivao s timom inženjera, arhitekata, geologa te mnogim predanim izvođačima i radnicima koji su bili uključeni u projekt.²²⁶

Tijekom izgradnje mosta Strauss je kontinuirano razmatrao mogućnost da se određeni rizični događaji dogode tijekom projekta te shodno tome unaprijed planirao rješavanje tih potencijalnih događaja.

Uz sklapanje ugovora 1932. godine, glavni inženjer i njegovo osoblje izradili su konačni plan izgradnje mosta. Vremenski raspored ovisio je o proizvodnji i pravovremenom dolasku narudžbe čelika. Shodno tome, s dužnosnicima čeličane razvio se plan prema kojem su tvornice proizvodile tražene artikle puno prije nego što je to bilo potrebno.²²⁷

Joseph B. Strauss, zajedno s mnogim predanim radnicima i profesionalcima, nadgledali su stvaranje strukture koja je postala svjetski poznata, stekavši reputaciju najspektakularnijeg mosta na svijetu i jednog od najposjećenijih mjesta na svijetu.²²⁸

Most je završen u roku od četiri godine, i to 27. svibnja 1937. godine kada je i otvoren za javnost.²²⁹ Premda je u području San Francisca bilo nekoliko snažnih potresa od puštanja u pogon, most Golden Gate nije bio značajnije oštećen ni u jednom od njih, što pokazuje kvalitetu projekta i izvedbe.²³⁰

²²⁵ Ž. Maružić, op. cit.

²²⁶ Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District, op. cit.

²²⁷ R. T. Loomis, op. cit., str. 136.

²²⁸ Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District, op. cit.

²²⁹ A. Bura, op. cit.

²³⁰ Ž. Maružić, op. cit.

6. Projekt izgradnje tunela Laerdal

Tunel Laerdal je najduži cestovni tunel na svijetu, a dužina mu je 24,5 km. Proteže se između Aurlanda i Laerdala na novoj glavnoj autocesti koja povezuje dva najveća grada u Norveškoj, Oslo (glavni grad, koji se nalazi na istoku) i Bergen (koji se nalazi na zapadnoj obali).²³¹

Norveški parlament je 1975. godine odlučio da glavna cesta između Bergena i Osla ide preko Filefjell-a. Godine 1992. Parlament je potvrdio tu odluku i donio zaključak da cesta prolazi kroz tunel između Laerdala i Aurlanda.²³²

Taj dio zemlje ima relativno lošu razinu pouzdanosti u cestovni prijevoz zbog planinskog područja i uskih cesta u kombinaciji s brojnim prijelazima preko fjordova. Stoga je za to područje odobrena izgradnja tunela. Ovaj tunel predstavlja važan dio proširenja pouzdane cestovne veze bez trajekta između dva najveća grada u Norveškoj.²³³

Tunel je izgrađen s ciljem povezivanja norveških zajednica koje su u dugim zimskim mjesecima ostajale odsječene jedna od druge planinama, ledenjacima i fjordovima, te su se suočavale s teškim prijelazima preko planina i vožnjama trajektom u ekstremnim vremenskim uvjetima.²³⁴

Izgradnja tunela Laerdal započela je 1995. godine, a otvoren je 2000. godine. Ukupni trošak izgradnje iznosio je oko 113 milijuna dolara.²³⁵

Glavni izvođači radova na tunelu bile su dvije kompanije, Norveška uprava javnih cesta i privatna švedska kompanija NCC Anlegg AS. Norveška uprava javnih cesta iskopala je dionice – 11 km sa strane Aurlanda i 500 m od Laerdala, dok je privatna švedska kompanija probušila pristupni tunel iz Tynjadala (2.1 km) i dionicu od 13 km sa strane

²³¹ Geotech, *Lighting effects in the longest road tunnel in the world – the Laerdal Tunnel, Norway*, dostupno na: <https://www.geotech.hr/en/lighting-effects-in-the-longest-road-tunnel-in-the-world-the-laerdal-tunnel-norway/>, (pristupljeno 23.08.2022.).

²³² Engineering.com, *Laerdal Tunnel*, dostupno na: <https://www.engineering.com/story/laerdal-tunnel>, (pristupljeno 10.08.2022.).

²³³ Road Traffic Technology, *The World's Longest Road Tunnel – Laerdal Tunnel, Norway*, dostupno na: <https://www.roadtraffic-technology.com/projects/laerdal-tunnel/>, (pristupljeno 14.08.2022.).

²³⁴ Thermal Intelligence, *Lessons From The World's Most Extreme Builds*, dostupno na: <https://thermalintelligence.com/lessons-from-the-worlds-most-extreme-builds/>, (pristupljeno 08.07.2022.).

²³⁵ T. Sharjeel, *The Longest Road Tunnel In The World: Laerdal Tunnel, 2021.*, dostupno na: <https://wonderfulengineering.com/the-longest-road-tunnel-in-the-world-laerdal-tunnel>, (pristupljeno 23.08.2022.).

Laerdala. Osim izvođača, angažiran je bio i konzultant za sva geološka i inženjerska pitanja – Norveški geotehnički institut iz Osla.²³⁶

6.1. Rizici projekta i pristupi upravljanju rizicima na projektu

Kada je 1992. počelo planiranje izgradnje tunela Laerdal, postojao je negativni fokus na duljinu tunela i uključene sigurnosne rizike. Izvještaji od drugih dugih tunela ukazivali su na monotoniju kao mogući sigurnosni problem te da je nužno poduzeti mjere kako bi se izbjegle nesreće uzrokovane gubitkom koncentracije ili spavanjem vozača tijekom vožnje. Voditelj projekta izgradnje tunela Laerdal bio je Jon Kvaale, dok je voditelj izgradnje bio Gunnar Lotsberg.²³⁷

U području tunela uglavnom postoje čvrste metamorfne stijene. Prevladavajući tip stijene je prekambrijski gnajs, jaka stijena koja stvara povoljne uvjete za iskop. Rasjedne zone i druge slabe zone otežavale su održavanje krovine tijekom bušenja.²³⁸ Prilikom bušenja stijene 10 km od Aurlanda, došlo je do velikog pada kamenja s krova tunela. Da bi se nastavilo, najprije se cijelo mjesto pada betoniralo, a zatim je probušen novi tunel kroz odronjenu stijenu i beton.²³⁹

Tunel je izgrađen prema norveškoj metodi tuneliranja (NMT) prema kojoj se upotrebljava eksploziv za rudarske stijene i potporu otkopa. Zone slabljenja zahtijevaju dodatno ojačanje prema geološkim i inženjerskim procjenama. Završna oplata se ugrađuje dodatnim sidrenjem i po potrebi špricanim betonom.²⁴⁰

Radovi tijekom izgradnje tunela Laerdal podijeljeni su u četiri glavne faze:

- 1) Bušenje
- 2) Miniranje
- 3) Utovar i transport

²³⁶ Z. Pilecki, *The chosen problems of planning and constructing of Laerdal Tunnel / Norway*, str. 3, dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/305033212_Wybrane_zagadnienia_projektowania_i_budowy_tunelu_drogowego_Laerdal_The_chosen_problems_of_planning_and_constructing_of_Laerdal_Tunnel_in_Norway, (pristupljeno 12.08.2022.).

²³⁷ J. Krokeborg, *Strait Crossings 2001*, Netherlands, A.A.Balkema, 2001., str. 469, dostupno na: https://books.google.hr/books/about/Strait_Crossings_2001.html?id=mGNcGfH33EoC&redir_esc=y, (pristupljeno 15.07.2022.).

²³⁸ Z. Pilecki, op. cit., str. 4.

²³⁹ Engineering.com, op. cit.

²⁴⁰ Z. Pilecki, op. cit., str. 5.

4) Iskop i uređenje okoliša.²⁴¹

Smjer bušenja tunela određen je na temelju mjerenja pomoću laserskih zraka kalibriranih satelitskim mjerenjima. Pomoću automatski upravljanih strojeva – računala, koji su vođeni laserskim zrakama izvedeno je bušenje bušotina.²⁴²

Probijanje tunela obavljeno je uz upotrebu računalno-upravljačke bušeće garniture te tradicionalnog bušenja i miniranja. Da bi se osigurala geometrijska preciznost, važno je bilo da su radovi bušenja i miniranja izvedeni sa visokom točnošću.²⁴³ Bušenje na tunelu Laerdal izvedeno je s tri ili četiri lokacije istovremeno, što operacije čini vrlo intenzivnim.²⁴⁴ Na taj način je tijekom iskopa iz tunela uklonjeno ukupno 2,5 milijuna kubičnih metara stijenske mase. Paralelno sa izgradnjom tunela, gradila se i cesta kojom se kontinuirano izvezio materijal kako bi radovi bili na vrijeme dovršeni.²⁴⁵

Jedan od najvećih izazova kod planiranja izgradnje tunela bilo je zbrinjavanje velike količine iskopanog kamena na način da ne šteti okolišu. Laerdal i Aurland imaju jedinstvene prirodne i krajobrazne vrijednosti. Shodno tome, većina iskopanog materijala deponirana je blizu izlaza pristupnog tunela u dolini Tynjadal, bez utjecaja na dolinu i bez opasnog otjecanja na vodotoke Laerdala.²⁴⁶

Prilikom izgradnje tunela jedan od izazova bio je i kako osigurati dovoljnu količinu svježeg zraka tijekom vožnje kroz tunel. Od tunela do obližnje doline prokopano je ventilacijsko okno, dugačko 2,5 kilometara. Cirkulacija svježeg zraka funkcionira na način da svježi zrak ulazi sa obje strane tunela, dok onečišćeni zrak izlazi kroz ventilacijsko okno. Radi velike količine onečišćenog zraka, odlučeno je da se iz smjera Aurlanda paralelno s tunelom probije još jedan manji tunel.²⁴⁷ Sustav ventilacije izveden je na način da se onečišćeni zrak i prašina usmjeravaju u manji tunel. Taj sustav je opremljen i uređajem za pročišćavanje zraka koji ima dva ventilatora s odgovarajućim filterima. Ideja za ovaj sustav nastala je na temelju međunarodnog istraživačkog projekta u suradnji s ABB Miljo AS.²⁴⁸ Važno je napomenuti da ukoliko

²⁴¹ Road Traffic Technology, op. cit.

²⁴² Z. Pilecki, op. cit., str. 6.

²⁴³ Geotech, op. cit.

²⁴⁴ Engineering.com, op. cit.

²⁴⁵ Geotech, op. cit.

²⁴⁶ Z. Pilecki, op. cit., str. 7.

²⁴⁷ Geotech, op. cit.

²⁴⁸ Z. Pilecki, op. cit., str. 8.

dođe do kvara ventilacijskog sustava ili stvaranja kolone vozila koja proizvode značajne količine ispušnih plinova, tunel će se automatski zatvoriti za promet.²⁴⁹

Jedan od najvećih izazova s kojim su se inženjeri susreli bilo je osvjetljenje tunela.²⁵⁰ Norveška uprava za javne ceste (NPRA) trebala je projektirati tunel tako da ljudi ne smatraju 20-minutnu vožnju monotonom, čime gube koncentraciju tijekom dugog putovanja. Radna skupina koja je bila predvođena iskusnim psiholozima iz SINTEF-a (Udruga za industrijska i tehnološka istraživanja) blisko je surađivala s NPRA-om kako bi procijenila što bi se moglo napraviti kako bi putovanje kroz tunel bilo ugodno iskustvo.²⁵¹

Kao rješenje uvedeni su blagi zavoji između ravnih dionica ceste i velikih špilja.²⁵² Tunel je podijeljen u četiri dijela, glavni dio i tri proširenja (špilje) u razmacima od 6 kilometara.²⁵³ Te špilje razbijaju monotoni pogled na tunel te vozačima pružaju mjesta gdje se mogu odmoriti ili okrenuti.²⁵⁴

U svim dijelovima tunela postavljen je sustav rasvjete koji simulira prirodno svjetlo u zoru. Tunel je obasjan bijelim svjetlom, dok su špilje prožete plavo-žutim svjetlima kako bi se stekao dojam izlaska sunca.²⁵⁵ U cilju sprječavanja gubitka koncentracije vozača i izazivanja sudara na sredinu kolničke trake postavljena je traka s glasnom tutnjavom. Ukoliko vozač prijeđe iz svoje prometne trake u drugu ona se aktivira i na taj način ga upozorava.²⁵⁶

Poduzete su posebne mjere za praćenje rizika i opremanje tunela odgovarajućim komponentama sigurnosnog sustava. Poučeni iskustvom stečenim tijekom gradnje nekoliko dugačkih tunela, Norvežani su veliku pozornost posvetili prevenciji prometnih nesreća i implementaciji učinkovitog sustava za otklanjanje različitih vrsta komunikacijskih problema.²⁵⁷

²⁴⁹ Ibidem, str. 10.

²⁵⁰ Thermal Intelligence, op. cit.

²⁵¹ Road Traffic Technology, op. cit.

²⁵² Thermal Intelligence, op. cit.

²⁵³ Geotech, op. cit.

²⁵⁴ Thermal Intelligence, op. cit.

²⁵⁵ Geotech, op. cit.

²⁵⁶ Thermal Intelligence, op. cit.

²⁵⁷ Z. Pilecki, op. cit., str. 8.

Neke od sigurnosnih mjera u tunelu su: SOS telefoni na svakih 250 metara, aparati za gašenje požara svakih 125 metara, 15 mjesta za okretanje, sigurnosne uvale u slučaju kvara vozila na svakih 500 metara.²⁵⁸ Ukoliko se dogodi prometna nesreća ili neka druga situacija, tunel će biti zatvoren s momentalnim učinkom iz nadzornog centra. Svi vozači koji ulaze u tunel putem radija dobivaju informaciju trebaju li pričekati ili se eventualno okrenuti i izaći iz tunela.²⁵⁹

Interconsult, član Cowi grupe, bio je uključen kao konzultant za elektrifikaciju i automatizaciju na projektiranju svih električnih instalacija u tunelu. Osim toga bio je uključen i u elektro konstrukciju sustava ventilacije tunela. Interconsult je imao ključnu ulogu u uspostavljanju sigurnosti prometa kao ključnog parametra u projektiranju tehničkih instalacija.²⁶⁰

Norveška uprava za ceste izgradila je brojne tunele diljem zemlje te s obzirom na to posjeduje bazu podataka u kojoj je zabilježena većina pogrešaka koje su se dogodile prilikom gradnje tunela. Taj sustav omogućuje brzo pronalaženje relevantnih informacija te identifikaciju rizika i stručnjaka iz cestovnog područja.²⁶¹

Ovaj projekt obilježilo je nekoliko rizika, kao što su osiguravanje dotoka svježeg zraka u samom tunelu te adekvatno osvjetljenje unutar tunela. Zahvaljujući suradnji brojnih stručnjaka iz tog područja, za većinu rizika su se moguća rješenja razmatrala na vrijeme i planski. Dostupnost moderne tehnologije te iskustvo i vještine u izgradnji dugih tunela omogućili su uspješnu izgradnju tunela Laerdal.

6.2. Usporedba s projektom izgradnje mosta Golden Gate

Projekti izgradnje mosta Golden Gate i tunela Laerdal su vrlo slični po veličini i složenosti, te oba predstavljaju velike građevinske projekte koji su obilježeni brojnim rizicima. Kod oba projekta prisutno je planiranje na temelju prethodnog iskustva. Zahvaljujući mnogobrojnom prethodnom iskustvu u gradnji dugih tunela, bilo je dostupno puno više informacija kod izgradnje tunela nego kod izgradnje mosta. Radi mnogobrojne radne snage koja je bila potrebna kod oba projekta komunikacija je bila

²⁵⁸ Ibidem, str. 9.

²⁵⁹ Road Traffic Technology, op. cit.

²⁶⁰ Loc. cit.

²⁶¹ Norwegian Tunnelling Society, *Publication 18: Subsea Tunnels*, Oslo, Helli Grafisk AS, 2009., str. 25, dostupno na: <https://nff.no/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/Publication-18.pdf>, (pristupljeno 01.08.2022.).

temelj dobrog upravljanja. Osim toga, kako bi se povećala produktivnost na oba projekta nužno je bilo izgraditi infrastrukturu koja je omogućila povoljnije uvjete za radnike te brži rad.

Kod oba projekta prisutni su meteorološki i ljudski potencijali kao izvori rizika. Meteorološki izvor kod oba projekta vezan je uz lokaciju s obzirom na posebne klimatske uvjete koji su obilježili ta dva projekta. Izgradnju mosta Golden Gate otežavali su hladnoća, jake morske struje, vjetrovi i gusta magla. Kako bi se radnicima olakšao svakodnevni rad u takvim uvjetima, osigurane su im naočale bez odsjaja za bolju vidljivost i zaštitu od „snježnog sljepila“ te posebna krema za ruke i lice za zaštitu od udara vjetra. I projekt izgradnje tunela Laerdal obilježili su hladni klimatski uvjeti koji su karakteristični za to područje. Kod oba projekta ljudski potencijali se kao izvor rizika odnose na nedostatak stručnosti. Pomoću višefaznog procesa odozgo prema dolje odlučili su na oba projekta nedostatak stručnosti nadoknaditi znanjem i iskustvom treće strane. Kod projekta gradnje mosta Golden Gate angažirana je kompanija iz Minneapolisa zbog njezine stručnosti kod iskopavanja bušotina, dok je kod tunela Laerdal sklopljen ugovor sa Interconsult koji je bio zadužen za svu električnu instalaciju u tunelu.

Osim prethodno navedenih rizika, kod projekta izgradnje mosta Golden Gate prisutni su i politički te financijski rizici. Od samog početka projekt se susretao s mnogobrojnim protivljenjima izgradnji mosta od strane trajektnih kompanija, lokalnih političara, zemljoposjednika te lokalnih inženjera. Velika skupina građanskih vođa usprotivila se financiranju mosta kroz predložene obveznice. Kako bi pružili potporu za mjeru obveznica sindikati, građanske, trgovačke i lobističke organizacije pojačale su svoje kampanje u okruzima sjeverne Kalifornije. Rezultat toga je bio da su glasači na biralištima glasali za izdavanje obveznica. Vrlo je važno bilo osigurati potrebna financijska sredstva u cilju pravovremenog dovršetka izgradnje mosta. U tome je veliku ulogu imao sindikat obveznica koji je izvršio pravovremenu kupnju obveznica te omogućio izgradnju bez prekida.

S obzirom da je projekt izgradnje mosta obilježilo nekoliko rizika s različitim stupnjem intenziteta, možemo zaključiti da su proveli kvalitativnu analizu rizika. Kod ovog projekta prioriteta su bili financijski i politički izvori rizika. Da se nisu osigurala pravovremena i dostatna financijska sredstva te riješilo pitanje snažnog protivljenja različitih dionika, upitno bi bilo da li će se projekt završiti do kraja i ako da u kojem roku.

S obzirom na samu duljinu tunela Laerdal, kod ovog projekta prioritet je bila kvaliteta i sigurnost samog tunela. Prilikom izgradnje veliku pozornost posvetili su prevenciji prometnih nesreća te implementaciji učinkovitog sustava za otklanjanje različitih vrsta komunikacijskih problema.

Projekt izgradnje mosta Golden Gate uspio je zbog disciplinirane primjene dobrih projektnih praksi. U donošenje važnih odluka Strauss je uključio mnoge znanstvenike i stručnjake. Na temelju prethodnog iskustva i dostupnih dokumenata proveo je analizu rizika te s nekolicinom rizika proaktivno upravljao, kao što je rizik dostave čelika. S obzirom da je taj rizik uvelike utjecao na plan izgradnje mosta, razvili su plan o pravovremenom dolasku naručenog čelika. Budući da je izgradnja mosta zahtijevala bušenje ispod razine mora i izgradnju stupova, smatram da se trebalo detaljnije istražiti samo podmorje u cilju što kvalitetnije izvedbe samih stupova. Zahvaljujući brojnom prethodnom iskustvu, detaljnom planiranju rada te mnogobrojnoj suradnji, uspješno je dovršen i projekt izgradnje tunela Laedal. Odlaganje velike količine otpada nastalo probijanjem tunela unaprijed je definirano, što je vrlo dobro jer je to rezultiralo prihvatljivim odlaganjem na potrebito područje. S obzirom na to možemo zaključiti da su kao pristup upravljanju rizicima koristili upravljanje pojedinačnim rizicima.

7. Zaključak

Rizik se često smatra neizvjesnim budućim događajem koji će, ako se dogodi, uzrokovati znatan dodatni trošak ili kašnjenje. Projektni se rizik definira kao mogućnost negativnog ishoda za koji se pretpostavlja da se može dogoditi za vrijeme životnog ciklusa projekta.

Upravljanje rizikom praksa je rješavanja rizika. Glavni cilj upravljanja rizicima je povećati vjerojatnost i utjecaj pozitivnih rizika odnosno prilika te smanjiti vjerojatnost i utjecaj negativnih rizika odnosno prijetnji. Upravljanje rizikom obuhvaća šest faza, a to su iniciranje, identificiranje, analiza, planiranje odgovora, implementiranje odgovora te upravljanje procesom. Analiza rizika predstavlja sustavni postupak za procjenu razine rizika za identificirane i odobrene rizike, a uključuje procjenu vjerojatnosti nastanka i posljedica pojave te pretvaranje rezultata u odgovarajuću razinu rizika.

Najčešći pristup upravljanju rizicima na projektu je upravljanje pojedinačnim rizicima koji su zabilježeni i procijenjeni u registru projektnih rizika. Osim tog pristupa postoji i višefazni proces odozgo prema dolje, kvantitativno predviđanje na temelju rizika te registar rizika.

Projekt izgradnje mosta Golden Gate i tunela Laerdal su vrlo slični po veličini i složenosti, te oba predstavljaju velike građevinske projekte koji su obilježeni brojnim rizicima. S obzirom da je odabrane projekte obilježilo nekoliko rizika s različitim stupnjem intenziteta, možemo zaključiti da su proveli kvalitativnu analizu rizika. Pomoću višefaznog procesa odozgo prema dolje odlučili su na oba projekta nedostatak stručnosti nadoknaditi znanjem i iskustvom treće strane. S obzirom na prethodno iskustvo u gradnji tunela te postojanje registra rizika, možemo zaključiti da su kod projekta izgradnje tunela Laerdal kao pristup upravljanju rizicima koristili i upravljanje pojedinačnim rizicima.

Može se zaključiti da osim što teorija navodi da rizici imaju veliki utjecaj na sam projekt, i praksa ukazuje na važnost kontinuiranog praćenja i analiziranja rizika te dobrobiti kombiniranja različitih pristupa upravljanju rizicima. U cilju osiguranja uspješnog završetka projekta, važno je da se rizici na vrijeme otkriju te da se njima upravlja na odgovarajući način.

Popis literature

Knjige:

1. Cetinski V. i M. Perić, *Projektne menadžment*, Rijeka, Sveučilište u Rijeci, 2006.
2. Gojšić, J. et al., *Upravljanje projektima*, Zagreb, Incremedia d.o.o., 2008.
3. Horine, G. M., *Vodič za upravljanje projektima*, Zagreb, DVA I DVA, 2009.
4. Ikonić M. i A. Vuković, *Projektne menadžment*, Rijeka, Sveučilište u Rijeci, 2011.
5. Omazić, M. A. i S. Baljkas, *Projektne menadžment*, Zagreb, Sinergija nakladništvo, 2005.
6. Radujković, M. et al., *Planiranje i kontrola projekata*, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2012.
7. Zekić, Z., *Projektne menadžment - upravljanje razvojnim promjenama*, Rijeka, Ekonomski fakultet u Rijeci, 2010.

E-knjige:

1. APM Risk Management Specific Interest Group, *Project Risk Analysis and Management Guide*, Second edition, APM, 2010. Dostupno na: <https://apmv1livestorage.blob.core.windows.net/legacyimages/pram%20guide%20-%20ma.pdf> (pristupljeno 25.05.2021.)
2. Edwards, P. J. et al., *Managing Project Risks*, Wiley – Blackwell, 2020. Dostupno na: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiM0bCo8MT7AhUL3qQKHQqADNsQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2F1filedownload.com%2Fdownload.php%3Furl%3DYUhSMGNITTZMeTh4Wm1sc1pXUnZkMjVzYjJGa0xtTnZiUzgzY0MxamlyNTBaVzUwTDNWd2JH0WWhaSE12TWpBeU1DOHhNaTIGWkhkaGNtUnpMVTfwWTJoaFpXd3RSV1IzWVhKa2N5MVFafWFJsY2kxS0xWWmhlaTFUWIhKeVITMVFZWFZzYnKxTIIXNWWhaMmx1WnkxUWNtOXFaV04wTG5Ca1pnPT0%3D%26format%3Dcryptic%26t%3DMTU%3D&usg=AOvVaw1hzFC88mSnaudW7abYgK2d> (pristupljeno 25.05.2021.)
3. Hillson, D., *Managing Risk in Projects*, England, Gower Publishing Limited, 2009. Dostupno na: https://books.google.hr/books?id=LxRU1UVk2nwC&printsec=frontcover&dq=Hillson,+D.,+Managing+Risk+in+Projects&hl=hr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage

https://books.google.hr/books?id=MxQZogEACAAJ&dq=4.%09Kendrick,+T.,+Identifying+and+Managing+Project+Risk:+Essential+Tools+for+Failure-Proofing+Your+Project&hl=hr&sa=X&redir_esc=y

(pristupljeno 25.05.2021.)

4. Kendrick, T., *Identifying and Managing Project Risk: Essential Tools for Failure-Proofing Your Project*, Third edition, AMACOM, 2015. Dostupno na: https://books.google.hr/books?id=MxQZogEACAAJ&dq=4.%09Kendrick,+T.,+Identifying+and+Managing+Project+Risk:+Essential+Tools+for+Failure-Proofing+Your+Project&hl=hr&sa=X&redir_esc=y (pristupljeno 25.05.2021.)
5. Kerzner, H., *Project Management – a systems approach to planning, scheduling, and controlling*, Tenth edition, New York, WILEY, 2009. Dostupno na: https://www.academia.edu/20446877/Project_Management_-_A_Systems_Approach_-_10th_Ed (pristupljeno 20.05.2021.)
6. Krokeborg, J., *Strait Crossings 2001*, A.A.Balkema, Netherlands, 2001. Dostupno na: https://books.google.hr/books/about/Strait_Crossings_2001.html?id=mGNcGfH33EoC&redir_esc=y (pristupljeno 15.07.2022.)
7. Project Management Institute, *Vodič kroz znanje o upravljanju projektima*, četvrto izdanje, Zagreb, MATE d.o.o., 2011. Dostupno na: <https://www.scribd.com/doc/207257138/Vodic-Kroz-Znanje-o-Upravljanju-Projektima> (pristupljeno 22.04.2021.)
8. Risk Management Task Group, *Project Risk Management Handbook: A Scalable Approach*, Version 1, Caltrans, 2012. Dostupno na: https://moam.info/project-risk-management-handbook-a-scalable-approach_59bfe7c71723dd95e7bece2b.html (pristupljeno 27.05.2021.)
9. Van Der Zee, J., *The Gate: The True Story of the Design and Construction of the Golden Gate Bridge*, New York, Simon & Schuster, 1986. Dostupno na: <https://archive.org/details/gatetruestoryofd00vand/mode/2up?view=theater> (pristupljeno 20.06.2022.)

Znanstveni članci:

1. Loomis, R. T., *The history of building of the Golden Gate bridge*, 1958., Dostupno na: https://www.goldengate.org/assets/1/6/loomis_dissertation_1958.pdf (pristupljeno 29.07.2022.)

2. Norwegian Tunnelling Society, *Publication 18: Subsea Tunnels*, Helli Grafisk AS, Oslo, 2009. Dostupno na:
<https://nff.no/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/Publication-18.pdf>
(pristupljeno 01.08.2022.)
3. Pilecki, Z., *The chosen problems of planning and constructing of Laerdal Tunnel / Norway*. Dostupno na:
https://www.researchgate.net/publication/305033212_Wybrane_zagadnienia_projektowania_i_budowy_tunelu_drogowego_Laerdal_The_chosen_problems_of_planning_and_constructing_of_Laerdal_TunnelNorway (pristupljeno 12.08.2022.)

Internet izvori:

1. Bura, A., *Početak gradnje mosta Golden Gate*, 2016. Dostupno na:
<https://studentski.hr/vijesti/na-danasnji-dan/pocetak-gradnje-mosta-golden-gate>, (pristupljeno 01.06.2022.)
2. Engineering.com, *Laerdal Tunnel*. Dostupno na:
<https://www.engineering.com/story/laerdal-tunnel> (pristupljeno 10.08.2022.)
3. Geotech, *Lighting effects in the longest road tunnel in the world – the Laerdal Tunnel, Norway*. Dostupno na: <https://www.geotech.hr/en/lighting-effects-in-the-longest-road-tunnel-in-the-world-the-laerdal-tunnel-norway/> (pristupljeno 23.08.2022.)
4. Golden Gate. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Dostupno na:
<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=22527> (pristupljeno 14.08.2022.)
5. Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District. Dostupno na:
<https://www.goldengate.org> (pristupljeno 08.06.2022.)
6. Marušić, Ž., *5. siječnja 1933. započela izgradnja slavnog mosta Golden Gate*, 2022. Dostupno na: <https://autoportal.hr/vremeplov/5-sijecnja-1933-zapocela-izgradnja-slavnog-mosta-golden-gate/> (pristupljeno 02.06.2022.)
7. Risk Management Capability. Dostupno na: <http://www.rmcapability.com/> (pristupljeno 29.04.2021.)

8. Road Traffic Technology, *The World's Longest Road Tunnel – Laerdal Tunnel, Norway*. Dostupno na: <https://www.roadtraffic-technology.com/projects/laerdal-tunnel/> (pristupljeno 14.08.2022.)
9. Sharjeel, T., *The Longest Road Tunnel In The World: Laerdal Tunnel*, 2021. Dostupno na: <https://wonderfulengineering.com/the-longest-road-tunnel-in-the-world-laerdal-tunnel/> (pristupljeno 23.08.2022.)
10. The Editors of Encyclopaedia Britannica, *Golden Gate Bridge*. Dostupno na: <https://www.britannica.com/topic/Golden-Gate-Bridge> (pristupljeno 15.06.2022.)
11. Thermal Intelligence, *Lessons From The World's Most Extreme Builds*. Dostupno na: <https://thermalintelligence.com/lessons-from-the-worlds-most-extreme-builds/> (pristupljeno 08.07.2022.)

Popis slika

Slika 1. Informacije o projektu / simetrija nesigurnosti	9
Slika 2. Stupanj projektnog rizika kroz različite faze životnog ciklusa projekta	18
Slika 3. Stablo odlučivanja.....	29
Slika 4. Primjer S-krivulje iz Monte Carlo simulacije	30
Slika 5. Pristupi upravljanju rizicima na projektu	43

Popis tablica

Tablica 1. Definiranje uvjeta vjerojatnosti i utjecaja koji odražavaju pragove projektnog rizika	15
Tablica 2. Primjer strukture podjele rizika (RBS)	16
Tablica 3. Rizični događaji po fazama	19

Sažetak

Rizik se odnosi na vjerojatnost da se štetni događaj dogodi tijekom životnog ciklusa projekta. Upravljanje rizikom praksa je rješavanja rizika. Ona obuhvaća planiranje upravljanja rizicima, identificiranje rizika, analizu rizika, planiranje odgovora na rizike te nadzor i kontrolu rizika. Analiza rizika predstavlja temelj upravljanja rizikom te je vrlo važna za razumijevanje najneizvjesnijih rizika nekog projekta. To je zapravo sustavni postupak za procjenu razine rizika za identificirane i odobrene rizike, a uključuje procjenu vjerojatnosti nastanka i posljedica pojave te pretvaranje rezultata u odgovarajuću razinu rizika. Osim pojedinačnih rizičnih događaja, potrebno je analizirati i razinu ukupnog projektnog rizika. Na koji će se način izvršiti analiza rizika ovisi o vrijednostima rizičnog događaja, odnosno mogu li se te vrijednosti opisati deskriptivno ili numerički. Shodno tome analizu rizika moguće je podijeliti na numeričku i deskriptivnu metodu, odnosno na kvantitativnu i kvalitativnu metodu. Kvalitativnom analizom rizika definiraju se prioriteta rizika i uvjeti za njihovo nastajanje analizom vjerojatnosti njihove pojave i utjecaja. Kvantitativna analiza rizika je numerička analiza utjecaja prepoznatih rizika na projektne ciljeve. Najčešći pristup upravljanju rizicima projekta je upravljanje pojedinačnim rizicima koji su zabilježeni i procijenjeni u registru projektnih rizika. Osim tog pristupa postoje i alternativni pristupi, a to su višefazni proces odozgo prema dolje, kvantitativno predviđanje na temelju rizika te registar rizika. Svaki od ovih pristupa ima određene prednosti u različitim fazama projekta te se zbog toga najbolji rezultati mogu postići njihovom kombinacijom. Na temelju analize dva opisana velika građevinska projekta došli smo do zaključka da je bez obzira na prethodno iskustvo potrebno detaljno analizirati i kontinuirano pratiti rizike na projektu. Također, zaključujemo da prikladne osobine projektnog menadžera, primjena dobrih projektnih praksi te otvorena komunikacija predstavljaju temelj za uspješno analiziranje i pristupanje upravljanju rizicima na projektu.

Ključne riječi: projektni rizik, vrste rizika, izvori projektnih rizika, rizik i nesigurnost, proces upravljanja projektnim rizicima, iniciranje, identificiranje, analiza, kvalitativna analiza rizika, kvantitativna analiza rizika, planiranje odgovora, implementiranje odgovora, upravljanje procesom, pristupi upravljanju rizicima na projektu

Summary

Risk refers to the probability that an adverse event will occur during the life cycle of the project. Risk management is the practice of dealing with risk. It includes risk management planning, risk identification, risk analysis, risk response planning and risk monitoring and control. Risk analysis is the basis of risk management and is very important for understanding the most uncertain risks of a project. It is actually a systematic procedure for assessing the level of risk for identified and approved risks, and it includes the assessment of the probability of occurrence and the consequences of occurrence and converting the results into an appropriate level of risk. In addition to individual risk events, it is necessary to analyze the level of overall project risk. How the risk analysis will be performed depends on the values of the risk event, i.e. whether these values can be described descriptively or numerically. Accordingly, risk analysis can be divided into numerical and descriptive methods, that is, into quantitative and qualitative methods. Qualitative risk analysis defines risk priorities and the conditions for their occurrence by analyzing the probability of their occurrence and impact. Quantitative risk analysis is a numerical analysis of the impact of recognized risks on project objectives. The most common approach to project risk management is the management of individual risks that are recorded and assessed in the project risk register. In addition to this approach, there are also alternative approaches, namely a multi-phase top-down process, quantitative risk-based forecasting, and a risk register. Each of these approaches has certain advantages in different phases of the project, and therefore the best results can be achieved by combining them. Based on the analysis of the two described large construction projects, we came to the conclusion that, regardless of previous experience, it is necessary to analyze in detail and continuously monitor the risks on the project. We also conclude that the appropriate qualities of a project manager, the application of good project practices and open communication represent the basis for successful analysis and approach to project risk management.

Keywords: project risk, types of risks, sources of project risks, risk and uncertainty, project risk management process, initiation, identification, analysis, qualitative risk analysis, quantitative risk analysis, response planning, response implementation, process management, approaches to project risk management