

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

MASARYKŮV ÚSTAV VYŠŠÍCH STUDIÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCA

**Využitie rizikovej analýzy v rámci prípravy
a optimalizácie infraštruktúrneho projektu**

**The Use of Risk Analysis in the Framework
of Preparation and Optimization
of an Infrastructure Project**

2024

Ing. Soňa Kecová

Študijný program: Projektové řízení inovací

Vedúci diplomovej práce: doc. Ing. Helena Bínová, Ph.D.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kecová** Jméno: **Soňa** Osobní číslo: **369396**
Fakulta/ústav: **Masarykův ústav vyšších studií**
Zadávací katedra/ústav: **Institut manažerských studií**
Studijní program: **Projektové řízení inovací**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Využitie rizikovej analýzy v rámci prípravy a optimalizácie infraštruktúrneho projektu

Název diplomové práce anglicky:

The Use of Risk Analysis in the Framework of Preparation and Optimization of an infrastructure Project

Pokyny pro vypracování:

V teoretickej časti bude popísaná všeobecná metodika rizikových analýz vrátane identifikácie väčšieho množstva rizík. Ďalej budú popísané špecifiká rôznych infraštruktúrnych projektov a navrhnutá štruktúra matice rizík. V rámci praktickej časti bude spracovaná podrobnejšia analýza rizík vybraného infraštruktúrneho projektu ako podklad pre prípravu štúdie uskutočniteľnosti.

Seznam doporučené literatury:

Peter Williams: Managing Measurement Risk in Building and Civil Engineering, John Wiley, New Jersey, 2015
Andreas Wenger, Victor Mauer, and Myriam Dunn Cavelty: International Handbook on Risk Analysis and Management, Center for Security Studies, ETH Zurich, 2008
Marvin Rausand: Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications, John Wiley, New Jersey, 2011
David Vose: Risk Analysis: A Quantitative Guide, John Wiley, New Jersey, 2008
Vladimír Smejkal, Karel Rais: Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích, Grada Publishing, Praha 2013
Jiří Fotr, Jiří Hnilica: Aplikovaná analýza rizika, Grada Publishing, Praha 2009

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Helena Bínová, Ph.D. MÚVS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **08.12.2023**

Termín odevzdání diplomové práce: **24.06.2024**

Platnost zadání diplomové práce: _____

doc. Ing. Helena Bínová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Dagmar Skokanová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. PhDr. Vladimíra Dvořáková, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomantka bere na vědomí, že je povinna vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

KECOVÁ, SOŇA. Využitie rizikovej analýzy v rámci prípravy a optimalizácie infraštruktúrneho projektu. Praha: ČVUT 2024. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že som svoju diplomovú prácu vypracovala samostatne. Ďalej vyhlasujem, že som všetky použité zdroje správne a úplne citovala a uvádzam ich v priloženom zozname použitej literatúry.

Nemám závažný dôvod proti sprístupneniu tejto záverečnej práce v súlade so zákonom č. 121/2000 Sb., o autorskom práve, o právach súvisiacich s autorským právom a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon) v platnom znení.

V Prahe dňa: 21.06.2024

Podpis:

Podakovanie

Touto cestou by som chcela poďakovať doc. Ing. Helene Bínovej, Ph.D. za jej čas, odbornú pomoc a cenné rady, ktoré mi poskytla ako vedúca mojej diplomovej práce. Rovnako by som chcela veľmi poďakovať svojej rodine za podporu a trpezlivosť počas celého štúdia.

ABSTRAKT

Táto diplomová práca sa zaoberá riadením rizík infraštruktúrneho projektu a využitím analýzy rizík pri jeho optimalizácii. Výstavba infraštruktúry, najmä v mestských oblastiach, predstavuje zložité inžinierske výzvy, ktoré si vyžadujú dôkladné plánovanie a efektívny manažment rizík. V teoretickej časti práce sú objasnené základné princípy riadenia rizík, popísané jednotlivé fázy risk manažmentu a charakterizované riziká infraštruktúrnych projektov vo všeobecnosti.

Praktická časť práce sa zameriava na aplikáciu konkrétnych metód procesu riadenia rizík na špecifickom infraštruktúrnom projekte, projekte cestného tunela v zastavanom území. Prostredníctvom dotazníkov predložených odborníkom boli identifikované a ohodnotené kľúčové riziká, ktoré môžu ovplyvniť výstavbu a prevádzku tunela. Výsledky analýzy rizík boli následne použité na zostavenie matice rizík a vytvorenie registru rizík, čo poskytuje systematický prehľad o pravdepodobnosti a dopadoch jednotlivých rizík.

Práca poskytuje všeobecný návod a prehľad procesu riadenia rizík, čo môže byť využité na zlepšenie postupov riadenia rizík v oblasti výstavby infraštruktúry. Záver tejto práce ukazuje, že systematický prístup k riadeniu rizík výrazne prispieva k bezpečnosti a úspešnosti infraštruktúrnych projektov.

Kľúčové slová:

riadenie rizík; risk manažment; analýza rizík; matica rizík; infraštruktúrny projekt; cestný tunel; predinvestičná štúdia

ABSTRACT

This thesis deals with the risk management of an infrastructure project and the use of risk analysis in its optimization. Infrastructure construction projects, especially in urban areas, presents complex engineering challenges that require careful planning and effective risk management. The theoretical part of the thesis explains the basic principles of risk management, describes the different phases of risk management and characterizes the risks of infrastructure projects in general.

The practical part of the thesis focuses on the application of specific methods of the risk management process to a specific infrastructure project, a road tunnel project in a built-up area. Through questionnaires submitted to the expert, the key risks that may affect the construction and operation of the tunnel were identified and assessed. The results of the risk analysis were then used to compile a risk matrix and create a risk register, providing a systematic overview of the likelihood and impact of each risk.

Thesis provides a general guide and overview of the risk management process, which can be used to improve risk management practices in infrastructure construction. The conclusion of this thesis shows that a systematic approach to risk management contributes significantly to the safety and success of infrastructure projects.

Key words:

risk management; risk analysis; risk matrix; infrastructure project; road tunnel; pre-investment study

Obsah

ÚVOD	9
TEORETICKÁ ČASŤ	10
1 RIADENIE RIZÍK (MANAŽMENT RIZÍK)	11
1.1 FÁZY RISK MANAŽMENTU	15
1.1.1 STANOVENIE KONTEXTU	16
1.1.2 POSUDZOVANIE RIZÍK	16
1.1.3 OŠETRENIE RIZÍK	17
1.1.4 MONITORING A SKÚMANIE RIZÍK	17
1.1.5 KOMUNIKÁCIA A KONZULTÁCIA	17
2 POSTUPY PRI POSUDZOVANÍ RIZÍK	18
2.1 IDENTIFIKÁCIA RIZIKA	18
2.2 ANALÝZA RIZIKA	21
2.2.1 KVALITATÍVNE A SEMIKVALITATÍVNE METÓDY ANALÝZY RIZÍK	23
2.2.2 KVANTITATÍVNE METÓDY	26
2.3 HODNOTENIE RIZIKA	27
2.4 OŠETRENIE RIZIKA	27
2.5 MONITORING RIZIKA	30
3 INFRAŠTRUKTÚRNY PROJEKT A JEHO RIZIKÁ	32
3.1 ŽIVOTNÝ CYKLUS PROJEKTU	32
3.2 DOPRAVNÁ INFRAŠTRUKTÚRA	35
3.3 RIZIKÁ DOPRAVNÝCH PROJEKTOV	36
3.3.1 RIZIKÁ CESTNEJ DOPRAVY	39
3.3.2 TYPY UDALOSTÍ V CESTNOM TUNELI	40
4 EKONOMICKÉ DOPADY RIZÍK NA PROJEKT	42
4.1 MANAŽÉRSKY PRÍSTUP K RIADENIU RIZÍK	42
PRAKTICKÁ ČASŤ	46
5 PREDINVESTIČNÁ FÁZA INFRAŠTRUKTÚRNEHO PROJEKTU	47

5.1	VÝBER INFRAŠTRUKTÚRNEHO PROJEKTU	50
5.2	VÝBER METÓDY PRE ANALÝZU RIZÍK CESTNÉHO TUNELA	52
6	<u>POUŽITIE RIZIKOVEJ ANALÝZY PRI PRÍPRAVE CESTNÉHO TUNELA</u>	<u>53</u>
6.1	SWOT ANALÝZA	54
6.2	IDENTIFIKÁCIA RIZÍK	57
6.3	ANALÝZA A HODNOTENIE RIZIKA	61
6.3.1	MATICA RIZÍK	64
6.4	OŠETRENIE RIZIKA	66
6.5	MONITORING RIZIKA	69
6.6	VYHODNOTENIE	70
7	<u>ZÁVER</u>	<u>71</u>
	<u>ZOZNAM LITERATÚRY</u>	<u>73</u>
	<u>ZOZNAM OBRÁZKOV</u>	<u>78</u>
	<u>ZOZNAM TABULIEK</u>	<u>79</u>
	<u>PRÍLOHA A</u>	<u>80</u>
	<u>PRÍLOHA B</u>	<u>84</u>
	<u>PRÍLOHA C</u>	<u>90</u>

Úvod

Výstavba infraštruktúrnych projektov predstavuje zložité a náročné inžinierske procesy, ktoré si vyžadujú dôkladné plánovanie a riadenie. Realizácia takýchto projektov so sebou prináša množstvo rizík a výziev, ktoré môžu mať významný dopad na ich úspešnosť.

Riadenie rizík je systematický proces identifikácie, analýzy, hodnotenia, sledovania a zmierňovania rizík, ktoré môžu negatívne ovplyvniť priebeh alebo výsledok projektu. Tento proces zahŕňa implementáciu stratégií a opatrení na minimalizáciu pravdepodobnosti výskytu rizík a ich potenciálnych dopadov na projektové ciele. Riadenie rizík je neoddeliteľnou súčasťou projektového manažmentu a je kritické pre zabezpečenie úspešného dokončenia projektov v rámci stanovených časových a rozpočtových obmedzení.

V kontexte výstavby infraštruktúrnych projektov je rizikový manažment obzvlášť dôležitý, pretože zahŕňa identifikáciu, hodnotenie a zmierňovanie rizík spojených s geotechnickými podmienkami, existujúcou infraštruktúrou, bezpečnosťou a v neposlednom rade aj s environmentálnymi a sociálnymi vplyvmi.

Táto diplomová práca sa zameriava na komplexné riadenie rizík v rámci vybraného infraštruktúrneho projektu, cestného tunela v intraviláne. V teoretickej časti práce budú objasnené základné princípy riadenia rizík a popísané jednotlivé fázy risk manažmentu. Ďalej budú charakterizované riziká infraštruktúrnych projektov vo všeobecnosti a stručne popísané ekonomické dopady rizík na projekt, pričom predmetom práce nie je spracovanie finančnej analýzy rizík. Praktická časť práce bude venovaná aplikácii konkrétnych metód procesu riadenia rizík na projekte cestného tunela v intraviláne, vrátane identifikácie a hodnotenia rizík prostredníctvom dotazníkov, zostavenia matice rizík a vytvorenia registra rizík.

Cieľom tejto diplomovej práce je poskytnúť ucelený pohľad na proces riadenia rizík vo vybranom infraštruktúrnom projekte a prispieť k zlepšeniu postupov a stratégií na zníženie dopadov rizík spojených s týmito projektmi. Výsledky tejto práce by mali byť užitočné pre odborníkov z oblasti projektového manažmentu, inžinierskeho plánovania a výstavby, ako aj pre študentov a výskumníkov zaoberajúcich sa riadením rizík v infraštruktúrnych projektoch.

Teoretická časť

1 Riadenie rizík (manažment rizík)

V súčasnom rýchlom a konkurenčnom prostredí je flexibilita, efektivita a hlavne výsledná cena akýchkoľvek projektov zásadná. Vďaka riadeniu rizík môžeme byť pripravení na potenciálne hrozby i príležitosti a dokážeme projekt optimalizovať tak, aby bol čo najvýhodnejší z rôznych hľadísk, či už ekonomických alebo technických. Je nutné zdôrazniť, že ani tá najkvalitnejšia príprava a realizácia projektov nezaručuje dosiahnutie najlepších výsledkov, avšak výrazne znižuje mieru neúspechu. Výsledok projektu významne závisí na kvalite prípravy a realizácie projektu. Nedostatky v príprave, ktoré by viedli k výberu nesprávneho variantu, nie je vo väčšine prípadov možné v neskoršej fáze projektu odstrániť, je reálne maximálne zmierniť ich dopad v priebehu realizácie. (Hnilica a Fotr 2009)



Obr. 1 Faktory ovplyvňujúce výsledky projektu (Hnilica a Fotr 2009)

Pojem riziko sa v literatúre bežne vyskytuje rovnocenne s pojmom neistota. Každý rozhodovací proces zahŕňa nejakú mieru neistoty, pretože nie je reálne predpokladať všetky možné scenáre. Riziko nevyplýva priamo z neistoty, ale z možnosti, že táto neistota môže ovplyvniť dosiahnutie stanovených cieľov. Jedinou istotou v súvislosti s analýzou rizík je existencia rizika – riziko je vo všetkých oblastiach života bez ohľadu na to, či sa jedná o súkromný život alebo tvorbu projektu. Každý jednotlivec sa musí naučiť žiť a pracovať s určitou mierou rizika. Projektové riadenie teda nie je výnimkou a úlohou projektového manažéra je riziko identifikovať, vyhodnotiť jeho prípadné dopady a navrhnúť prípadné opatrenia. (Korecký a Trkovský, 2011)

Na začiatku každého projektu je miera neistoty vždy väčšia ako na jeho konci, pretože predvídanie budúcnosti s istotou nie je prakticky možné. Projektové riziká sa zvyšujú:

- priamo úmerne dobe trvania projektu;

- priamo úmerne obdobiu medzi prípravou a realizáciou projektu;
- na základe skúseností projektového tímu, hlavne projektového manažéra;
- náročnosti projektu (použitie technológií, miesto realizácie atď.) (Portny, 2010)



Obr. 2 Neistota pri riadení rizík (Korecký a Trkovský, 2011)

Projektové riadenie chápalo pôvodne riziko len ako negatívnu udalosť, hrozbu, ohrozenie. Moderné prístupy k projektovému riadeniu pracujú aj s pojmom príležitosť, teda s neistou pozitívnou udalosťou, ktorá môže pre firmu alebo projekt znamenať prínos či benefit. Niekedy sa táto situácia označuje ako pozitívne riziko. Nie je však výnimkou, že jedna a tá istá situácia môže byť zároveň rizikom aj príležitosťou. (Doležal, 2012)

Manažment rizika je „priestorovo a časovo závislý systematicky iteratívny proces“, ktorý v sebe zahŕňa predovšetkým rozhodovanie o riziku. Zároveň sa však jedná o subjektívny proces, pretože univerzálne delenie rizík do kategórií v súčasnej dobe neexistuje. Kategorizáciu je možné realizovať iba v užšom ponímaní, napríklad v rámci jednej spoločnosti, jedného odboru činnosti atď. (Korecký a Trkovský, 2011)

V niektorých literárnych prameňoch (napr. Veber, 2005) je uvedená možnosť rozdeliť riziká podľa vecnej náplne na:

- technické (napr. poruchy zariadení)
- výrobné (napr. nedostatok zdrojov)
- ekonomické (napr. inflácia)
- tržné (napr. konkurencia)
- finančné (napr. úrokové sadzby)
- legislatívne a politické (napr. sociálna politika vlády alebo vojny)

- organizačné (napr. nefunkčné kontroly v rámci firmy)
- informačné (napr. informačné systémy)

Systematický proces riadenia rizík je univerzálnym postupom pre všetky druhy rizík (technické, ekonomické, atď.). Výsledkom procesu posúdenia rizík, od identifikácie rizika cez jeho hodnotenie a elimináciu je tzv. databáza alebo aj register rizík. Údaje, ktoré môžu byť obsiahnuté v registri rizík sú:

- *„charakteristiky jednotlivých rizík (faktorov rizika) spolu so zdôvodnením možnosti ich výskytu;*
- *začlenenie každého rizikového faktoru do určitej skupiny (kategórie) faktorov;*
- *odhady pravdepodobnosti a potenciálnych dopadov výskytu rizika;*
- *kvantitatívne ohodnotenie významu rizikových faktorov a ich usporiadanie podľa významnosti, resp. rozdelenie do skupín s odlišnou významnosťou;*
- *charakteristiky prijatých opatrení na zníženie rizika projektu a termínov, v ktorých sa majú tieto opatrenia realizovať*
- *uviedenie subjektov (vlastníkov rizík) zodpovedných za sledovanie jednotlivých faktorov rizika a realizáciu schválených opatrení na zníženie rizika;*
- *výsledky analýz očakávaných efektov spojených s realizáciou opatrení na zníženie rizika;*
- *prehľad najvýznamnejších reziduálnych rizík (z hľadiska pravdepodobnosti výskytu a veľkosti negatívnych dopadov)*
- *plány kontingenčných opatrení pre prípad výskytu neošetrených rizík;*
- *hodnoty signálnych bodov, resp. varovných signálov výskytu rizík pre implementáciu plánov kontingenčných opatrení;*
- *stupnice použité pre hodnotenie pravdepodobnosti a dopadov rizikových faktorov.“*

(Fotr a Souček, 2011, str. 195)

Asociácia Project Management Institute každoročne realizuje prieskumy s cieľom zhodnotiť stav aplikácie projektového manažmentu vo svete. Na základe zistení z minulosti bolo v súvislosti s manažmentom rizík vyhodnotené, že projektové tímy prestávajú byť krizikám skeptické a uvedomujú si (väčšinou na základe vlastných

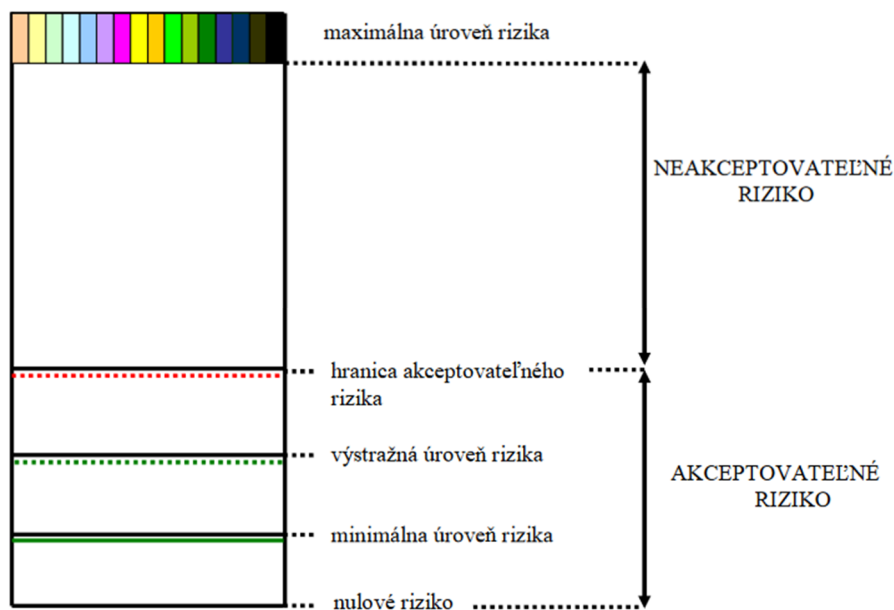
skúseností z minulosti), že kvalitne spracovaná analýza rizík dokáže pozitívne ovplyvniť rôzne faktory projektu a napríklad tím ušetriť budúce mimoriadne výdaje.

Riziká nepôsobia na každý projekt rovnako, výsledný vplyv závisí od mnohých faktorov. Z pohľadu projektu rozoznávame dve základné skupiny rizík – riziká akceptovateľné a neakceptovateľné.

Akceptovateľné riziká sú riziká, ktoré umožňujú plniť stanovené ciele projektu aj napriek tomu, že riziko existuje. Sú v manažmente rizík tolerované.

Neakceptovateľné riziká sú riziká, ktoré je nutné sledovať a prijímať priebežné opatrenia k ich eliminácii. V prípade, že by riziká prekročili maximálnu úroveň rizika, následky môžu mať na projekt katastrofálny dopad.

V hodnotení rizík existuje aj tzv. **nulové riziko**, ktoré je možné vylúčiť iba s odstránením procesu, v rámci ktorého bolo toto riziko identifikované. V súvislosti s nulovým rizikom je teda možné konštatovať, že žiadne z identifikovaných rizík nie je možné v rámci projektu úplne odstrániť, ale môže sa limitne približovať k nulovému riziku. (Šimák, 2006)



Obr. 3 Pásma rozdelenia rizík (Šimák, 2006)

Bežne sa projektový tím snaží navrhnúť také opatrenia, aby sa riziká projektu držali v úrovni **minimálneho rizika** (niekedy nazývaného aj zostatkové riziko). Toto riziko už ďalej nie je reálne znížiť bez významných zásahov do procesov (napríklad použitá kvalita surovín, bezpečnosť použitého prístroja atď.). Minimálne riziko je teda riziko,

ktoré prijímame a počítame s ním. Je nutné ho podrobne monitorovať a reagovať tak ihneď na prípadnú zmenu miery rizika.

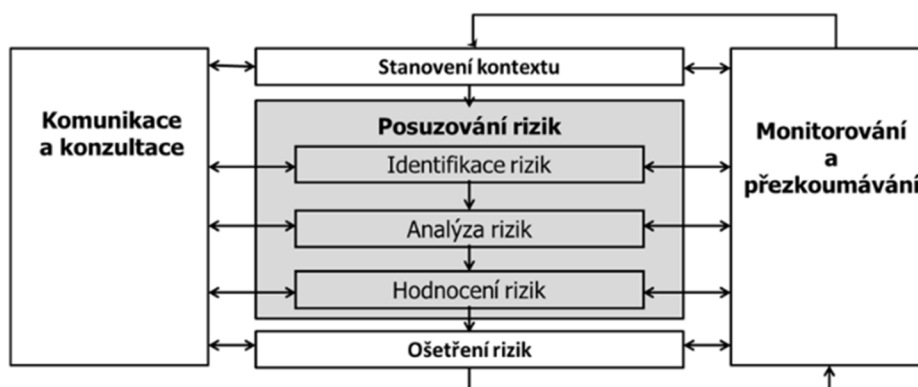
1.1 Fázy risk manažmentu

Základným cieľom riadenia rizík (risk manažmentu) je maximalizovať šancu na úspech a minimalizovať pravdepodobnosť neúspechu. Správne riadenie rizík je kľúčom k úspechu projektu, aj keď zo strany projektových manažérov častokrát ide o podceňovanú oblasť. Vlastné riadenie rizík (risk manažment) je rozdelené podľa rôznych metodík na rôzne počty fáz. Napríklad podľa metodiky **PMI-PMBOK** (© 2024) z USA sa jedná o šesť krokov:

1. Plánovať manažment rizík
2. Identifikovať riziká
3. Kvalitatívna analýza rizík
4. Kvantitatívna analýza rizík
5. Plánovať odozvy na riziko
6. Monitorovať a riadiť riziká

Podľa medzinárodnej metodiky **IPMA** (nedatované) sa jedná o sedem krokov, podľa ČSN EN 62198 (2014) o päť krokov atď.

Rozdelenie procesu risk manažmentu do fáz je ďalej v práci inšpirované ČSN ISO 31000 – vid' Obr. 4. Tento proces je ďalej v práci upravený a doplnený o vlastné komentáre a preferencie, ktoré vznikli skúmaním jednotlivých metodík risk manažmentu pred začatím a v priebehu tvorby diplomovej práce.

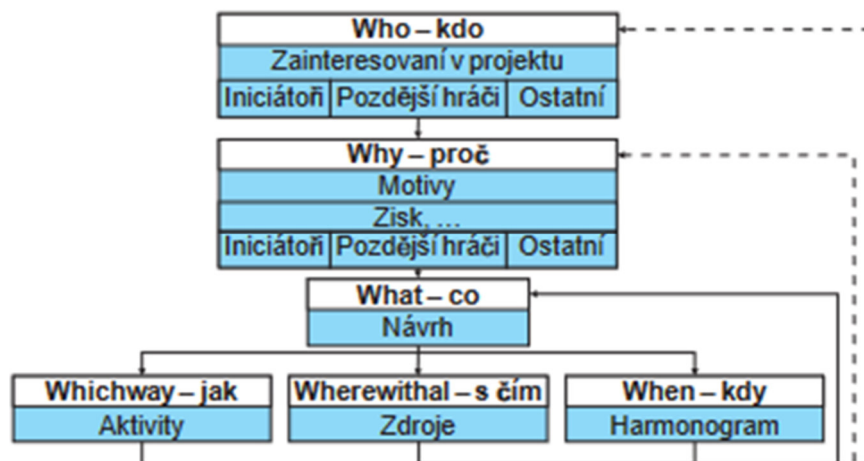


Obr. 4 Proces manažmentu rizika podľa ČSN ISO 31000

1.1.1 Stanovenie kontextu

Prvou fázou procesu riadenia rizík je **stanovenie kontextu**. V priebehu tejto fázy sú formulované ciele, určené podklady, pravidlá a metódy pre analýzu a hodnotenie rizika a je vymedzená oblasť, ktorej sa má proces venovať v konkrétnom prípade. Po ukončení stanovenia kontextu je určený tím, respektíve osoba zodpovedná za manažment rizík a je stanovený návod, ako pri manažmente rizík postupovať. Ďalej sú doplnené prípadné chýbajúce podklady a vyhladané skúsenosti z obdobných projektov. (Korecký a Trkovský, 2011)

Pre stanovenie kontextu je vhodná napríklad **metóda 6W** (metóda šiestich otázok), ktorá efektívne poukazuje na nedostatočné údaje, rozpory a informácie pri posudzovaní úplnosti podkladov a zadania. Túto metódu je možné použiť aj v ďalších fázach risk manažmentu, napríklad pri identifikácii rizík alebo ich analýze.



Obr. 5 Otázky metódy 6W (Korecký a Trkovský, 2011)

1.1.2 Posudzovanie rizík

Ďalšou fázou procesu riadenia rizík je posudzovanie rizík. Táto fáza v sebe zahŕňa ďalšie tri fázy, a to **identifikáciu**, **analýzu** a **hodnotenie rizík**. V tejto fáze sú určené všetky aktíva a identifikované hrozby a ich zdroje, ktoré aktíva ohrozujú. Aktívami sa rozumejú všetky veci, služby či situácie, ktoré majú pre projekt (spoločnosť, organizáciu) hodnotu.

Cieľom identifikácie rizík je nájsť čo najviac hrozieb alebo príležitostí, ktoré majú vplyv na výsledok či kvalitu projektu. Výstupom identifikácie rizík je register rizík, ktorý sa v priebehu celého procesu riadenia rizík doplňuje a upravuje. (Korecký a Trkovský, 2011)

Analýza a hodnotenie rizík sú procesy s cieľom určenia úrovne rizika a následne vyhodnotenia jeho (ne)prijateľnosti.

Všetky fázy posudzovania rizík sú podrobne riešené v kapitole 2 tejto práce.

1.1.3 Ošetrenie rizík

Poslednou z „hlavných“ fáz manažmentu rizík je ich **ošetrenie** alebo aj **tzv. mitigácia rizík**. Ide o návrh a realizáciu opatrení pre zníženie pravdepodobnosti vzniku rizík alebo zmiernenie ich dopadov na projekt. Vo fáze ošetrenia rizík dochádza k rozhodnutiu, či bude projekt odmietnutý, či bude prehodnotený doterajší proces manažmentu rizík alebo bude schválený plán a rezervy na riziká. Všetky riziká by mali mať svojich vlastníkov, ktorí sledujú a vyhodnocujú prípadné zmeny a aplikované opatrenia. Časť rizík môže byť z určitých dôvodov prijatých bez opatrení a je nutné ich iba monitorovať.

Podrobnejší rozbor fázy ošetrenia rizík je uvedený v kapitole 3 tejto práce.

1.1.4 Monitoring a skúmanie rizík

Táto fáza manažmentu rizík spočíva v ich neustálom sledovaní v priebehu projektu a prípadnej identifikácii ďalších rizík alebo akútnych problémov. Riziká môžu byť prehodnotené, čiastkové ciele vyhodnotené a prípadne v súvislosti s hrozbami či príležitosťami upravené alebo doplnené. Sleduje sa dodržiavanie rozpočtu určeného na pokrytie rizík, zmeny oproti plánom v projekte atď.

Fáza monitoringu je podrobnejšie popísaná ďalej v práci.

1.1.5 Komunikácia a konzultácia

Komunikácia a konzultácia sú časti, ktoré nie sú definované v procesoch PMI a IPMA. Nemalo by však ísť o samostatné časti procesu manažmentu rizík v zmysle definovaného začiatku a konca, ale o neustále prebiehajúce procesy, ktoré sa prelínajú s jednotlivými fázami riadenia rizík. Cieľom komunikácie a konzultácie je odovzdávanie a získavanie informácií, na základe ktorých je možné identifikovať ďalšie hrozby alebo príležitosti, či prijímať rozhodnutia v jednotlivých fázach. Zahrňuje okrem iného aj jednanie, porady, školenia atď.

2 Postupy pri posudzovaní rizík

V nasledujúcej kapitole sú podrobnejšie popísané hlavné procesy a postupy manažmentu rizika, ktoré by mali byť zahrnuté v každej existujúcej metodike manažmentu rizík. Ide o posudzovanie rizík, to znamená ich identifikáciu, analýzu a hodnotenie. Do hlavných procesov je v práci zahrnuté aj ošetrovanie a monitoring rizík. Fázy stanovenia kontextu a komunikácie a konzultácie neboli do hlavných procesov zahrnuté z toho dôvodu, že v práci je kladený dôraz na proces samotnej analýzy rizík. Neznamená to však, že stanovenie kontextu a komunikácie nie sú dôležitou súčasťou procesu manažmentu rizík.

2.1 Identifikácia rizika

Čo by mohlo zlyhať? Aké môžu byť následky?

Identifikácia rizika je kľúčovým prvkom procesu riadenia rizík. Ide o proces vyhľadávania potenciálnych udalostí alebo podmienok, ktoré by mohli ovplyvniť dosiahnutie cieľov projektu, prípadne ich kvalitu. Na identifikáciu rizík existuje niekoľko metód a techník, pričom táto fáza má za úlohu zachytiť čo najviac možných hrozieb a príležitostí, ktoré môžu ohroziť alebo ovplyvniť chod či výsledok projektu. V priebehu tejto fázy je nutné vytvoriť zoznam všetkých rizík, ktoré môžu ovplyvniť projekt alebo čiastkové ciele projektu.

V súčasnej dobe najrozšírenejší všeobecný model rizika predstavuje Obr.6. **Príčina** je skutočnosť, ktorá existuje v projekte a jeho okolí, to znamená, že nastala alebo nastane so 100% pravdepodobnosťou. **Riziko** je neistota, nastane s pravdepodobnosťou < 100 %. **Účinek** sa dostaví iba v prípade, že nastane riziko.



Obr. 6 Model rizika (Korecký a Trkovský, 2011)

Jednou zo základných metód identifikácie rizík je **brainstorming**. Je to široko užívaná metóda vo fáze plánovania projektov. Väčšinou ide o skupinovú prácu, ktorá má za úlohu

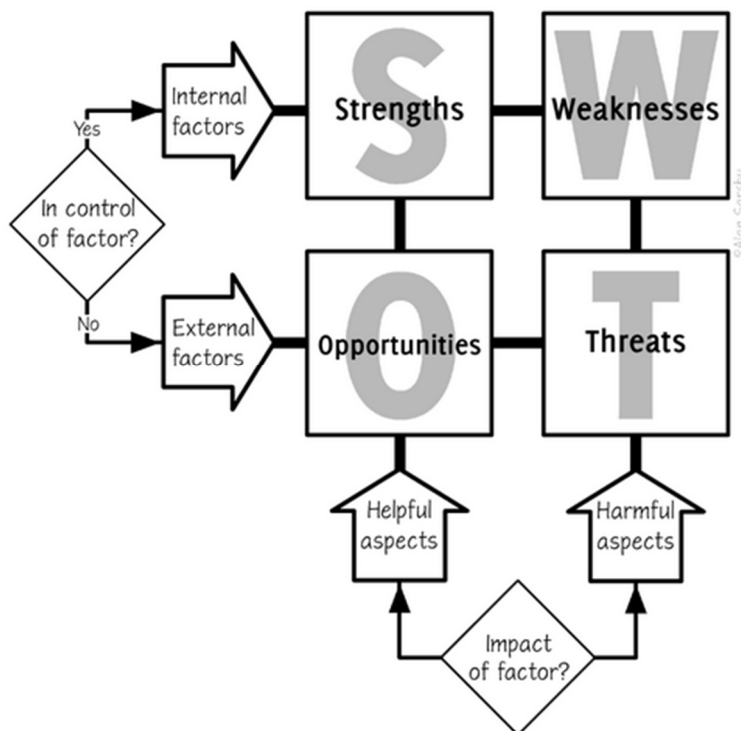
vytvoriť čo najväčší možný zoznam rizík na základe skúseností a znalostí. Táto metóda umožňuje otvorenú diskusiu a podporuje kreativitu a tímovú spoluprácu. Je zakázaný akýkoľvek nesúhlas a všetky nápady sú vždy zaznamenané a hodnotené. Brainstorming je najúčinnnejší v prípade, že ide o rovnocenne zložený tím, to znamená, že nie je prítomná žiadna autorita. Bežná doba trvania brainstormingu je 30 až 60 minút. (Škrtić a Horvantičić, 2014) (Kerzner, 2009)

Ďalšou metódou môže byť **kontrolný zoznam rizík** alebo tiež **analýza dokumentov**, ktorá sa zameriava na existujúce zoznamy rizík v podobných projektoch a predchádzajúce skúsenosti z podobných projektov. Táto metóda môže odhaliť špecifické riziká, ktoré boli identifikované v minulosti a môžu sa opakovať v danom type projektu aj v budúcnosti. (Škrtić a Horvantičić, 2014)

Metóda Delphi je založená na tom, že skupina expertov alebo zainteresovaných strán vytvára odhady a prognózy budúceho stavu. Môže sa využívať pre identifikáciu rizík, ale rovnako aj v analýze rizík. Metóda je anonymná a anketové otázky kladené expertom by mali byť formulované tak, aby bolo možné odpovedať kvalitatívne. Odborné odhady sa môžu v jednotlivých kolách otázok meniť pričom respondenti majú prístup ku všetkým odpovediam ďalších odborníkov. Tento proces môže pomôcť identifikovať riziká, ktoré by inak mohli byť prehliadnuté. (Kerzner, 2009)

Širší pohľad na faktory ovplyvňujúce projekt poskytujú napríklad SWOT analýza alebo PESTLE analýza. Tieto analýzy nie sú primárne určené pre identifikáciu rizík, ale môžu prispieť ku kvalitnejšiemu a podrobnejšiemu riadeniu rizík.

SWOT analýza sa používa pre hodnotenie silných stránok projektu (S), slabých stránok projektu (W), príležitostí (O) a hrozieb (T). Metóda sa využíva pri riadení rizík projektu, posudzovaní kvality projektového tímu, samotného projektu atď. Konkrétne v rámci identifikácie rizík sa SWOT využíva napríklad v súvislosti so skúsenosťami zamestnancov projekčnej kancelárie či developera → spoločnosť, ktorá je na trhu dlhšiu dobu spolieha na svojich zamestnancov, ktorí sú z praxe oboznámení s rôznymi rizikami, ktoré môžu ovplyvniť projekt. (Sarsby, 2016)



Obr. 7 Základní schéma SWOT analýzy (Sarsby, 2016)

PESTLE analýza, rovnako ako SWOT, slúži k strategickej analýze prostredia organizácie. Na rozdiel od SWOT (ktorá skúma vnútorné prostredie), sa PESTLE zaoberá analýzou okolitého prostredia. Identifikácia politických (P), ekonomických (E), sociálnych (S), technických (T), legislatívnych (L) a ekologických (E) vonkajších faktorov môže pri identifikácii rizík výrazne ovplyvniť vnímanie hlavne ekonomickej stránky projektu. (Rastogi a Trivedi, 2016)

Vyššie uvedené metódy sú len príkladom mnohých metód, ktoré môžu byť využité k identifikácii rizík. Výber konkrétnej metódy závisí od danej situácie a preferencií projektového tímu. Každá metóda má svoje výhody a nevýhody a ideálne je nedržať sa jednej, ale vybrať kombináciu niekoľkých metód.

Výstupom z procesu identifikácie rizík je priebežne aktualizovaný **register rizík**. Mal by to byť elektronický formulár, ktorý obsahuje roztriedenie rizík do skupín, informácie o príčine, riziku a dôsledku a ďalšie informácie, ako napríklad poučenie z rizika. Možná štruktúra registru rizík je uvedená v Tab. 1.

1. Popis rizika
a) Identifikátor rizika (jedinečný, pro jednoznačné rozlíšení)
b) Názov rizika
c) Kategorie rizika (zařazení do struktury rizik – RBS = Risk Breakdown Structure)
d) Vztah rizika k projektu (aktivita, místo ve struktuře projektu – WBS = Work Breakdown Structure)
e) Typ rizika (hrozba nebo příležitost)
f) Popis rizika (<i>příčina – riziko – účinek</i>)
g) Související rizika
2. Informace k sledování a řízení rizika
a) Datum identifikace rizika
b) Vlastník rizika
c) Kdy může riziko nastat, nebo jeho frekvence
d) Událost, která spouští riziko (trigger)
e) Stav rizika
3. Ohodnocení rizika (stupnice/číselné, případně před odezvou/po odezvě):
a) Předmět kvantifikace (náklady, čas, výsledek/kvalita), může být kvantifikováno i více druhů
b) Metoda ohodnocení rizika (označení metody), postupně může být použito i více metod;
c) Způsob určení parametrů použité metody (uvést výpočet jednotlivých parametrů, vstupní údaje pro výpočet a jejich zdroj), parametry závisí na metodě ohodnocení, například stupnice $p \times D$, kvantifikace $p, D / O, N, P$
d) Výsledek ohodnocení – očekávaný dopad rizika do projektu vyjádřený kvalitativně nebo kvantitativně
e) Vytvořená rezerva na rizika a její čerpání
4. Způsob ošetření rizika:
a) Možné strategie reakce na riziko, preferovaná strategie a záložní strategie
b) Konkrétní akce pro implementaci strategie (plánované/již provedené)
c) Vlastníci akce
5. Poučení z rizika:
a) Stručně popsat poučení z daného rizika, tedy poznatky, které mohou pomoci při řešení rizik v dalších projektech

Tab. 1 Příklad struktury registru rizik (Korecký a Trkovský, 2011)

2.2 Analýza rizika

Aká je pravdepodobnosť, že k zlyhaniu dôjde? Aká je pravdepodobnosť, že bude odhalené?

Analýza rizika je kritickým prvkom procesu riadenia projektov, ktorý umožňuje projektovému tímu efektívne plánovať reakcie na potenciálne hrozby či príležitosti, minimalizovať prípadné nežiadúce vplyvy a zvýšiť tak úspešnosť projektu. Je to proces, pri ktorom sa analyzujú príčiny vzniku a zdroje jednotlivých rizík. Charakterizuje sa prípadná škoda (dôsledok rizika) a pravdepodobnosť, s akou môže riziko nastať. Matematicky teda môžeme riziko zjednodušene vyjadriť ako súčin pravdepodobnosti vzniku istého javu a rozsahu dôsledkov tohto vzniknutého javu:

$$R_i = P_i \times D_i$$

R_i - riziko

P_i – pravdepodobnosť vzniku javu

D_i – dôsledok vzniku

(Šimák, 2006)

Veľmi dôležitou súčasťou analýzy rizík je identifikácia závislostí rizík a ich zdrojov. Analýza rizík umožňuje projektovému tímu zoradiť riziká podľa ich závažnosti a vybrať tie, pre ktoré je nutné zaistiť opatrenia v prípade, že predpokladané scenáre nastanú. Metódy použiteľné pre analýzu rizík sa delia na kvantitatívne a kvalitatívne.

Kvantitatívna analýza rizika sa zameriava na numerické kvantifikovanie vplyvu a pravdepodobnosti rizík a ich potenciálnych následkov. Táto metóda sa najviac používa vo finančných analýzach, akou je napríklad metóda Monte Carlo, ktorá umožňuje modelovať rôzne možné výsledky projektu na základe rozdielnych vstupných parametrov. (Smejkal a Rais, 2010) (Tichý, 2006)

Kvalitatívna analýza sa snaží verbálne popísať riziká. Ide o veľmi subjektívne hodnotenie, ktoré rizikám priradí hodnotu pravdepodobnosti, oboduje ich alebo slovne ohodnotí. Vďaka profesionálnym projektovým tímom obvykle ide o odborné odhady, avšak tým, že chýba finančné hodnotenie, je pri monitoringu rizika náročnejšie stanoviť efektivitu opatrení. (Smejkal a Rais, 2010) (Tichý, 2006)

Semikvalitatívna analýza

Semikvalitatívny prístup je kombináciou prvkov kvalitatívnej a kvantitatívnej analýzy rizík, teda kombináciu numerickej klasifikačnej stupnice a slovných hodnotení, najčastejšie pomocou vopred určených stupníc. (Hnilica, 2008)

		Důsledky					
		Mp. 1	Mp. 2	Mp. 5	Mp. 10	Mp. 100	
Pravděpodobnost		<i>nevýznamné</i>	<i>malé</i>	<i>střední</i>	<i>značné</i>	<i>obrovské</i>	
	0,5	<i>téměř jisté</i>	0,5	1	2,5	5	50
	0,1	<i>velmi pravděpodobné</i>	0,1	0,2	0,5	1	10
	0,01	<i>pravděpodobné</i>	0,01	0,02	0,05	0,1	1
	0,001	<i>spíše nepravděpodobné</i>	0,001	0,002	0,005	0,01	0,1
	0,0001	<i>téměř vyloučené</i>	0,0001	0,0002	0,0005	0,001	0,01

Tab. 2 Příklad matice semikvantitativnej analýzy rizika (multiplikačná) (Hnilica, 2008)

2.2.1 Kvalitatívne a semikvalitatívne metódy analýzy rizík

Kvalifikácia nebezpečenstva pozostáva z posúdenia nebezpečnej udalosti, mechanizmov jej vzniku, prejavov a následkov. Vykonáva sa pomocou dvoch možných prístupov – deduktívne alebo induktívne (prípadne kombináciou týchto prístupov). (PF UKF, nedatované)

Deduktívny prístup vo všeobecnosti je prístup založený na overovaní teórie či hypotézy pomocou výskumu. V prípade analýzy rizík sa ide o definovanie následkov mimoriadnych udalostí a hľadanie možných príčin. Ide teda o analýzu udalostí, ktoré sa už stali a typickou deduktívnou metódou je napríklad Analýza príčin a dôsledkov. (PF UKF, nedatované)

Induktívny prístup funguje opačne, po zistení možných príčin zisťujeme ich pravdepodobné následky. Jedná sa o predikciu pravdepodobnosti a príkladom induktívnej metódy je napríklad Analýza stromu udalostí. (PF UKF, nedatované)

Kombinované metódy spájajú výhody vyššie uvedených prístupov, ale majú aj nevýhody, ako napríklad prílišnú komplexnosť alebo naopak jednoduchosť. (PF UKF, nedatované)

A) RIPRAN – Risk PROject ANalysis

Ide o empirickú metódu analýzy rizík, ktorá chápe analýzu rizík ako ucelený proces. Metóda dodržiava zásady pre Risk Project Management z IPMA a PMI (PMBOOK). Metóda RIPRAN je zameraná predovšetkým na analýzu rizík projektu pred jeho uskutočnením. V prvej fáze sa identifikujú riziká, ktoré by mohli ohrozovať daný projekt. Následne sa tieto riziká kvantifikujú, to znamená, že sa im priradí pravdepodobnosť ich výskytu a ohodnotí sa ich dopad na projekt. Následne sa určujú opatrenia, ktoré znížia výslednú hodnotu rizika na úroveň akceptovateľného rizika. Nakoniec sa vyhodnotí efektívnosť prijatých opatrení a či je vhodné daný projekt realizovať.

Výstupom tejto metódy je tabuľka, ktorá obsahuje zoznam rizík a podrobnosti k identifikovaným rizikám.



Obr. 8 Risk Project ANalysis; zdroj: RIPRAN, nedatováno

B) Matica rizík

Metóda matice rizík (inak nazývanej aj mapa rizík) spočíva v bodovom ohodnotení jednotlivých rizík na základe dvoch parametrov, ktoré sú vopred určené. Najčastejšie ide o **pravdepodobnosť výskytu rizika** a jeho **dopadu**. Každému parametru sa priradí hodnota z bodovej stupnice (najčastejšie päť bodovej) a výsledná hodnota rizika vznikne vynásobením týchto dvoch hodnôt (kritérií). Ak sa použije stupnica s piatimi bodmi, matica rizík je teda rozdelená na 25 zón, ktoré sú usporiadané do skupín podľa priority. (Fotr a Souček, 2011)

Matica rizík vychádza z logického predpokladu, že riziko je tým väčšie, čím je vyššia pravdepodobnosť jeho výskytu a intenzita jeho dopadu. Je dôležité si však uvedomiť, že zaradenie rizík do kategórií podľa numerického výsledku nemusí korešpondovať so skutočnou úrovňou rizika. V niektorých prípadoch môže nastať situácia, že riziko, ktorého pravdepodobnosť výskytu (P) je nízka, bude mať kritický až katastrofický dopad (D) na projekt. Podľa numerického výpočtu $P \times D$ by toto riziko mohlo spadať do kategórie stredného alebo vysokého rizika, ale kvôli škode, ktorá môže jeho výskytom nastať, je nutné individuálne posúdiť, či riziko nie je vhodnejšie zaradiť do kategórie veľmi vysokých rizík. (Fotr a Souček, 2011)

Pri tvorbe matice rizík je teda mimoriadne dôležité pristupovať k rizikám individuálne a dôkladne zvážiť všetky možné scenáre ich dopadu na jednotlivé fázy projektu alebo projekt ako celok.

Pomocou matice rizík sa riziká nielen charakterizujú, ale aj vyhodnocujú. Na základe matice rizík vznikne prioritizácia rizík, ktorým je nutné sa ďalej venovať. Ide o graficky veľmi jednoznačnú metódu.

		dopad				
		1 - nepatrný	2 - malý	3 - strední	4 - významný	5 - extrémní
pravdepodobnosť javu	1 - vzácný	střední riziko	vysoké riziko	vysoké riziko	velmi vysoké riziko	velmi vysoké riziko
	2 –nepravděpodobný	střední riziko	střední riziko	vysoké riziko	vysoké riziko	velmi vysoké riziko
	3 - možný	nizké riziko	střední riziko	střední riziko	vysoké riziko	velmi vysoké riziko
	4 - pravděpodobný	nizké riziko	střední riziko	střední riziko	střední riziko	vysoké riziko
	5 - častý	nizké riziko	nizké riziko	střední riziko	střední riziko	vysoké riziko

Obr. 9 Príklad matice rizík; zdroj: Perun, 2022

V praxi je možné sa v niektorých prípadoch stretnúť s **indexom RPN** (risk priority number). Ide o skóre priority rizika, ktoré je určené súčinom závažnosti rizika (ZR), pravdepodobnosti jeho vzniku (P) a odhaliteľnosti (O).

$$RPN = ZR \times P \times O$$

Najčastejšie je index RPN využívaný v analytickej metóde príčin a dôsledkov FMEA (Failure Mode and Effects Analysis). Cieľom tejto analýzy je identifikácia možných väd vo výrobe a vývoji produktov. V súčasnej dobe je najrozšírenejšou analýzou rizík hlavne v automobilovom priemysle.

U indexu RPN si hodnotiaci tím môže zvoliť veľkosť stupnice, avšak odporúča sa nadefinovať rovnaké rozpätie stupnice pre všetky vstupné parametre ako je uvedené napr. v Tab. 3.

Skóre	Závažnosť (Z)	Pravdepodobnosť (P)	Odhaliteľnosť (O)
1	Zanedbatelná	Vzácné	Vždy
2	Malá	Nepravdepodobné	Téměř vždy
3	Významná	Možné	Většinou
4	Kritická	Pravdepodobné	Zřídka
5	Katastrofická	Časté	Nikdy

Tab. 3 Stupnica pre vyhodnotenie rizík; zdroj: Effichem, nedatované

2.2.2 Kvantitatívne metódy

Kvantifikácia rizika znamená číselné ohodnotenie získaných či odhadnutých údajov k riziku. Hodnoty je možné získať:

- a) **Analyticky** – pomocou štatistiky a pravdepodobnosti
- b) **Empiricky** – na základe znalostí a skúseností (Tichý, 2006)

Kvantitatívne metódy sú presnejšie ako kvalitatívne metódy, avšak ich nevýhodou môže byť ich náročnosť, vysoko formalizovaný postup a veľký objem vstupných dát, ktoré nemusia byť úplne objektívne. V tomto prípade platí pravidlo, že kvantitatívna analýza rizík je tak kvalitná, ako sú kvalitné vstupné dáta. (Hnilica, Fotr 2009)

A) Simulačná metóda Monte Carlo

Metóda, ktorá využíva veľký počet náhodných čísel. Jej názov je inšpirovaný hazardnou hrou ruleta – autori metódy skúmali úlohu, ktorú sa nedarilo vyriešiť ani napriek veľkému množstvu vstupných údajov a využili náhodné zastavenie guľičky na jednom z polí rulety.

Základnou myšlienkou metódy je, že chceme určiť strednú hodnotu veličiny, ktorá je výsledkom náhodného deja. Pretože ide o náhodný dej, vstupujú do popredia počítače, ktoré pri zadaní dostatočne kvalitných údajov dokážu nasimulovať obrovské množstvo situácií, z ktorých je možné klasickými štatistickými metódami určiť priemer a smerodajnú odchýlku. Metóda Monte Carlo má široké využitie nielen v matematike a fyzike, ale aj chémii, biológii, finančníctve atď. Vo všeobecnosti je možné zhrnúť, že metóda Monte Carlo sa využíva všade tam, kde nie je možné dopredu spočítať požadovaný výsledok. Typickým príkladom využitia je odhad Ludolfovho čísla. (Mun, 2010)

Pred zahájením metódy je nutné určiť otázku, na ktorú hľadáme odpoveď a vymedziť vstupy a výstupy. Ďalej je nutné určiť najdôležitejšie faktory rizík (tie, na ktorých zmeny reagujú výstupy) a určiť pravdepodobnostné rozdelenie. V prípade, že nie sú k dispozícii dáta (napr. historické), je nutné vychádzať zo znalostí a skúseností expertov v danej oblasti. (Mun, 2010)

B) CRAMM

CRAMM je metodika, ktorá popisuje komplexne všetky fázy riadenia rizík. Pôvodne bola určená pre potreby Veľkej Británie (vyvinutá v r. 1985), v súčasnej dobe má však široké využitie v oblasti analýzy rizík. Aplikácia s rovnakým názvom umožňujúca počítačové spracovanie môže analyzovať riziká v rámci zrýchleného procesu, prípadne v rámci

detailného rozboru. Zameriava sa predovšetkým na oblasť informačných systémov a bezpečnosť organizácií. V rámci metodiky CRAMM sa neskúma systém ako taký, ale model tohto systému. (Smejkal a Rais, 2010)

CRAMM obsahuje preddefinované množstvo bezpečnostných opatrení a pomáha rozhodovať o efektívnosti či neefektívnosti výdajov na riadenie rizík. Patrí medzi najrozšírenejšie metodiky analýzy rizík. (Smejkal a Rais, 2010)

2.3 Hodnotenie rizika

Presahuje riziko prijateľnú úroveň? Je reálne a zodpovedné prijímať opatrenia voči riziku?

Hodnotenie rizika znamená porovnávanie jednotlivých rizík s celkovým kontextom, čoho následkom je „filter“:

- a) riziká, ktoré majú významný dopad na projekt → musia byť ďalej nejakým spôsobom ošetrené
- b) riziká, ktoré majú malý dopad na projekt → môžu byť akceptované bez opatrení a stačí ich monitorovať
- c) ostatné riziká → riziká k bližšej analýze

V praxi sa často uplatňuje pravidlo podľa Pareta – 80:20, čo v manažmente rizík znamená, že 80 % dopadov je spôsobených 20 % rizík, a tým pádom je nutné týchto 20 % rizík dôkladne ošetriť, venovať im v ďalšom kroku kludne aj väčšinu prostriedkov určených na ošetrovanie rizík. (Korecký a Trkovský, 2011)

2.4 Ošetrovanie rizika

Čo je možné vykonať k odstráneniu rizika alebo zníženiu jeho dopadu?

Ošetrovanie rizika je fáza, v ktorej sa v prvom rade vyberá najvhodnejšie opatrenie a následne sa vykonávajú kroky, ktoré sú nutné k realizácii zvoleného opatrenia. Výber opatrenia je vo všeobecnosti subjektívny – je daný hlavne osobou, ktorá vykonáva analýzu rizík a nastavenými procesmi. Rozoznávajú sa tri základné prístupy:

- a) **averzia k riziku** – za každú cenu minimalizovať negatívne situácie;
- b) **neutrálny postoj k riziku** – prijateľné riziká sú akceptovateľné;

c) **sklon k riziku** – preferencie rizikových variant. (Korecký a Trkovský, 2011)

Proces ošetrenia rizík je závislý od toho, v akej fáze sa nachádza projekt. V prípade, že by z analýzy rizík ešte pred realizáciou projektu, napríklad v štúdiu uskutočniteľnosti vyplynulo, že projekt sa kvôli rizikám javí ako neprijateľný, je možné ho odmietnuť. To v priebehu realizácie, logicky, nie je možné.

V rámci ošetrenia rizík sa pracuje s výstupmi z kvalitatívnych a kvantitatívnych analýz rizík. Ako už bolo spomenuté v predchádzajúcich kapitolách, k rizikám sa pristupuje podľa ich priorit. Existuje niekoľko základných návrhov, ako pristupovať k rizikám podľa ich pravdepodobnosti výskytu a veľkosti dopadu. Podľa Smejkal (2010):

Riziká s **vysokou pravdepodobnosťou výskytu** a:

- s vysokým dopadom – buď vyhnúť sa alebo znížiť pravdepodobnosť jeho vzniku,
- s nízkym dopadom – buď akceptovať alebo by mala nastať snaha o elimináciu pravdepodobnosti jeho vzniku alebo dopadu.

Riziká s **nízkou pravdepodobnosťou výskytu** a:

- s vysokým dopadom akceptovať,
- s nízkym dopadom poistiť.

	Vysoká pravdepodobnosť výskytu	Nízká pravdepodobnosť výskytu
Vysoký dopad	Vyhnutí se, redukce	Pojištění
Nízký dopad	Retence a redukce	Retence

Zdroj: Smejkal (2010)

Obr. 10 Všeobecné nástroje pre zníženie rizika; zdroj: Smejkal, 2010

Väčšinu prístupov k ošetreniu rizika môžeme zahrnúť pod štyri základné stratégie o rozhodovaní o riziku, tzv. 4T (Take, Treat, Terminate, Transfer). Pri výbere vhodnej stratégie je dôležité zohľadniť nielen veľkosť finančných rezerv a dostupné zdroje, ale aj povahu a komplexnosť projektu, aby sa dosiahla optimálna rovnováha medzi riadením rizík a dosiahnutím cieľov projektu. (Tichý, 2006)

Stratégia Take

Stratégia Take je známa aj ako nulová stratégia, alebo stratégia úplného prijatia (retencie), ktorá môže byť jednak vedomá, jednak nevedomá. Vedomá retencia zahŕňa prijatie rizika s vedomím možných nákladov spojených s jeho realizáciou. Táto stratégia

sa volí najmä v prípadoch, keď sú náklady na zníženie rizika vyššie než náklady na jeho prijatie. Dôležitým faktorom pri rozhodovaní pre vedomú retenciu je tiež veľkosť finančných rezerv projektu. Naopak nevedomá retencia nastáva, keď riziko nie je úplne známe, a tak je neúmyselne zadržované. Stratégia Take tak znamená absenciu akýchkoľvek opatrení na minimalizáciu rizika. Tento prístup si však vyžaduje dostatočné finančné rezervy a zdroje na pokrytie potenciálnych nákladov. (Tichý, 2006)

Stratégia Treat

Táto stratégia sa zameriava na riadenie rizík prostredníctvom ich ošetrovania a má tri základné formy – prevenciu, diverzifikáciu a alokáciu.

Prevencia rizík je najdôležitejšou súčasťou riadenia rizík, kde manažment po ich analýze má možnosť vytvoriť preventívne opatrenia na elimináciu rizík alebo zníženie pravdepodobnosti ich vzniku alebo dopadu. Proaktívna prevencia sa snaží odstrániť príčiny rizík, zatiaľ čo reaktívne metódy sa zameriavajú na minimalizáciu nepriaznivých dôsledkov realizácie rizík.

Diverzifikácia rizík sa zameriava na celkové zníženie rizík podniku, kde sa riziká preskupujú alebo zlučujú. Pri tomto procese je charakteristické poistenie, ktoré nesystematické riziká zlučuje.

Alokácia rizík znamená rozdeľovanie rizík v rámci podniku s cieľom zvýšiť ich ovládateľnosť. Centralizácia a decentralizácia sú dva hlavné prístupy k alokácii rizík, pričom centralizácia znamená, že jedna osoba je zodpovedná za všetky riziká, zatiaľ čo decentralizácia priradzuje každé riziko osobe, ktorá ho najefektívnejšie ovláda. (Tichý, 2006)

Stratégia Terminate

Stratégia Terminate znamená odstránenie rizika prostredníctvom zrušenia projektu. Toto riešenie je extrémne a znamená veľké obavy z možných nebezpečenstiev. Dôležité je zvážiť, v akom štádiu sa projekt nachádza. Pred zahájením projektu osoba prijímajúca rozhodnutia preberá riziko spojené s nemožnosťou účasti na projekte, čo môže mať negatívny dopad na povest' podniku. Ak sa projekt ukončí počas jeho realizácie, vznikajú náklady nielen na jeho zastavenie, ale aj na ďalšie riziká, ktoré je potrebné brať do úvahy. (Tichý, 2006)

Stratégia Transfer

Stratégia Transfer predstavuje presunutie rizika na tretiu osobu, ktorá je ochotná ho prevziať, prípadne má na projekte obchodný/komerčný záujem. Obvykle ide o prevzatie za úplatu. Okrem úplného presunutia rizika môže ísť o jeho zdieľanie. V praxi je najčastejším spôsobom transfer rizika cez poisťovňu, ale je možné ho presunúť na ručiteľa, kapitálové trhy alebo záložným právom. (Tichý, 2006)

2.5 Monitoring rizika

Neustále sledovanie hrozieb a príležitostí, súhrnne rizík, je významnou súčasťou kvalitných projektových príprav a realizácií. V priebehu projektu sa určí tzv. vlastník rizika, ktorý je zodpovedný za jeho sledovanie a prípadné upozornenie na vzniknutú situáciu. Vlastníkom rizika môže byť buď projektový manažér alebo člen projektového tímu. (Doležal, 2012)

V rámci analýzy rizík by malo dochádzať k pravidelnému monitorovaniu, pretože môže dôjsť k mnohým udalostiam:

- môže sa zmeniť hodnota pravdepodobnosti rizika → prepočet a prípadné nové opatrenia;
- môže vzniknúť nová hrozba → kvantifikácia a návrh opatrení;
- hrozba môže zaniknúť → riziko vyradiť zo sledovania;
- opatrenie stratilo účinnosť → modifikácia alebo nahradenie opatrení;
- nastane mimoriadna udalosť (poistná udalosť, finančná strata a pod.) → aktivácia pripravených opatrení;
- atď.

V priebehu projektu dochádza k sledovaniu plnenia cieľov, dodržiavania rozpočtu, zmien oproti pôvodnému plánu projektu a ďalších informácií, ktoré s projektom súvisia. Všetky tieto informácie môžu viesť k potrebe znovu identifikovať alebo analyzovať riziká, z ktorých môžu vyplývať nové požiadavky na ošetrovanie rizík. V priebehu projektu môžu nastať neočakávané situácie, ktoré je potrebné riešiť operatívne. Z pohľadu riadenia rizík je tieto prípady možné chápať ako ponaučenie → analyzovať možnosť zistiteľnosti tohto typu rizika v rámci prípravy projektu a zahrnúť ho do registru rizík. Z monitoringu rizík

môže vyplynúť aj nutnosť zmeny spôsobu ošetrovania rizík istého typu, prípadne potreba vykonania auditu celého procesu riadenia rizík. (Korecký a Trkovský, 2011)

Riziko sa prejavuje ako očakávaný náklad alebo prínos, ktorý však nastať nemusí. Ako už bolo v tejto práci spomenuté, nie je a pravdepodobne nikdy nebude možné identifikovať všetky riziká pred zahájením projektu. Rovnako nie je reálne 100 % predpovedať ich konkrétny dopad. Vždy ide o odborný odhad. V priebehu monitoringu a vyhodnocovania jednotlivých fáz projektu môže vyplynúť, že riziko bolo podcenené alebo naopak precenené. Je teda potrebné vnímať rezervu na riziká projektu v rozpočte z pohľadu projektu ako celku. Zároveň je potrebné zdôrazniť, že čerpanie rezervy projektu by malo byť projektovým manažérom chápané ako možnosť, nie povinnosť. Rezerva projektu na riziká je teda náklad, ktorý potenciálne nemusí byť vynaložený. (Korecký a Trkovský, 2011)

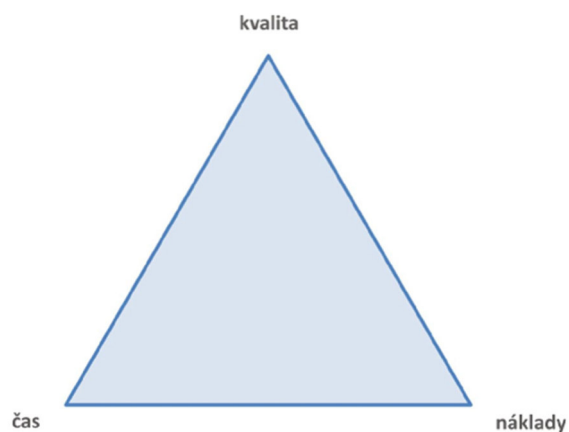
Komunikácia

Pri manažmente rizík projektu je dôležité dbať na komunikáciu so všetkými zainteresovanými stranami, z ktorej môžu vyplynúť ďalšie dôležité skutočnosti. Jedným z kľúčových prvkov komunikácie je **zápis z jednania**, ktorý vzniká počas alebo po poradách (kontrolných dňoch), či už externých alebo interných. Z následného prečítania tohto zápisu môžu vyplynúť napríklad nedorozumenia, ktoré je možné okamžite vyriešiť. (Korecký a Trkovský, 2011)

3 Infraštruktúrny projekt a jeho riziká

Infraštruktúrny projekt nie je všeobecne definovaný pojem. Ide o projekt výstavby alebo prevádzky infraštruktúry (vrátane modernizácie, rozšírenia atď.). Infraštruktúrou sa teda rozumie niečo, čo je možné prevádzkovať a užívať a často má charakter vylepšenia života v danom území. Môže ísť napríklad o vodohospodársku infraštruktúru (výstavba čističky odpadných vôd), energetickú infraštruktúru (výstavba solárnych elektrární), smart infraštruktúru (inteligentné zastávky hromadnej dopravy) atď. Prácu som sa rozhodla venovať dopravnej infraštruktúre, konkrétne rizikám cestných tunelov v intraviláne.

Medzi základné požiadavky na každý úspešný projekt, vrátane toho infraštruktúrneho, patrí kvalita, čas (termíny) a náklady. Tieto aspekty spolu tvoria takzvaný **trojimperatív projektu**, pričom ideálnym stavom by bola rovnováha všetkých troch veličín. Zaistiť tento stav je však veľmi ťažké, neexistuje totiž jednoznačné pravidlo, ako to dosiahnuť. Všetko závisí od šikovnosti a skúseností projektového manažéra a jeho tímu. Na projektový trojimperatív vplýva mnoho neistôt a možných rizík. (Freeo team, 2022)



Obr. 11 Trojimperatív projektu; zdroj: EU a MŠMT, 2022

3.1 Životný cyklus projektu

Cieľom každého projektu je premeniť myšlienku na fungujúcu realizáciu. Všeobecne je možné zhrnúť, že životný cyklus každého projektu prebieha v troch základných fázach: **predprojektová fáza**, **projektová fáza** a **poprojektová fáza** - vid' obr.12. Fázy projektu

môžeme chápať ako čiastkové projekty. Fázy na seba nadväzujú a umožňujú lepšiu kontrolu nad projektom.



Obr. 12 Životný cyklus projektu všeobecne, vlastné spracovanie podľa (Doležal, 2012)

Z pohľadu rizík externého projektu je najdôležitejším momentom prijatie záväzku voči klientovi, to znamená moment podpísania kontraktu. Dôvodom, prečo je v projektoch nutné mať kvalitne spracovanú metodiku riadenia rizík už v predinvestičnej fáze je hlavne to, že už v rámci ponuky sa predkladá rozpočet, v ktorom je potrebné mať zahrnutú rezervu na riziká. Tá vyplýva z analýzy rizík a v tejto fáze je nutné ju spracovávať bez detailnejších vedomostí o projekte, ktoré budú charakterizované neskôr. (Korecký a Trkovský, 2011)

V súvislosti s **dopravnou infraštruktúrou** ide prevažne o verejné projekty (na úrovni obce, kraja, štátu). Projekt dopravnej infraštruktúry, výstavbový projekt, je v drvivej väčšine prípadov projektom externým, zaisteným dodávateľsky. Zjednodušene je možné konštatovať, že investorom veľkého dopravného projektu je najčastejšie verejný sektor (mesto, štát), ktorý spracuje zadanie a vypíše výberové konanie na zhotoviteľa projektovej dokumentácie. Následne je vypísané výberové konanie na zhotoviteľa projektu. Projekt vybudovania alebo modernizácie dopravnej infraštruktúry má, ako každý typ projektu, svoje špecifiká. Nepredvídateľnými rizikami výstavbového projektu bývajú najčastejšie:

- nevhodný výber subdodávateľov,
- neočakávane dlhá doba správnych konaní,
- nevhodné klimatické podmienky pre výstavbu. (Prostějovská, 2008)

Životný cyklus takmer akéhokoľvek stavebného projektu vrátane projektu dopravnej infraštruktúry je možné rozdeliť na štyri časti:

- fáza predinvestičná (konceptia),
- fáza investičná,
- fáza prevádzková,

- fáza likvidačná.

Predinvestičná fáza sa zaoberá prípravou, koncepciou celého projektu. V tejto fáze je definovaný rozsah projektu, hlavný cieľ projektu, hrubý rozpočet, odhadovaný časový plán a všetky ďalšie podstatné hodnoty, ktoré môžu po skončení projektu pomôcť k zhodnoteniu jeho úspešnosti. Cieľom predinvestičnej fázy projektu je predovšetkým návrh niekoľkých variant a následný výber najvhodnejšej z nich. V tejto fáze sa rozhoduje, či má alebo nemá zmysel v projekte pokračovať. Predinvestičná fáza projektu je často nazývaná aj ako fáza prípravná a podrobnejšie sa jej venujem v praktickej časti tejto diplomovej práce. (Fotr a Souček, 2011)

Investičná fáza slúži na upresnenie koncepcie z predošlej fázy a realizáciu projektu. V tejto fáze prebieha samotná projekcia, to znamená vypracovávanie komplexnej projektovej dokumentácie, na základe ktorej bude projekt fyzicky realizovaný. Potom nasleduje príprava a realizácia projektu vlastného. V rámci tejto fázy sa teda analyzujú a spresňujú financie, riadenie projektu, jeho organizácia, vyberá sa zhotoviteľ/dodávateľ stavby atď. (Fotr a Souček, 2011)

Prevádzková fáza je najdlhšou časťou stavebného projektu. Z krátkodobého hľadiska ide o uvedenie projektu do prevádzky, z dlhodobého o celkovú stratégiu projektu – vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov, sledujú sa náklady a zisky a potreba údržby, opravy či modernizácie. Úspešnosť tejto fázy úzko súvisí s kvalitou prípravy v predinvestičnej fáze. V prípade, že v koncepcii boli hrubé chyby, ktoré sa ukážu až v priebehu prevádzkovej fázy, náprava projektu je veľmi zložitá. (Fotr a Souček, 2011)

Likvidačná alebo aj **ukončujúca fáza** je poslednou fázou, ktorá súvisí s existenciou projektu, respektíve realizovaného diela. V tejto fáze ide o odstránenie stavby alebo jej časti, najčastejšie v súvislosti s životnosťou vlastnej stavby alebo nutnosťou jej „ústupu“ voči inému, dôležitejšiemu projektu. (Fotr a Souček, 2011)

VÝSTAVBOVÝ PROJEKT					
Fáza predinvestičná		Fáza investičná		Fáza prevádzková	Fáza likvidačná
Iniciovanie	Definovanie	Plánovanie	Realizácia	Prevádzka	Likvidácia
Životný cyklus majetku - stavebného diela					
Fáza výstavbového projektu				Fáza prevádzková	Fáza likvidačná
Životný cyklus užívania stavebného diela					

Obr. 13 Životný cyklus výstavbového projektu; vlastné spracovanie podľa (Kuda, Beránková a Soukup, 2012)

3.2 Dopravná infraštruktúra

Dopravou sa rozumie „*zámerné a organizované premiestňovanie vecí a osôb uskutočňovaných dopravným prostriedkami po dopravných cestách*“ (Nantl a Prokeš, 2012, str 2).

Rozvoj každého územia vyžaduje riešenie dopravy – vybudovanie novej alebo vyhodnotenie stavu a prípadnú modernizáciu aktuálnej dopravnej infraštruktúry. Pri jej plánovaní je nutné zhodnotiť ju z niekoľkých hľadísk: z hľadiska vedenia vo voľnej krajine a hľadiska vedenia v zastavanom území. V každom prípade ale dopravná infraštruktúra musí spĺňať niekoľko kritérií, ako napríklad byť bezpečná pre účastníkov dopravy, minimalizovať priestorové nároky, tzn. zabráť čo najmenej územia, snažiť sa úplne odstrániť negatívne dopady na životné prostredie, výrazne zlepšovať dopravnú obsluhu územia atď. (Nantl a Prokeš, 2012)

Veľmi závažným problémom v rámci dopravnej infraštruktúry je jej bezpečnosť. V jednotlivých dopravných módoch je miera bezpečnosti rozdielna. Najväčším problémom je bezpečnosť na pozemných komunikáciách, kde má veľmi často jej zanedbanie tragické následky na ľudské životy, zdravie a prípadne ekonomické straty. (Nantl a Prokeš, 2012)

Dopravu ako takú môžeme rozdeliť do niekoľkých dopravných módov, ktoré predstavujú špecifický systém na prepravu osôb alebo tovaru z bodu A do bodu B. Voľba správneho dopravného módu závisí od rôznych faktorov, ako je napríklad vzdialenosť, typ tovaru alebo osobné preferencie.

Dopravné módy tvorí:

- železničná doprava,
- cestná doprava,
- vodná doprava – vnútrozemská a námorná,
- letecká doprava,
- potrubná doprava.

Jednotlivé dopravné módy majú svoje výhody a nevýhody, zároveň v sebe zahrňujú aj rôzne riziká. (Bínová a kol. 2017)

3.3 Riziká dopravných projektov

Efektívne riadenie rizík v dopravných projektoch je kľúčové pre úspešné dokončenie zadania a minimalizáciu nežiadúcich dopadov na rozpočet alebo aj harmonogram. Pri plánovaní dopravných projektov je nutné dbať nielen na aktuálne potreby, ale aj možné budúce trendy a inovácie, aby bola plánovaná infraštruktúra dlhodobou udržateľná. To je dôležité najmä z hľadiska znižovania negatívnych environmentálnych dopadov a dlhodobého kvalitného života a rozvoja v spoločnosti. Rovnako dôležité sú aj investície do modernizácie a rozvoja existujúcej dopravnej siete. V roku 2022 činili celkové investičné výdaje ČR do dopravnej infraštruktúry cez 90 miliárd Kč, čo je najviac za posledných 14 rokov. (Slabá a Houšť, 2022)

Dopravné projekty sú špecifickým druhom stavebných projektov, ktoré v sebe zahŕňajú aj niektoré špecifické riziká z rôznych kategórií. Môže ísť napríklad o projekčné riziká, ekonomické riziká, technické riziká, bezpečnostné riziká atď. Ďalej v práci som sa rozhodla riziká nekategorizovať, pretože ide z veľkej časti o subjektívny medzikrok, o ktorom rozhoduje projektový tím alebo projektový manažér.

Cestná doprava

Cestná doprava je najpoužívanejším spôsobom prepravy. Jej obrovskou výhodou je tzv. door to door transport, čo znamená, že sa doslova môžeme odviezť od vlastných dverí k dverám cieľa našej cesty. Tento dopravný mód je veľmi flexibilný a dostupný.

Číslo	Riziko	Popis rizika
1	Nehoda	Nesprávne navrhnutý odbočovací pruh z rýchlostnej komunikácie môže spôsobovať vážne dopravné nehody
2	Zápchy	Chýbajúci semafor spôsobí na frekventovanej križovatke nemožnosť plynulého odbočenia
3	Škodlivé emisie	Dopravné zápchy spôsobia pomalé posúvanie automobilov, ktoré neustále uvoľňujú škodliviny
4	Opravy a údržba	Nesprávne navrhnutá a realizovaná vozovka sa môže rýchlo opotrebovať, hlavne tam, kde jazdia ťažké vozidlá
5	Počasié	Zlé počasié môže ovplyvniť plynulosť jazdy a zvyšuje riziko nehôd

Tab. 4 Príklady rizík cestnej dopravy, vlastné spracovanie, zdroj: Bínová a kol., 2017

Železničná doprava

Železničná doprava umožňuje prepravu veľkého množstva tovaru naraz. Vzhľadom k menšej uhlíkovej stope oproti iným druhom dopravy môže byť považovaná za ekologickejší typ dopravy. Je efektívna v transporte ťažkých a veľkých objemov.

Číslo	Riziko	Popis rizika
1	Nehoda	V prípade chyby v operačnom riadení môže nastať kolízia
2	Meškanie	Z dôvodu opráv na železničnej trati môže dochádzať k meškaniu
3	Vandalizmus	Riziko poškodenia vlakovkej súpravy cudzou osobou pri odstavení v nestráženom depe
4	Životné prostredie	Počas transportu nebezpečných látok môže v prípade nehody nastať ich únik do životného prostredia
5	Počasia	Vplyvom počasia môže dochádzať k zdržaniam na železničnej trati

Tab. 5 rizík železničnej dopravy, vlastné spracovanie, zdroj: Bínová a kol., 2017

Vodná doprava (vnútrozemská aj námorná)

Námorná doprava tvorí kľúčovú časť prepravy tovaru na veľké vzdialenosti. Hrá dôležitú úlohu v medzinárodnom obchode. Najčastejšie využitie je v preprave veľkého nákladu, kontajnerov.

Číslo	Riziko	Popis rizika
1	Životné prostredie	V prípade nehody môže nastať únik ropných alebo iných chemických látok do vody
2	Pirátstvo	V rizikových oblastiach vysoká pravdepodobnosť napadnutia lode pirátmi s cieľom odcudziť tovar
3	Politické problémy	Dôsledkom politickej situácie môže byť konflikt v oblastiach s dôležitými vodnými trasami (prieplavy)
4	Opravy a údržba	V prípade poškodenia je nákladná loď veľmi nákladná na opravu
5	Počasia	Vplyvom poveternostných podmienok môže byť problematická prevádzka lodí

Tab. 6 Príklady rizík vodnej dopravy, vlastné spracovanie, zdroj: Bínová a kol., 2017

Letecká doprava

Letecká doprava je najrýchlejším spôsobom dopravy ako takej. Umožňuje prepraviť nielen osoby, ale zaisťuje doručovanie medzinárodných balíkov či dopisov. Letecká doprava je pohodlná a z hľadiska bezpečnosti je na prvom mieste – je najbezpečnejšia.

Číslo	Riziko	Popis rizika
1	Technická porucha	Vplyvom opotrebovania, veku stroja, môže vzniknúť poškodenie a technická porucha
2	Meškanie	V prípade štrajku leteckej dopravnej spoločnosti sú obrovské zdržania hlavne v medzinárodnej doprave
3	Vysoké náklady	Vzhľadom k zvyšovaniu cien pohonných hmôt dochádza k vyšším nákladom na prevádzku lietadla
4	Bezpečnosť	Letecká doprava je vysoko ohrozená teroristickými útokmi
5	Počasia	Nepriaznivé počasie ako napríklad silné búrky alebo snehové prehánky môže vyústiť do zrušenia alebo meškania letu

Tab. 7 Príklady rizík leteckej dopravy, vlastné spracovanie, zdroj: Bínová a kol., 2017

Potrubná doprava

Potrubná doprava zahŕňa prepravu tekutín a plynov, jedná sa o ropovody, plynovody a vodovody. V niektorých budovách je možné stretnúť sa s potrubnou poštou, ktorá je využívaná k efektívnej distribúcii pošty a malých balíčkov.

Číslo	Riziko	Popis rizika
1	Politická situácia	Kvôli politickým konfliktom môžu krajiny, ktoré distribuujú ropu obmedziť ich dodávku ropovodom
2	Havária	Poškodením ropovodu môže vzniknúť únik nebezpečných látok
3	Životné prostredie	Po vzniku havárie (po úniku) je výrazne poškodené životné prostredie minimálne v oblasti úniku
4	Bezpečnosť	Potrubné rozvody môžu byť cieľom teroristických útokov
5	Ekonomické náklady	Poškodenie potrubia vandalizmom alebo nesprávnou údržbou spôsobuje nutnosť opráv, čo je finančne náročné

Tab. 8 Príklady rizík potrubnej dopravy, vlastné spracovanie, zdroj: Bínová a kol., 2017

Počas predinvestičnej (prípravnej) fázy akéhokoľvek infraštruktúrneho projektu sa neposudzuje iba jeden variant, ale vyberá sa ten najvhodnejší z niekoľkých možných. Na začiatku sa určí niekoľko variantov, scenárov, ktoré sa predbežne, odhadom ohodnotia (hlavne finančne) a z nich sa tie extrémne drahé či inak problematické ihneď vyškrtnú a nebudú sa ďalej posudzovať.

Po identifikácii všetkých variantov, ktoré boli určené k ďalšiemu posúdeniu, by mala byť spracovaná **štúdia uskutočniteľnosti**. Ide o dokument, ktorý súhrnne popisuje investičný zámer, tzv. technicko-ekonomická štúdia. Jej účelom je vyhodnotiť všetky alternatívy projektu, ktoré boli identifikované a poskytnúť potrebné podklady pre posúdenie realizovateľnosti daného projektu. Súčasťou štúdie uskutočniteľnosti je aj riziková analýza, ktorá je dôležitou súčasťou optimalizácie projektu, respektíve vybraného variantu.

Výber najvhodnejšieho variantu projektu závisí od vopred určených kritérií, ako je napríklad cena (vybraný variant by nemal byť najlacnejší, ani najdrahší); bezpečnosť, náklady na prevádzku atď.

3.3.1 Riziká cestnej dopravy

Diplomová práca sa venuje podrobnejšie rizikám cestných tunelov, ktoré sú súčasťou dopravnej komunikačnej siete.

Vzhľadom k tomu, že cestná doprava je najvyužívanejší typ dopravy, je prirodzené, že so sebou prináša množstvo rizík, hlavne tých bezpečnostných. Najtypickejšími sú:

- plynulosť dopravy;
- znečisťovanie životného prostredia;
- stav pozemných komunikácií.

Bezpečnostné riziká v cestných tuneloch sú totožné s ostatnými rizikami na pozemných komunikáciách, avšak pridávajú sa k nim ešte riziká vyplývajúce z uzavretých stavieb (únikové cesty, prístup pre zložky integrovaného záchranného systému (IZS) a tak ďalej.

Podľa štatistík a článkov z TSK sú najväčším nebezpečenstvom v tuneloch samotní šoféri. V tuneloch sa mnoho ľudí cíti stiesnene kvôli uzavretému priestoru a jazda konštantnou rýchlosťou zvädza k nižšej koncentrácii a obozretnosti. Šoféri často nedodržia bezpečnostné vzdialenosti, často zabúdajú na používanie smeroviek

pri prechádzaní z pruhu do pruhu alebo dokonca používajú neočakávané manévry či prudké brzdenie. Vyššie uvedené zásady platia, samozrejme, pri jazde na akejkolvek komunikácii, bez ohľadu na to, či ide alebo nejde o tunel. V tuneli však aj najmenšia chyba môže spôsobiť ďaleko vážnejšie následky. (TSK, 2019)

Z hľadiska plynulosti a bezpečnosti dopravy je nutné dbať na dôkladnú projekciu a prípravu stavby, to znamená neopomenúť žiadne normatívne požiadavky a naopak, inžinierskym prístupom vyhodnotiť, čo všetko nad ich rámec je nutné zabezpečiť, aby premávka v cestnom tuneli nebola ohrozená.

3.3.2 Typy udalostí v cestnom tuneli

V TP 229 („technické podmínky – bezpečnosť v tunelech pozemných komunikácií“) sú uvedené základné tri typy udalostí, ktoré sa môžu v tuneli vyskytnúť a majú veľký vplyv na jeho prevádzku a škody na zdraví účastníkov tejto udalosti alebo vlastný tunel. Ide o udalosti:

- zastavenie vozidla;
- nehoda;
- požiar.

a) Udalosť: **Zastavenie vozidla**

Táto udalosť v tuneloch sa vyskytuje najčastejšie a zároveň je zo všetkých uvedených udalostí najmenej závažná. Väčšinou nemá žiadne následky, avšak môže predstavovať potenciálne riziko a viesť k ďalším incidentom, ako sú nehody alebo požiare. Podľa zákona č. 361/2000 Sb. (zákon o silničníom provozu) je v tuneloch zakázané zastaviť a stáť, s výnimkou núdzového zastavenia na miestach označených ako núdzové zálivy. V prípade poruchy vozidla by sa každý mal snažiť dostať práve do týchto núdzových zálivov.

b) Udalosť: **Nehoda**

Nehoda je definovaná ako náhla zmena rýchlosti dopravy, ktorá síce nemusí nevyhnutne spôsobiť dopravnú zápchu, no predstavuje riziko pre bezpečnosť premávky. Posudzovanie rizikovosti takýchto udalostí má zásadný vplyv na hodnotenie bezpečnosti cestného tunela. Keďže sa nehody vyskytujú pomerne často, môžu byť zdrojom ďalších nebezpečných situácií, ako je napríklad ďalej popisovaná udalosť, požiar.

c) Udalosť: **Požiar**

Táto udalosť je jednoznačne najzávažnejšou udalosťou, ktorá je vo väčšine prípadov spojená s ohrozením zdravia a života účastníkov premávky a poškodením technológie či konštrukcie tunela s následnou uzávierkou na dlhšiu dobu. Zároveň ide v prípade požiaru o udalosť s výrazne nižšou pravdepodobnosťou výskytu.

Udalosť požiar je charakterizovaná otvoreným plamenným horením vozidla spojená so šírením dymu, ktorý má výrazne väčší vplyv na ohrozenie zdravia a života ľudí. Tejto udalosti často predchádzajú obe alebo jedna z dvoch vyššie uvedených udalostí; prípadne môže vzniknúť technickou poruchou vozidla, vznietením nákladu atď. V prípade rozsiahleho požiaru z roku 1999 v tuneli pod Mont Blancom išlo napríklad o vznietenie kamiónu naloženého múkou a margarínom pravdepodobne od horiaceho cigaretového ohorku, ktorý sa dostal do jeho vzduchového filtra. Následky boli katastrofálne a súhrou niekoľkých nešťastných rozhodnutí (napr. zastavenie premávky v tuneli až po 9 minútach od doby, kedy sa rozozvučali poplašné sirény) a technických nedostatkov (nesprávne nastavený systém odvodu vzduchu) prišlo o život niekoľko desiatok ľudí. V ohnisku požiaru vystúpila teplota na cca 1000 °C, čo znemožnilo akýkoľvek účinný zásah a v tuneli horelo 53 hodín. Následne bol tunel na tri roky uzavretý a investície do obnovy a vylepšenia evakuačných a signalizačných zariadení sa vyšplhali na 350 miliónov eur. (Purser, 2009)

Z vyššie uvedených udalostí a popisu následkov rozsiahleho požiaru v tuneli je zrejmé, že dôkladné riadenie rizík na základe odborných znalostí a skúseností môže výrazne vylepšiť predchádzanie ničivých udalostí.

4 Ekonomické dopady rizík na projekt

Neoddeliteľnou súčasťou hodnotenia rizík je aj hodnotenie ekonomického dopadu rizika na projekt. Každé identifikované riziko je teda potrebné analyzovať z finančného hľadiska, z hľadiska jeho nákladov. Náklady môžu zahŕňať:

- priame náklady (náklady na opravy, náhrady, kompenzácie);
- nepriame náklady (poškodenie reputácie, zvýšené náklady na prevádzku);
- náklady na prevenciu (školenia, technológie, bezpečnostné opatrenia).

Každé riziko je potom možné ohodnotiť z pohľadu finančných strát (EL), ktoré vypočítame ako súčin pravdepodobnosti rizika (P) a jeho finančného dopadu (C):

$$EL = P \times C$$

Tento výpočet poskytuje očakávanú hodnotu finančných strát, ktoré riziko predstavuje. (Vlachý, 2006)

Na základe výpočtov je možné riziká zoradiť podľa priorít v súvislosti s ekonomickými dopadmi na projekt. To umožní manažmentu zamerať sa na najvýznamnejšie riziká z finančného hľadiska a prípadne prehodnotiť získané dáta z analýzy rizík.

4.1 Manažérsky prístup k riadeniu rizík

V prípade rizík investičných projektov môžeme posudzovať dve základné manažérske charakteristiky, a to **robustnosť** projektu a **flexibilitu** projektu. (Fotr a Souček, 2011)

a) Robustnosť projektu

Robustnosť alebo odolnosť projektu znamená, že projekt je schopný vydržať nepriaznivé zmeny v podnikateľskom prostredí. Inými slovami, negatívne vplyvy z externého prostredia majú len minimálny dopad na projekt a jeho ekonomické výsledky. Opakom robustnosti je vysoká citlivosť na zmeny vonkajších faktorov, kedy každá drobná zmena môže mať významný dopad na projekt. Najvýznamnejšie faktory, ktoré ovplyvňujú odolnosť projektu sú **bod zvratu** a **miera diverzifikácie**. (Fotr a Souček, 2011)

Bod zvratu (Break-Even Point)

Bod zvratu označuje situáciu, pri ktorej sa celkové náklady rovnajú celkovým príjmom, teda nie je produkovaný ani zisk, ani strata. Analýza bodu zvratu je užitočná pri každom rozhodovaní o investíciách a pri hodnotení finančných rizík projektu.

Využitie bodu zvratu v analýze rizík cestného tunela poskytuje hlbší pohľad na finančnú životaschopnosť projektu a pomáha lepšie zvládať potenciálne riziká, čím zvyšuje šance na úspešné dokončenie a prevádzku tunela. Vzhľadom k tomu, že diplomová práca nerieši konkrétny projekt cestného tunela, ale poskytuje akýsi všeobecný návod na riadenie rizík tohto typu projektu, hodnotenie bodu zvratu môže byť využité napríklad na:

1. **Stanovenie minimálnych potrebných príjmov:** Analyzovať, aké minimálne príjmy sú potrebné na pokrytie všetkých nákladov spojených s výstavbou a prípadne aj prevádzkou tunela. To zahŕňa fixné náklady (napríklad stavebný materiál, údržba, administratívne náklady) a variabilné náklady (napríklad náklady na energie, mzdové náklady).
2. **Príprava na nepredvídané udalosti:** Vytvoriť scenáre pre rôzne identifikované riziká a zhodnotiť, ako sa bod zvratu mení v závislosti od týchto scenárov. To umožní pripraviť stratégie na zvládanie rizík a minimalizáciu negatívnych dopadov na projekt.
3. **Optimalizácia finančného plánovania:** Použitie bodu zvratu ako nástroja na optimalizáciu finančného plánovania a rozhodovania. Pomôže určiť, či sú potrebné dodatočné zdroje financovania alebo zmeny v cene mýta na dosiahnutie udržateľného finančného modelu.
4. **Hodnotenie citlivosti:** Vykonať analýzu citlivosti na zistenie, ako zmeny v kľúčových premenných (napr. náklady na výstavbu, prevádzkové náklady) ovplyvňujú bod zvratu. Toto pomôže identifikovať najväčšie riziká a určiť, ktoré faktory majú najväčší vplyv na ekonomickú úspešnosť projektu.

Hodnotenie bodu zvratu je vhodné pre všetky významné faktory rizika projektu, avšak za predpokladu, že ostatné faktory, ku ktorým sa vzťahuje, svoju hodnotu nezmenia. Ďalej je nutné poznamenať, že v mnohých prípadoch je náročné bod zvratu stanoviť, avšak toto je možné zjednodušiť použitím vhodného softvérového programu. (Fotr a Souček, 2011)

Bod zvratu nemusí byť v istých prípadoch chápaný iba ako hodnota, ktorá musí byť rovná 0. Je možné dopredu určiť interval, ktorý bude chápaný ako prijateľný. (Fotr a Souček, 2011)

Projekty, v ktorých je pri analýze bodu zvratu zistené, že sa blížia predpokladaným hodnotám rizikových faktorov, sú značne nebezpečné. Obvykle ide o projekty s vysokými fixnými nákladmi. (Fotr a Souček, 2011)

V neposlednom rade je pri niektorých typoch infraštruktúrnych projektov nutné pripomenúť, že aj keď ide o investičné projekty, nejde o projekty, od ktorého je očakávaný ekonomický výnos v podobe finančného príjmu. Napríklad výstavba cestného tunelu je projekt, ktorý svojou realizáciou prinesie pozitíva v podobe zníženia dopravných zápch, zlepšenia kvality ovzdušia a zvýšenia bezpečnosti cestnej premávky. Okrem toho môže prispieť k zvýšeniu hodnoty nehnuteľností v okolí, podporiť miestny kultúrny či hospodársky rozvoj.

Miera diverzifikácie

Diverzifikáciu môžeme chápať ako jednu z kľúčových stratégií v riadení rizík, ktorá nám umožňuje rozložiť a minimalizovať negatívne vplyvy a dopady. V prípade cestného tunela je diverzifikácia, ako už bolo spomínané, dôležitá v niekoľkých oblastiach:

1. **Diverzifikácia dodávateľov:** Spolupráca s viacerými dodávateľmi na dodávke materiálov pomáha znižovať závislosť na jedinom zdroji a tým zmierniť riziko meškania či prerušenia v prípade, že jeden dodávateľ zlyhá.
2. **Diverzifikácia financovania:** Zabezpečenie rôznych zdrojov financovania, ako sú štátne dotácie, bankové úvery, partnerstvá atď. môže pomôcť znížiť prípadné problémy pri vzniku nečakanej ekonomickej situácie.
3. **Diverzifikácia technológií či materiálov:** Používanie rôznych technológií a materiálov umožňuje v prípade zlyhania jedného zabezpečiť pokračovanie projektu bez väčších strát v podobe času či financií.
4. **Diverzifikácia pracovných síl:** Zamestnávanie pracovníkov z rôznych oblastí, najímanie viacerých sprostredkovateľských pracovných agentúr a podobne, umožňuje zmierniť riziká s prípadným nedostatkom pracovných síl či odbornými skúsenosťami.
5. **Diverzifikácia plánovania a časového harmonogramu:** Vytvorenie alternatívnych plánov a harmonogramov zvyšuje flexibilitu pri nepredvídateľných udalostiach (napríklad zlé počasie).

Vo všeobecnosti platí, že čím je miera diverzifikácie v projekte väčšia, tým je projekt odolnejší voči negatívnym zmenám podnikateľského prostredia. (Fotr a Souček, 2011)

b) Flexibilita

Flexibilita znamená schopnosť projektu, alebo firmy, ktorá projekt realizuje, rýchlo a efektívne reagovať na rôzne nepriaznivé situácie v podnikateľskom prostredí. Ak je projekt dostatočne flexibilný, dokáže reagovať na zmeny ako sú napríklad dopyt, požiadavky zákazníkov, dostupnosť surovín, materiálov a energií. Predpokladom flexibility projektu je univerzálnosť používaných technológií alebo vytvorenie podmienok, ktoré umožňujú rýchlu reakciu. (Fotr a Souček, 2011)

Napríklad v prípade cestného tunela môže ísť o flexibilitu v použitých materiáloch (napríklad zmena nedostupnej povrchovej úpravy stien tunela za alternatívu) či flexibilitu v podobe univerzálnej technológie, čo však so sebou nesie riziko zvýšenia investičných nákladov – napríklad bude nutné vytvoriť dostatočný priestor na inštaláciu prípadných alternatívnych technológií → to znamená vyššie náklady na realizáciu.

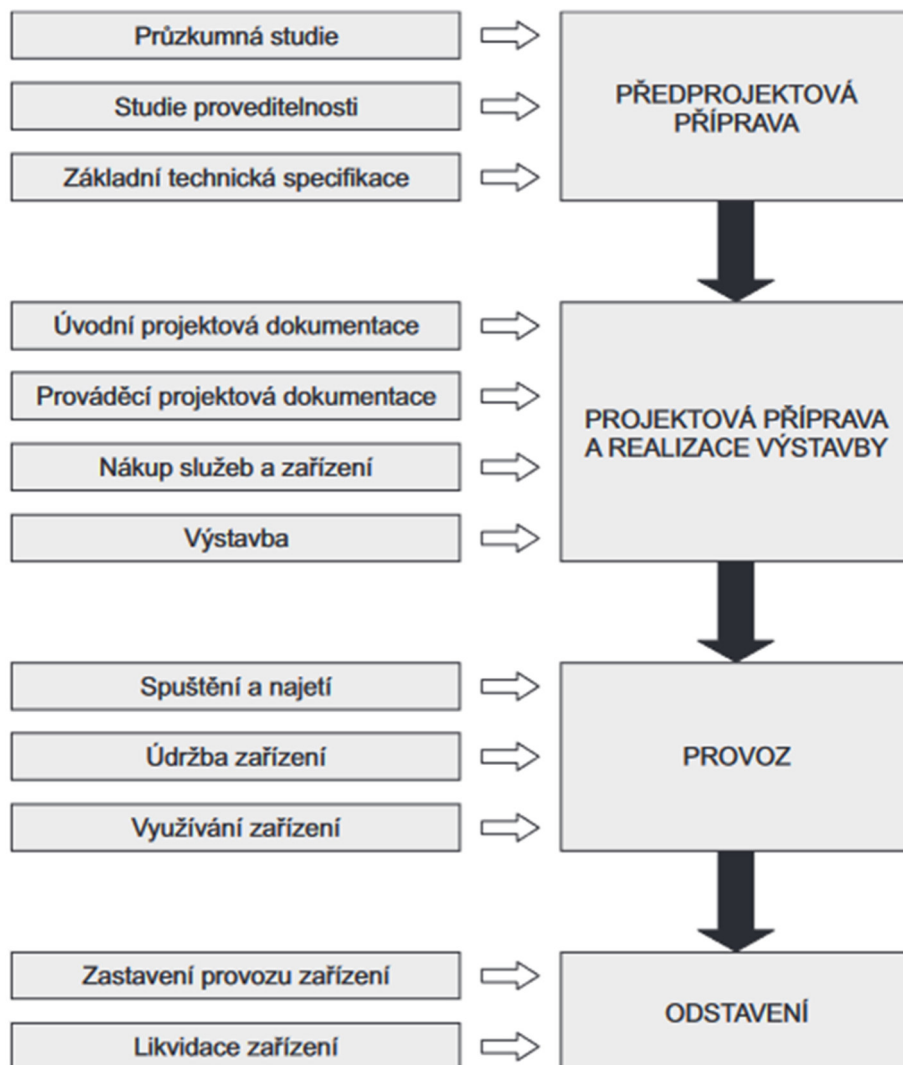
Vzhľadom k tomu, že sa v tejto diplomovej práci nevenujem posudzovaniu konkrétneho výstavbového projektu, nie je možné určiť finančné dopady jednotlivých rizík alebo ich ošetrení na projekt. Z toho dôvodu nebude v praktickej časti vykonaná ekonomická analýza, ktorú však bolo nutné v teoretickej časti spomenúť ako súčasť riadenia rizík každého projektu.

Praktická část

5 Predinvestičná fáza infraštruktúrneho projektu

Ako už bolo spomenuté v teoretickej časti tejto práce, životný cyklus projektu zahŕňa:

- predinvestičnú fázu (predprojektovú prípravu),
- investičnú fázu (projektovú prípravu a realizáciu výstavby),
- prevádzkovú fázu (operačnú),
- likvidačnú fázu (ukončenie prevádzky).



Obr. 14 Životný cyklus projektu; zdroj: Fotr a Souček, 2011

V rámci **predinvestičnej fázy** sú obvykle spracovávané tri typy dokumentov, tri štúdiá:

- štúdiá príležitostí alebo
- aj prieskumná štúdiá (Opportunity Study),
- predinvestičná štúdiá (Pre-feasibility Study),
- štúdiá uskutočniteľnosti alebo aj technicko-ekonomická štúdiá (Feasibility Study).

(Fotr a Souček, 2011)

Štúdiá príležitostí definuje čo najväčší počet investičných príležitostí, ktoré sú teoreticky ekonomicky výnosné. V rámci tejto štúdie je možné vytipovať niektoré príležitosti, ktoré budú z ďalšieho skúmania vyškrtuté bez toho, aby bola vykonaná podrobnejšia analýza. Štúdiá by mala byť stručná a finančne nenáročná, mala by využívať predovšetkým odhady a známe informácie. Výstupom štúdie je vyhodnotenie, či je alebo nie je projekt vhodné realizovať a ak áno, kedy je vhodné ho realizovať („dnes“ alebo odložiť). (Fotr a Souček, 2011)

Predinvestičná štúdiá je na rozdiel od štúdie príležitostí podrobnejším dokumentom, zároveň však nejde o detailnú štúdiu, ako je tomu v prípade štúdie uskutočniteľnosti. Predinvestičná štúdiá tvorí medzistupeň medzi dvomi vyššie spomínanými štúdiami.

Cieľom predinvestičnej štúdie je preskúmať, či boli posúdené všetky možné varianty projektu, či je projekt dostatočne životaschopný a prínosný pre investorov či ďalšie dotknuté skupiny, či existujú nejaké časti projektu, ktoré bude nutné detailnejšie posudzovať pomocou rôznych podporných nástrojov (napríklad marketingové prieskumy, experimenty atď.), či nebude mať projekt negatívne dopady na životné prostredie a podobne. (Sieber, 2004)

Štruktúra predinvestičnej štúdie aj štúdie uskutočniteľnosti je takmer totožná. Predinvestičná štúdiá však jednotlivé varianty skúma menej dôsledne, s menším dôrazom na detail. Zároveň však nesmie ísť o úplne povrchné skúmanie, pretože analýza všetkých variantov až v štúdii uskutočniteľnosti by výrazne predražila a časovo predĺžila predinvestičnú fázu projektu. V jednotlivých variantoch posudzovaných v predinvestičnej štúdii by mal byť kladený dôraz hlavne na rozbor finančných a ekonomických dopadov projektu. (Fotr a Souček, 2011)

Výsledkom spracovania predinvestičnej štúdie je nutnosť spracovania štúdie uskutočniteľnosti alebo rozhodnutie o zastavení prípravy projektu. (Sieber, 2004)

Štúdia uskutočniteľnosti má za úlohu poskytnúť všetky potrebné informácie pre rozhodovanie o investíciách. Štúdia v sebe zahŕňa náklady na investície do projektu, jeho výnosy a prevádzkové náklady v danom časovom horizonte. Zároveň štúdia popisuje ukazovatele ekonomickej efektívnosti. Aby bolo možné dosiahnuť kvalitné výstupy z analýz a hodnotenia projektu a jeho variant, je pri príprave projektu nutné zhromaždiť dostatočné podklady, informácie. Z toho jednoznačne vyplýva, že je potrebné do projektu zapojiť kvalitných odborníkov už od samého začiatku. (Fotr a Souček, 2011)

Štúdia uskutočniteľnosti musí byť vypracovaná detailnejšie ako predinvestičná štúdia. Proces tvorenia tejto štúdie je založený na opakovanom optimalizačnom procese s feedbackom, kedy sa voľba základných charakteristík procesu neustále optimalizuje až do doby, kedy je nájdený najoptimálnejší variant. (Fotr a Souček, 2011)

Hlavným cieľom štúdie uskutočniteľnosti je teda formulovať a dôkladne posúdiť základné obchodné, finančné a ekonomické požiadavky vrátane požiadavkov na ochranu životného prostredia, na základe rôznych variantných riešení, ktoré neboli predtým v predinvestičnej štúdii vylúčené ako nevhodné. (Fotr a Souček, 2011)

Výsledkom štúdie uskutočniteľnosti je vypracovanie zadania projektu na základe optimálneho variantu, vrátane jeho cieľov a charakteristík (napr. dopadu na životné prostredie). (Sieber, 2004)

V prípade, že štúdia uskutočniteľnosti preukáže ekonomickú nevýhodnosť a neefektívnosť projektu, je nutné hľadať buď ďalšie varianty alebo vyhodnotiť projekt ako neživotaschopný a neodporúčať jeho realizáciu. Tento výsledok je rovnako cenný ako výber najvhodnejšieho variantu, pretože môže pomôcť investorom predísť veľkým finančným aj časovým stratám. (Fotr a Souček, 2011)

Osnova štúdie uskutočniteľnosti:

„Titulná stránka

- 1. Obsah*
- 2. Úvodné informácie*
- 3. Stručné vyhodnotenie projektu*
- 4. Stručný popis podstaty projektu a jeho etáp*
- 5. Analýza trhu, odhad dopytu, marketingová stratégia a marketingový mix*
- 6. Management projektu a riadenie ľudských zdrojov*

7. *Technické a technologické riešenie projektu*
8. *Dopad projektu na životné prostredie*
9. *Zaistenie investičného majetku*
10. *Riadenie pracovného kapitálu (obežný majetok)*
11. *Finančný plán a analýza projektu*
12. *Hodnotenie efektivity a udržateľnosti projektu*
13. *Analýza a riadenie rizík (citlivostná analýza)*
14. *Harmonogram projektu*
15. *Záverečné zhrnutie hodnotenia projektu*

Prílohy“ (Sieber, 2004, str. 11)

5.1 Výber infraštruktúrneho projektu

V rámci témy diplomovej práce bude ďalej podrobnejšie uvedená analýza rizík vybraného infraštruktúrneho projektu. Vzhľadom k citlivosti údajov práve prebiehajúcich infraštruktúrnych projektov (ale aj projektov v určitom časovom období po ich dokončení) nie je v tejto práci analyzovaný žiadny konkrétny projekt, nebolo by možné získať dostatočne kvalitné podklady ani od investora, ani od projekčnej kancelárie. Ako reprezentatívny, všeobecný infraštruktúrny projekt pre potreby diplomovej práce bol vytipovaný **projekt tunela pozemnej komunikácie v intraviláne** (ďalej len cestný tunel). Ide v každom prípade vždy o rozsiahly a náročný výstavbový projekt, ktorý v sebe zahŕňa veľké množstvo rizík a neistôt.

Je nutné podotknúť, že tlak na presun dopravy z povrchu do podzemia má tendenciu sa zväčšovať priamo úmerne s rozvojom mestskej infraštruktúry – jej bezpečnosťou, ochranou životného prostredia, komfortu obyvateľstva a využitia povrchových plôch na výstavbu projektov občianskej vybavenosti. Prínos tunela sa teda nie celkom dobre vyjadruje v peniazoch → prejavuje sa pomocou vyššie uvedených (a ďalších) ukazovateľov kvality.

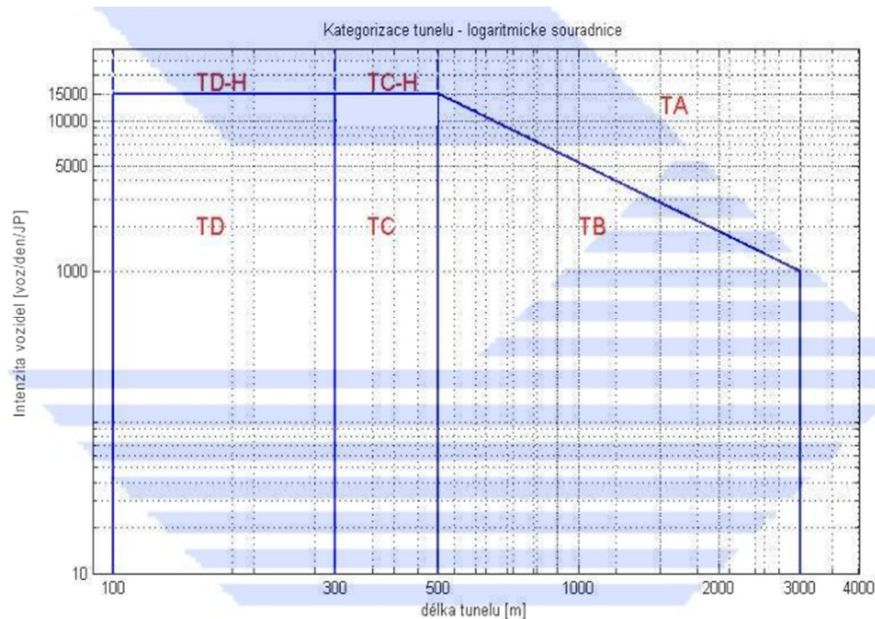
Cestný tunel v intraviláne

Cestným tunelom sa rozumie líniový podzemný objekt, ktorý sa môže nachádzať v intraviláne alebo extraviláne a umožňuje plynulú a bezpečnú jazdu vozidiel. Vo vzťahu

k dĺžke tunela ide o stavbu, ktorá obsahuje portály tunelu, tunelové prepojky, technologické vybavenie, núdzové zálivy, núdzové chodníky atď. (HŽS, 2006)

Tunely sú v cestnej doprave významnou súčasťou komunikačnej siete. Plynulosť premávky v tuneloch je zabezpečená množstvom technológií, ktoré sú vzájomne prepojené. Na cestné tunely, obzvlášť v intraviláne a tie s dĺžkou 0,5 km a viac, sú kladené vysoké nároky na prevedenie.

Podľa technických podmienok týkajúcich sa tunelov pozemných komunikácií (TP98 a TP229) je nutné v cestných tuneloch zaistiť aspoň také požiadavky, ktoré sú v týchto predpisoch určené, a tým zabezpečiť potrebné minimum na bezpečnú prevádzku tunela. Zároveň je však nutné zaistiť, aby nedochádzalo k zbytočnému predimenzovávaniu prvkov a opatrení. V mnohých štátoch vrátane ČR sú preto tunely rozdelené do kategórií, v ktorých sú vždy určené povinné a odporúčané prvky a opatrenia.



Obr. 15 Tunely podľa bezpečnostnej kategórie; zdroj: TP98-Z1

Najdlhší cestný tunel na svete sa nachádza v Nórsku. Lærdalský tunel je medzimestský tunel a jeho dĺžka dosahuje 24,5 km. (Lærdalský tunel, 2024)

Najdlhší mestský tunel v Európe je tunelový komplex Blanka (ČR). Tvoria ho tri časti – Brusnický tunel, Dejvický tunel a Bubenečský tunel a celkovo dosahuje dĺžku 5,5 km. (Tunelový komplex Blanka, 2024)

5.2 Výber metódy pre analýzu rizík cestného tunela

Výber vhodnej metódy pre analýzu rizík je dôležitým krokom v procese riadenia rizík infraštruktúrnych projektov. Pre analýzu rizík cestného tunela v intraviláne bola v tejto diplomovej práci zvolená metóda matice rizík.

Ako metódy identifikácia rizík boli zvolené metódy brainstormingu a kontrolného zoznamu rizík. Následne boli identifikované riziká ohodnotené z hľadiska pravdepodobnosti a dopadu na projekt.

Údaje boli zhromaždené pomocou dotazníkov predložených odborníkom z rôznych oblastí a obsahovali zoznam identifikovaných rizík vrátane komentárov. Oslovených odborníkov bolo celkom 9 a vďaka priemeru zo získaných údajov bola čiastočne zmiernená subjektivita hodnotenia. Zber údajov bol anonymný. Dotazník a odpovede respondentov sú uvedené v prílohách tejto práce.

Získané dáta boli vyhodnotené pomocou matice rizík. Táto metóda bola vybraná pre svoju schopnosť poskytovať prehľadný a systematický prístup k rizikám. Matica rizík umožňuje vizuálne znázorniť pravdepodobnosť a dopad rizík, čo uľahčuje identifikáciu najkritickejších rizík.

6 Použitie rizikovej analýzy pri príprave cestného tunela

Pri príprave a optimalizácii projektu cestného tunela v zastavanom území je nevyhnutné ho podrobiť dôkladnej analýze a zvážiť tak viacero variantov, čo by malo byť umožnené vďaka kvalitne spracovaným štúdiám v predinvestičnej fáze projektu. Zjednodušene je možné povedať, že prvým krokom je stanovenie cieľov projektu a hlavne požiadaviek na dopravnú infraštruktúru, ktoré musia byť zohľadnené pri návrhu tunela. Nasleduje hľadanie čo najväčšieho počtu možných variant trasy tunela, vstupných a výstupných bodov, hĺbkového umiestnenia, technických parametrov atď. V celom tomto procese je veľmi dôležitá analýza rizík, ktorá umožňuje posúdiť potenciálne hrozby (alebo aj príležitosti) spojené s každým z identifikovaných variantov. Už samotný proces plánovania tohoto typu dopravného projektu v zastavanom území znamená pre projektový tím množstvo komplexných výziev a prináša so sebou špecifické riziká. Je nutné minimalizovať možné negatívne dopady na životné prostredie a obyvateľstvo, a zároveň dbať na bezpečnosť a vylepšenie dopravnej infraštruktúry ako celku. Riziková analýza je dôležitým nástrojom, ktorý umožňuje riadiť riziká spojené s celým procesom.

Na základe výsledkov analýzy rizík môžu byť navrhnuté opatrenia a umožňuje sa tak vopred nájsť adekvátne reakcie a riešenia, ešte pred začatím stavby samotnej. V kontexte zastavaného územia môže ísť o riziká súvisiace s hydrogeologickými pomermi v oblasti, umiestnením inžinierskych sietí, okolitej infraštruktúry a mnohými ďalšími. Veľmi dôležité je dbať konkrétne na analýzu dopadov na životné prostredie a analýzu sociálnych dopadov, ako napríklad hluk, vibrácie alebo znečistenie ovzdušia.

Výsledkom komplexnej analýzy rizík musí byť projekt cestného tunela, ktorý bude nielen technicky a finančne realizovateľný, ale aj bezpečný pre užívateľov a okolie a šetrný k životnému prostrediu. Zodpovedný a odborný prístup k príprave a optimalizácii projektu už v procese jeho plánovania zabezpečuje, že bude schopný splniť všetky vytyčené ciele a potreby, bude schopný prispieť k rozvoju danej oblasti.

Ďalej v práci je kladený dôraz na konkrétne stratégie a opatrenia, ktoré sú použité na riadenie rizík v projekte cestného tunela v zastavanom území. Identifikovaným rizikám bude priradená číselná hodnota pravdepodobnosti ich výskytu, bude okomentovaný a ohodnotený ich dopad na projekt a tieto údaje budú spracované do matice rizík.

6.1 SWOT analýza

V nasledujúcej kapitole sú pomocou SWOT analýzy identifikované jednotlivé charakteristiky vo všeobecnej rovine, aplikovateľné na cestné tunely v intraviláne. Ide o pomocnú analýzu rizík výstavbového projektu, nejde o analýzu SWOT ako klasickú analýzu pozície podniku alebo podnikateľského zámeru v konkurenčnom prostredí. Táto analýza bude slúžiť ako základný podklad pre následnú identifikáciu a výber najdôležitejších rizík, ktorým sa táto diplomová práca bude ďalej venovať. Postup vykonania analýzy SWOT bol inšpirovaný analýzou SWOT podľa publikácie Korecký, a Trkovský (2011).

SWOT analýza má veľmi široké využitie v rámci projektového riadenia, nielen rizík. Je to nástroj, ktorý je, rovnako ako matica rizík, veľmi graficky jednoznačný. Jednotlivé charakteristiky sú rozdelené do štyroch skupín **S** (silné stránky), **W** (slabé stránky), **O** (príležitosti), **T** (hrozby). Silné a slabé stránky sú vnútornými faktormi, príležitosti a hrozby sú vonkajšími faktormi. (Bínová a Heralová, 2017)

STRENGTHS – silné stránky cestného tunela v intraviláne:

- zlepšenie dopravnej obslužnosti,
- zrýchlenie dopravy,
- ochrana životného prostredia,
- bezpečnosť dopravy,
- efektívne využitie priestoru.

Medzi silné stránky každého cestného tunelu v intraviláne patrí jednoznačne zlepšenie dopravnej obslužnosti a zrýchlenie dopravy. Presun dopravy pod zem či do uzavretých autobusov umožňuje okrem efektívnejšieho využitia priestoru na povrchu aj výrazné zlepšenie a zrýchlenie dopravného spojenia v rámci obce či mesta. Zároveň sa tým znižuje riziko nehôd v hustej mestskej premávke na povrchu. Cestné tunely pomáhajú znižovať hluk a čiastočne zlepšovať situáciu s emisiami v mestských oblastiach.

WEAKNESSES – slabé stránky cestného tunela v intraviláne

- vysoké náklady,
- komplikovaná výstavba,
- bezpečnostné riziká,

- ventilácia,
- obmedzený prístup.

Výstavba cestných tunelov je veľmi nákladná a zároveň aj náročná. Počas výstavby v danej lokalite môže ísť o výrazné obmedzenie alebo dokonca zhoršenie existujúcej dopravnej infraštruktúry. Tunely ako také so sebou prinášajú aj veľké bezpečnostné riziká v prípade vzniku mimoriadnej udalosti (dopravná nehoda, požiar v tuneli atď.). Práca záchranných zložiek IZS v tuneloch je náročnejšia ako na povrchu. Tunelové stavby vyžadujú sofistikované technologické systémy, napríklad ventiláciu, pretože musí ísť o trvalé dostatočné prúdenie vzduchu, ktoré musí vedieť reagovať na prípadný vznik požiaru a podobne. Tunel ako stavba je tiež náchylný na odstávky či neočakávané výpadky energií alebo interných systémov – to môže spôsobiť neprístupnosť či nefunkčnosť tunela, čo vyústi v zákaz vjazdu pre vozidlá a tým pádom celkové zhoršenie dopravnej situácie na povrchu.

OPPORTUNITIES – príležitosti cestného tunela v intraviláne

- využitie dotácií a grantov,
- inovácie a technológie,
- integrovaná doprava,
- ekologické projekty,
- urbanizmus.

V rámci štátu, ale aj EÚ, sú do dopravnej infraštruktúry privádzané rôzne granty, ktoré sa týkajú podpory infraštruktúrnych projektov. Príležitosť využiť dotácie sa naskytá aj v prípade aplikovania nových technických či technologických postupov alebo zavádzania nových technologických riešení v rámci prevádzky tunelov. Integrácia tunelov do mestského dopravného systému môže pomôcť zlepšiť spojenie rôznych druhov dopravy. Cestné tunely môžu podporiť rozvoj nových komerčných či obytných zón tým, že znížia dopravné zaťaženie na povrchu a presunú dopravu pod povrch. Z toho môže vyplývať aj príležitosť na výrazné zlepšenie v rámci ekológie.

THREATS – hrozby cestného tunela v intraviláne

- prírodné katastrofy,
- ekonomické riziká,
- technické problémy,

- verejná mienka,
- legislatíva.

Hrozbami pre cestné tunely môžu byť napríklad prírodné katastrofy ako záplavy alebo zosuvy pôdy, ktoré ich môžu výrazne poškodiť a vyradiť tak na dlhú dobu z prevádzky. Ďalší problém, ktorý môže tunel vyradiť z prevádzky môže vzniknúť zlyhaním technológie – vetrania, osvetlenia, napájania elektrickou energiou atď. Ekonomické riziká sú rovnako nemalou hrozbou, či už ide o financovanie v priebehu výstavby alebo nutných opráv v priebehu životnosti stavby. Tunely sa kvôli svojim nákladom a obmedzeniam počas výstavby stretávajú veľmi často s negatívnou verejnou mienkou. Hrozbou môžu byť aj prísne legislatívne požiadavky, ktoré môžu výstavbu spomaliť alebo skomplikovať.

Analýza SWOT poskytuje základné informácie a východiská, na základe ktorých je možné efektívne identifikovať riziká a oblasti, ktorým je nutné venovať podrobnejšie skúmanie. Táto analýza je tak všestranným pomocným nástrojom v riadení rizík.

V tabuľke č. 9 sú graficky znázornené jednotlivé stratégie, ktoré vyplývajú z analýzy SWOT. Ide o štyri základné stratégie, ktoré pomáhajú efektívne využívať silné stránky a príležitosti a minimalizovať hrozby a slabé stránky. Dôkladne zvolená stratégia a plánovanie umožní úspešnú realizáciu projektu. Výber najvhodnejšej stratégie závisí od konkrétneho zadania, konkrétneho projektu, preto v tejto diplomovej práci nebude zvolená ani jedna zo štyroch stratégií. Nižšie uvádzam postup, ktorým by sa mal riadiť projektový manažér so svojím tímom pri určovaní najvhodnejšej stratégie.

SWOT	Strengths (silné stránky)	Weaknesses (slabé stránky)
Opportunities (príležitosti)	Stratégia SO využitie príležitostí a silných stránok	Stratégia WO minimalizovať slabé stránky využitím príležitostí
Threats (hrozby)	Stratégia ST vyhýbanie sa hrozbám využitím silných stránok	Stratégia WT vyhýbanie sa hrozbám minimalizovaním slabostí

Tab. 9 Stratégie na základe SWOT analýzy; vlastné spracovanie podľa (Benzaghta, 2021)

Stručný postup, ako určiť, ktorá stratégia je pre projekt najlepšia:

Krok 1:

V prvom rade je dôležité zistiť, ktoré faktory sú pre projekt najdôležitejšie a následne ich zoradiť podľa dôležitosti. Ideálnym spôsobom je odpovedať si na otázky:

- Ktoré silné stránky najviac prispievajú k úspechu celého projektu?
- Ktoré slabé stránky predstavujú najväčšie riziko?
- Ktoré príležitosti sú najvýznamnejšie?
- Ktoré hrozby sú najviac znepokojujúce?

Krok 2:

Pre každú zo stratégií je nutné zistiť, ako efektívne rieši najdôležitejšie faktory identifikované v kroku 1.

SO: Posúdiť, ako dobre sa využívajú silné stránky na maximalizovanie príležitostí

WO: posúdiť, ako dobre sa minimalizujú slabé stránky pomocou príležitostí

ST: posúdiť, ako efektívne sa využívajú silné stránky na zmiernenie hrozieb

WT: posúdiť ako efektívne sa minimalizujú slabé stránky a vyhýbajú sa hrozbám

Krok 3:

Výber stratégie na základe vyššie uvedených hodnotení. V drvivej väčšine prípadov nejde o zvolenie jednej konkrétnej stratégie, ale o ich kombináciu. Opäť je z celého postupu zrejmé, že je nutné, aby projektový manažér, ale aj jeho tím, boli skúsení odborníci. Vo veľkej miere ide o subjektívne hodnotenie, preto je veľmi dôležité analytické a kritické myslenie.

6.2 Identifikácia rizík

Na základe analýzy SWOT boli určené oblasti, ktoré by mali byť podrobené dôkladnejšiemu skúmaniu → nasleduje identifikácia konkrétnych rizík z jednotlivých oblastí určených SWOT analýzou.

Ako metóda identifikácie rizík bola zvolená metóda kontrolného zoznamu rizík a metóda brainstormingu. Druhá zo zvolených metód bola využitá iba vo veľmi obmedzenom rozsahu a dalo by sa povedať, že viac išlo o samostatnú prácu

konzultovanú s odborníkmi v oblasti stavebníctva ako o skupinovú metódu **brainstorming** v pravom zmysle slova.

Metóda kontrolného zoznamu rizík bola využitá v celom svojom rozsahu tak, že som si dohľadala existujúce projekty dopravnej infraštruktúry a analýzu ich rizík (v rámci dostupnosti), ktoré som sa snažila vyfiltrovať a doplniť o svoje znalosti z oblasti stavebníctva, presnejšie cestných tunelov. Z vlastných skúseností bolo čerpané najmä pri identifikácii bezpečnostných rizík. Celkový počet identifikovaných rizík bol obmedzený na 30 preto, že nejde o konkrétny projekt cestného tunela, ale všeobecný návod k analýze rizík cestného tunela v zastavanom území a zároveň preto, aby bolo možné popísať a vytvoriť maticu rizík na dostatočne veľkej vzorke. Ďalšie riziká by vyplynuli z konkrétneho zadania projektu.

Identifikované riziká boli rozdelené do troch kategórií:

- príprava projektu,
- realizácia projektu,
- prevádzka projektu.

Na základe vyššie uvedeného prístupu k identifikácii rizík v rámci projektov cestných tunelov v intraviláne, bolo dôležité poskytnúť komplexný pohľad na možné riziká v rôznych fázach projektu – od prípravy cez realizáciu až po prevádzku. Tento systematický prístup umožňuje nielen identifikáciu, ale aj efektívne riadenie rizík, čo je kľúčové pre úspešnú realizáciu a udržateľnosť projektov dopravnej infraštruktúry. Pridaním komentárov k jednotlivým rizikám sa zvyšuje ich zrozumiteľnosť a praktická použiteľnosť pre všetky zainteresované strany.

Aj keď vzhľadom k všeobecnému zadaniu nie je možné zahrnúť finančné ohodnotenie rizík, ich identifikácia a kategorizácia poskytuje pevný základ pre budúce analýzy, ktoré môžu byť doplnené o ekonomické hodnotenia, keď budú k dispozícii konkrétne údaje a parametre projektu. Týmto spôsobom sa zabezpečí, že navrhovaný prístup bude flexibilný a adaptabilný pre širokú škálu projektov cestných tunelov v mestskom prostredí.

Výstupom identifikácie rizík je časť databázy, registru rizík, vid' tab.10.

Praktická časť: Použitie rizikovej analýzy pri príprave cestného tunela

Fáza projektu	Ozn. rizika	Popis rizika	Možné následky/komentár
Príprava projektu	R1	Nesúlad s urbanistickou koncepciou okolia	Hodnotí sa miera rizika nesúladu s aktuálne platným územným plánom, negatívne dopady na existujúcu okolitú zástavbu, verejné priestranstvo a rekreačné územie
	R2	Environmentálne problémy (ohrozenie ekosystému)	Hodnotí sa miera rizika vzniku negatívnych dopadov na ŽP v blízkom okolí počas výstavby a po realizácii projektu
	R3	Nález archeologicky významných prvkov	Miera rizika vzniku archeologického náleziska
	R4	Nevhodné estetické riešenie	Hodnotí sa miera začlenenia stavby v súvislosti s estetikou vzhľadom k okoliu
	R5	Zvýšené finančné náklady na projekt	Miera rizika vzniku dodatočných finančných nákladov na tvorbu projektovej dokumentácie
	R6	Nedostatočný hydrogeologický prieskum	Hodnotí sa vplyv rizika nedostatočného hydrologického a geologického prieskumu terénu v danej lokalite a dopad na projekt
	R7	Technická náročnosť prípravy stavby	Miera rizika zanedbania prípravy stavby, nedostatočná príprava
Realizácia projektu	R8	Technická náročnosť realizácie stavby	Miera rizika prekročenia normových parametrov technického riešenia (napr. sklon výjazdovej/vjazdovej rampy v súvislosti s okolím stavby)
	R9	Nedostatočné odvodnenie	Riziko hromadenia vody počas realizácie stavby (spodná voda, dažde, záplavy atď.)
	R10	Ekologická likvidácia zeminy	Miera rizika nedostatku miesta na uloženie prebytočnej zeminy
	R11	Zvýšené finančné náklady na realizáciu	Riziko ovplyvnené napr. infláciou či nedostatkom materiálov (napr. z dôvodu pandémie, vojny atď.)
	R12	Nedostatok financií z dôvodu časovej náročnosti projektu a zdražovania v medzi období	Riziko nedostatočnej kredibility investora voči banke - poskytnuté financie nebudú dostatočné
	R13	Nedostatočné zabezpečenie staveniska proti vstupu nepovolaných osôb	Riziko vzniku poškodenia oplotenia, nepozornosť security atď.
	R14	Neúplné bezpečnostné značenie na stavenisku	Riziko nepozornosti zodpovednej osoby a zanedbanie značenia
	R15	Vypuknutie požiaru na stavbe	Riziko vzniku požiaru počas stavebných prác (napr. chybná elektroinštalácia)
	R16	Poškodenie stavebnej techniky v súvislosti so zanášaním tunelových tubusov nečistotami	Miera rizika vzniku znečistenia stavebnej techniky napr. z dôvodu usadenín bahna
	R17	Technické a technologické nedostatky počas realizácie	Miera rizika nedostatku technického vybavenia či vzniku nedostatkov počas technologických postupov (napr. nekvalita betónu či chýbajúci stroj)

Praktická časť: Použitie rizikovej analýzy pri príprave cestného tunela

	R18	Zmena časového harmonogramu výstavby	Riziko predĺženia časovej náročnosti jednotlivých prác oproti predpokladanému časovému harmonogramu
	R19	Demolácia (časti tunelu počas výstavby)	Miera rizika vzniku realizačnej chyby v dôsledku ktorej bude nutné pristúpiť k demolácii časti tunelu
Prevádzka projektu	R20	Ovplyvnenie stavby vodou	Vzhľadom k charakteru stavby sa hodnotí miera výskytu živelných udalostí (záplav) a ich vplyv na prevádzku projektu
	R21	Jazda v protismere	Miera rizika vjazdu do protismere na križovatkách a rampách
	R22	Tvorba kolón	Miera rizika vzniku kolóny v dopravnej špičke
	R23	Vznik dopravnej nehody	Nebezpečenstvo nárazu do zariadení tunelu, únik nebezpečných látok či zrážky vozidiel (bočná/zadná)
	R24	Náročná evakuácia osôb	Riziko náročnej evakuácie osôb z dôvodu vzniku paniky či neprimerane náročných podmienok pre zložky IZS
	R25	Zablokované tunelové prepojky	Miera rizika vzniku mimoriadnej udalosti v dobe uzávierky tunelovej prepojky
	R26	Nebezpečenstvo vzniku požiaru počas prevádzky	Miera rizika vzniku požiaru a jeho následkov na stavbu
	R27	Nedostatočné vetranie tunelového tubusu	Riziko nedostatočného technického zabezpečenia (nedostatočná údržba - revízie)
	R28	Mimoriadne zložité podmienky pre zásah zložiek IZS	Riziko zložitých podmienok v prípade požiaru či nehody
	R29	Zvýšené finančné náklady na prevádzku a údržbu	Riziko miery zvýšenia predpokladaných nákladov
	R30	Nepredvídateľné riziká	Riziko vzniku nepredvídateľnej udalosti

Tab. 10 Identifikované riziká vrátane komentára; vlastné spracovanie

6.3 Analýza a hodnotenie rizika

Hodnotenie vybraných 30 rizík bolo vykonané pomocou dotazníka, ktorý je uvedený v prílohe A tejto diplomovej práce. Dotazníky boli doručené celkom 9 vybraným odborníkom z oblasti risk managementu a stavebníctva (projektanti a odborníci na zakladanie stavieb). Dotazníky boli anonymné a získané údaje sú uvedené v prílohe B tohto materiálu.

Respondenti boli požiadaní o ohodnotenie jednotlivých rizík v súvislosti s pravdepodobnosťou, s akou riziko podľa ich odborného názoru a skúseností z praxe nastane a aký dopad by dané riziko malo na celý projekt cestného tunelu. Hodnotenie prebiehalo na základe kľúča:

- do stĺpca P (pravdepodobnosť vzniku rizika) respondenti vyplnili hodnotu 1 až 5:
 - 1 = nepravdepodobné
 - 2 = minimálne pravdepodobné
 - 3 = možné
 - 4 = pravdepodobné
 - 5 = vysoko pravdepodobné
- do stĺpca D (miera dopadu rizika na projekt) respondenti vyplnili hodnotu 1 až 5:
 - 1 = veľmi nízka
 - 2 = malá
 - 3 = stredná
 - 4 = významná
 - 5 = katastrofálna

Následne boli získané hodnoty spriemerované a určená jedna hodnota pre pravdepodobnosť vzniku (P) a jedna hodnota pre mieru dopadu (D) rizika na projekt. Výsledné hodnoty boli vynásobené a na základe číselného vyjadrenia boli v ďalšom kroku vynesené do matice rizík.

V určitých prípadoch je možné využiť pre hodnotenie miery dopadu rizika na projekt mocninovú stupnicu (1, 2, 4, 8, 16) namiesto lineárnej (1, 2, 3, 4, 5). Tým by bola vyjadrená intenzita katastrofálneho dopadu 16x významnejšia než u veľmi nízkeho dopadu.

Praktická časť: Použitie rizikovej analýzy pri príprave cestného tunela

Ozn. rizika		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer	Súčin (P)*(D)
R1	(P)	3	3	1	4	1	2	2	2	3	2	6
	(D)	4	3	4	4	3	2	3	4	2	3	
R2	(P)	4	3	3	3	4	2	3	2	3	3	12
	(D)	4	3	4	5	4	2	3	5	2	4	
R3	(P)	3	2	4	3	3	4	3	2	2	3	9
	(D)	4	4	2	5	3	3	2	5	1	3	
R4	(P)	2	3	3	2	2	2	2	1	2	2	4
	(D)	2	2	2	3	1	2	2	1	2	2	
R5	(P)	5	4	2	3	3	4	5	4	5	4	12
	(D)	4	3	2	4	2	3	3	4	4	3	
R6	(P)	3	2	5	4	2	4	2	2	4	3	12
	(D)	4	4	4	5	3	4	3	3	2	4	
R7	(P)	2	2	2	4	4	2	2	4	5	3	12
	(D)	2	5	5	4	3	4	3	3	4	4	
R8	(P)	2	3	3	4	2	3	4	4	5	3	9
	(D)	4	5	3	4	2	4	2	4	3	3	
R9	(P)	3	2	3	3	2	4	5	2	4	3	12
	(D)	5	4	3	5	3	2	3	5	3	4	
R10	(P)	3	2	2	3	3	4	3	2	4	3	6
	(D)	2	3	2	4	2	1	2	2	2	2	
R11	(P)	3	5	5	3	4	3	5	5	5	4	16
	(D)	4	3	4	5	3	3	4	4	4	4	
R12	(P)	3	3	4	3	3	3	5	4	5	4	16
	(D)	4	4	5	5	2	3	4	5	5	4	
R13	(P)	2	4	3	3	3	3	4	3	1	3	6
	(D)	2	3	2	3	2	1	1	2	2	2	
R14	(P)	2	4	1	2	2	3	4	2	2	2	4
	(D)	2	3	3	3	3	1	1	3	3	2	
R15	(P)	2	3	3	3	2	2	4	2	2	3	12
	(D)	5	4	5	5	4	4	3	4	5	4	
R16	(P)	2	3	3	4	2	2	5	3	3	3	9
	(D)	3	3	1	5	2	1	2	3	3	3	
R17	(P)	2	4	3	3	3	3	5	3	4	3	9
	(D)	4	3	3	5	3	3	2	4	3	3	
R18	(P)	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	16
	(D)	3	4	4	5	4	3	4	3	3	4	
R19	(P)	1	3	2	3	1	1	2	3	3	2	8
	(D)	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	
R20	(P)	2	3	3	4	2	3	1	3	3	3	12
	(D)	4	3	5	5	3	4	5	3	5	4	
R21	(P)	1	2	3	3	2	1	3	4	2	2	6
	(D)	2	5	3	4	2	1	2	3	2	3	
R22	(P)	3	4	3	3	4	1	3	5	5	3	6

	(D)	3	3	3	4	2	1	2	2	2	2	
R23	(P)	3	3	4	3	4	2	5	3	4	3	12
	(D)	4	4	4	5	3	3	2	4	3	4	
R24	(P)	2	4	5	3	2	2	2	3	5	3	12
	(D)	3	4	5	4	4	4	5	4	5	4	
R25	(P)	2	3	4	3	2	2	3	2	4	3	12
	(D)	4	3	5	5	4	4	4	4	4	4	
R26	(P)	2	3	3	3	3	1	3	2	3	3	12
	(D)	5	5	5	5	4	4	4	3	5	4	
R27	(P)	2	2	2	3	2	1	2	1	2	2	8
	(D)	4	5	5	4	3	4	4	4	3	4	
R28	(P)	2	4	2	3	2	1	2	3	3	2	8
	(D)	4	5	5	4	3	4	5	5	3	4	
R29	(P)	3	3	2	4	3	2	5	3	3	3	9
	(D)	3	3	3	5	2	3	4	2	3	3	
R30	(P)	3	2	2	3	3	3	1	3	3	3	12
	(D)	2	4	5	4	3	3	4	4	3	4	

Tab. 11 Výsledky dotazníku; vlastné spracovanie;

pozn.: O1 až O9 je označenie respondentov, ktorí odpovedali na dotazník

Z hodnotenia jednotlivých respondentov (tab. 11) je zrejmé, že riziková analýza je z veľkej miery subjektívnym názorom, a preto je veľmi dôležité do tímu vybrať skúsených odborníkov. Pohľad osoby, ktorá sa v rámci svojej profesie venuje zakladaniu stavieb je v istých bodoch úplne odlišný ako pohľad respondenta, ktorý pracuje ako risk manažér v oblasti poisťovníctva. V niektorých reálnych prípadoch je možné zvoliť odborníkov na základe okruhu, ktorý hodnotíme – odborníci na projekciu budú hodnotiť iba prípravu projektu, experti z oblasti zakladania stavieb a realizačné spoločnosti budú hodnotiť realizáciu stavby atď. V prípade hodnotenia pravdepodobnosti vzniku rizika je možné využiť taktiež štatistické údaje, ktoré ale v mnohých prípadoch neexistujú alebo nie sú úplné. (Fotr a Souček 2011)

Veľa z vyššie uvedených rizík nie je jednoznačných vo svojich následkoch. Napríklad riziko R24 (Náročná evakuácia osôb) je veľmi zložitá ohodnotiť ako z pohľadu výskytu, tak aj z pohľadu následkov. Z psychologického hľadiska nie je možné nijakým spôsobom určite predpovedať, ako sa zachovávajú ľudia, ktorí budú účastníkmi mimoriadnej udalosti v tuneli. Krízová situácia vplýva na každého z nás rôzne a inak zodpovedný a pokojný človek sa v stiesnenom priestore tunela môže v prípade účasti na nehode dostať do obrovského stresu a paniky a chovať sa iracionálne.

6.3.1 Matica rizík

Matica rizík je jednou z metód analýzy rizík, ktorú som si vybrala pre jej prehľadnosť a jednoznačnosť. Pre potreby diplomovej práce som vytvorila maticu rizík 5x5:

MATICA RIZÍK		Miera dopadu rizika				
		Velmi nízka (1)	Malá (2)	Stredná (3)	Významná (4)	Katastrofálna (5)
Pravdepodobnosť vzniku rizika	Neppravdepodobné (1)	malé riziko	malé riziko	stredné riziko	stredné riziko	stredné riziko
	Minimálne pravdepodobné (2)	malé riziko	stredné riziko	stredné riziko	vysoké riziko	vysoké riziko
	Možné (3)	malé riziko	stredné riziko	vysoké riziko	vysoké riziko	veľmi vysoké riziko
	Pravdepodobné (4)	malé riziko	stredné riziko	vysoké riziko	veľmi vysoké riziko	veľmi vysoké riziko
	Vysoko pravdepodobné (5)	stredné riziko	stredné riziko	vysoké riziko	veľmi vysoké riziko	veľmi vysoké riziko

Obr. 16 Matica rizík; vlastné spracovanie

Na základe zaradenia rizika do konkrétnej kategórie podľa grafického manuálu (obr. 16) sa následne rozhodne, akým spôsobom sa bude pristupovať k jeho ošetrovaniu alebo monitorovaniu.

Zelenou farbou sú označené **malé riziká**, ktorým nie je nutné stanovovať opatrenia, ale postačuje monitorovať ich stav a reagovať na prípadné zmeny.

Žltou farbou sú označené **stredné riziká**, ktoré už majú na projekt väčší či menší vplyv, a preto je nutné ich prípadné ošetrovanie individuálne posúdiť, a prípadne ich rovnako ako malé riziká, iba monitorovať.

Oranžovou farbou sú vyznačené **vysoké riziká**, pre ktoré je dôležité navrhnuť opatrenia a snažiť sa im predchádzať. Tieto riziká môžu výrazne ovplyvniť projekt.

Červenou farbou sú označené **veľmi vysoké riziká**, ktoré je potrebné minimalizáciou pravdepodobnosti vzniku alebo opatrením proti miere dopadu posunúť do nižšej kategórie rizík. Tieto riziká sú pre projekt neakceptovateľné a môžu byť pre projekt natoľko nebezpečné, že ho môžu v istých prípadoch až ukončiť.

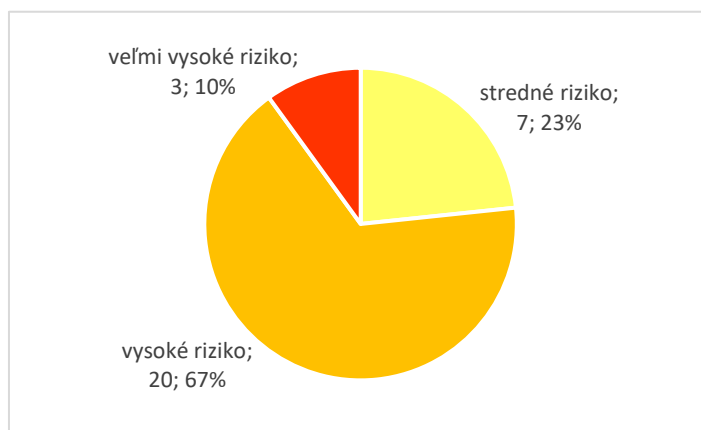
Na základe vyhodnotených dotazníkov a vyššie uvedenej matice, bola spracovaná matica rizík projektu cestného tunela v intraviláne. Táto matica jasne graficky znázorňuje začlenenie jednotlivých identifikovaných rizík do kategórií podľa súčinu pravdepodobnosti vzniku rizika a miery dopadu rizika na projekt – viď obr. 17.

Z vytvorenej matice rizík je zrejmé, že v zelenej kategórii malých rizík sa nenachádza ani jedno z identifikovaných rizík. Väčšina rizík je v kategórii vysokých a tri riziká (R11, R12 a R18) sú v kategórii veľmi vysokých rizík.

Z uvedeného vyplýva, že v projekte cestného tunela sa v tomto prípade bude nutné podrobnejšie venovať ošetrovaniu všetkých 30 identifikovaných rizík, pričom 3 z nich bude nutné ošetriť tak, aby, pokiaľ to bude možné, spadli do nižšej kategórie.

MATICA RIZÍK		Miera dopadu rizika				
		Veľmi nízka (1)	Malá (2)	Stredná (3)	Významná (4)	Katastrofálna (5)
Pravdepodobnosť vzniku rizika	Neppravdepodobné (1)					
	Minimálne pravdepodobné (2)		R4, R14	R1, R21	R19, R27, R28	
	Možné (3)		R10, R13, R22	R3, R8, R16, R17, R29	R2, R6, R7, R9, R15, R20, R23, R24, R25, R26, R30	
	Pravdepodobné (4)			R5	R11, R12, R18	
	Vysoko pravdepodobné (5)					

Obr. 17 Matica rizík – výsledky; vlastné spracovanie



Obr. 18 Graf výsledkov matice rizík; vlastné spracovanie

Matica rizík bude pre každý konkrétny projekt cestného tunela iná, pretože každý projekt je unikátny a predstavuje špecifické riziká. Výsledky matice rizík teda nie je možné aplikovať všeobecne na všetky projekty cestných tunelov v intraviláne, avšak je možné, že v niektorých prípadoch rovnako identifikovaných rizík sa budú zhodovať s alebo veľmi podobáť na vyššie uvedenú reprezentatívnu maticu rizík. Ako už bolo spomenuté, v tejto diplomovej práci ide o všeobecný návod aplikácie metódy riadenia rizík projektu cestného tunelu v intraviláne.

6.4 Ošetrovanie rizika

Ošetrovanie rizika je najdôležitejšou fázou procesu riadenia rizík. Ide o plánovanie opatrení, ktoré umožnia zníženie negatívneho dopadu rizika na projekt, pričom tieto opatrenia musia byť zároveň ekonomicky účelné. Na druhej strane je zároveň nutné posilniť všetky prípadné príležitosti s pozitívnym dopadom. (Fotr a Souček 2011)

Ošetrovanie rizík môžeme rozdeliť do dvoch základných kategórií:

- a) **opatrenia orientované na príčiny vzniku rizika**
- b) **opatrenia orientované na zníženie dopadov rizika**

V prípade opatrení orientovaných na **príčiny vzniku rizík** ide o oslabenie alebo úplne odstránenie príčiny vzniku rizík. Vzhľadom k tomu, že ide o tzv. prevenciu rizika, je možné predpokladať, že tieto opatrenia sú aplikovateľné viac na interné ako externé riziká. Interné riziká sú v každom prípade viac ovplyvniteľné ako tie externé. Konkrétnymi nástrojmi ako ošetriť riziká môže byť napríklad zmena procesov alebo postupov, kvalitné výberové konania pre výber dodávateľov, podrobnejšie prieskumy atď. (Fotr a Souček 2011)

V prípade opatrení orientovaných na **zníženie dopadov rizík** ide hlavne o diverzifikáciu, teda rozloženie rizika tak, aby sa minimalizoval celkový negatívny vplyv jednotlivých rizikových faktorov na projekt ako celok. Môže ísť napríklad o zabezpečenie viacerých dodávateľov stavby namiesto jedného, konzultácie postupov s viacerými expertami, zabezpečiť financovanie projektu z viacerých z rôznych zdrojov atď. (Fotr a Souček 2011)

Typickým ošetrením rizika je aj to, že nepriaznivá udalosť sa poisť – riziko bude prenesené, prípadne bude vytvorený „plán B“, záložný plán pre prípad, že riziko skutočne nastane. (Lánská, 2024)

Najvýznamnejšími rizikami z hľadiska ich ošetrenia sú riziká R11 (Zvýšené finančné náklady na realizáciu), R12 (Nedostatok financií z dôvodu časovej náročnosti projektu a zdražovania v medzi období) a R18 (Zmena časového harmonogramu výstavby). Tieto riziká boli charakterizované na základe matice rizík ako veľmi vysoké riziká. Vo všetkých troch prípadoch ide o riziká, ktoré sa týkajú realizácie projektu a je možné ich zaradiť do kategórie ekonomických rizík.

Ošetrenie rizík v prípade cestného tunela v intraviláne by na základe výsledkov v predchádzajúcich kapitolách malo prebiehať nasledovne:

- primárne ošetriť **veľmi vysoké riziká** R11, R12 a R18;
- sekundárne ošetriť **vysoké riziká** R2, R3, R5, R6, R7, R8, R9, R15, R16, R17, R19, R20, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30;
- ako posledné riešiť **stredné riziká** R1, R4, R10, R13, R14, R21, R22.

V nasledujúcej tabuľke (časti registru rizík) sú uvedené návrhy na ošetrenie jednotlivých identifikovaných rizík.

Register rizík ako celok je uvedený v prílohe C.

Fáza projektu	Ozn. rizika	Popis rizika	Opatrenie
Príprava projektu	R1	Nesúlad s urbanistickou koncepciou okolia	Dôkladná konzultácia projektu s miestnymi úradmi a mestskými architektmi. Zohľadniť lokálne architektonické prvky a štýl, predložiť a schváliť vizualizácie projektu.
	R2	Environmentálne problémy (ohrozenie ekosystému)	Vykonať podrobný prieskum a posúdenie dopadov na životné prostredie (EIA). Implementovať opatrenia k minimalizácii negatívnych dopadov ako je napríklad premiestnenie chránených druhov, použitie technológií šetrných k životnému prostrediu, revitalizácia oblasti po dokončení stavby atď.
	R3	Nález archeologicky významných prvkov	Vykonať archeologický prieskum pred zahájením stavby, pripraviť záložný plán pre nutnosť pozastavenia výstavby v prípade archeologických nálezov a spolupráca s archeológmi v prípade nálezu artefaktov.
	R4	Nevhodné estetické riešenie	Zapojiť do projektu skúsených mestských architektov a dizajnérov. Usporiadať verejné prezentácie návrhu, aby bolo možné získať spätnú väzbu od miestnej komunity.
	R5	Zvýšené finančné náklady na projekt	Vypracovať dôkladný, detailný rozpočet s dostatočnými finančnými rezervami na nepredvídateľné výdaje. Pravidelne monitorovať náklady a postup projektu, aby bolo možné reagovať na prípadnú hrozbu prekročenia rozpočtu dostatočne včas.
	R6	Nedostatočný hydrogeologický prieskum	Zahájiť spoluprácu s viacerými odborníkmi na problematiku, aby boli zaistené presné a spoľahlivé vstupné údaje. Pripraviť stratégie pre riešenie problémov s podzemnými vodami.
	R7	Technická náročnosť prípravy stavby	Vytvoriť podrobný plán, ktorý bude zahrňovať všetky aspekty prípravy stavby. Implementovať moderné stavebné technológie a postupy, ktoré uľahčia a zefektívnia prípravu realizácie stavby.

Praktická časť: Použitie rizikovej analýzy pri príprave cestného tunela

Realizácia projektu	R8	Technická náročnosť realizácie stavby	Do výstavby zapojiť realizačné firmy s overenou históriou úspešných projektov. Pravidelne vykonávať technické audity a konzultácie s externými odborníkmi. Implementovať špičkové technológie a postupy.
	R9	Nedostatočné odvodnenie	Vypracovať detailný plán odvodnenia stavby, ktorý zahŕňa dažďové a podzemné vody. Pravidelne kontrolovať a udržiavať odvodňovacie zariadenie.
	R10	Ekologická likvidácia zeminy	Spolupracovať s expertmi na recykláciu a znovu použitie zeminy, využiť zeminu pre terénne úpravy v iných projektoch. Vyhladať všetky alternatívne lokality pre dočasné alebo trvalé uloženie zeminy v okolí stavby.
	R11	Zvýšené finančné náklady na realizáciu	Vypracovať podrobný rozpočet realizácie stavby s dostatočnými rezervami na nepredvídateľné výdaje. Pravidelne sledovať a prispôbovať rozpočet aktuálnym zmenám/potrebám. Vyjednávať s dodávateľmi o fixných cenách pre kľúčové materiály a služby v rámci celej výstavby.
	R12	Nedostatok financií z dôvodu časovej náročnosti projektu a zdražovania v medzi období	Zaistiť financovanie projektu s dostatočnými rezervami ešte pred jeho zahájením. Pravidelne aktualizovať finančné plány a jednať o dodatočných zdrojoch financií. Minimalizovať meškanie projektu efektívnym riadením času a zdrojov.
	R13	Nedostatočné zabezpečenie staveniska proti vstupu nepovolaných osôb	Inštalovať monitorovacie systémy v rámci staveniska (kamery, pohybové senzory atď.). Zaistiť fyzickú ostrahu a pravidelné obhliadky areálu.
	R14	Neúplné bezpečnostné značenie na stavenisku	Pravidelne kontrolovať a aktualizovať bezpečnostné značenie na stavenisku. Zaistiť školenie pracovníkov a vykonávať náhodné inšpekcie bezpečnosti na stavenisku.
	R15	Vypuknutie požiaru na stavbe	Vypracovať dokumentáciu požiarnej ochrany a evakuácie. Zaistiť dostatočné množstvo hasiacich prostriedkov, pravidelne školiť pracovníkov a vykonávať požiarne cvičenia.
	R16	Poškodenie stavebnej techniky v súvislosti so zanášaním tunelových tubusov nečistotami	Zaviesť pravidelnú údržbu a čistenie techniky. Používať ochranné kryty, filtračné systémy a školiť pracovníkov v používaní a údržbe techniky.
	R17	Technické a technologické nedostatky počas realizácie	Vykonávať pravidelné technické audity a inšpekcie. Spolupracovať s externými odborníkmi na identifikácii a riešení technických problémov. Využívať moderné technológie a postupy.
	R18	Zmena časového harmonogramu výstavby	Vypracovať dostatočne flexibilný časový harmonogram s rezervami na nepredvídateľné udalosti. Pravidelne monitorovať postup práce a prispôbovať harmonogram aktuálnym potrebám.
	R19	Demolácia (časti tunelu počas výstavby)	Zaviesť pravidelné inšpekcie a testy kvality konštrukcie. Mať pripravený záložný plán pre určené kritické miesta v prípade nutnosti vykonať riadenú demoláciu.
	Prevádzka projektu	R20	Ovplyvnenie stavby vodou
R21		Jazda v protismere	Inštalovať jasné a zreteľné značenie, ktoré užívateľov varuje pred vjazdom do protismere. Použiť dopravné kamery a senzory k detekcii vozidiel idúcich v protismere a automatické systémy varovania pre šoférov a správcov tunelu.
R22		Tvorba kolón	Optimalizovať dopravu pomocou inteligentných dopravných systémov, ktoré regulujú premávku v reálnom čase.
R23		Vznik dopravnej nehody	Implementovať bezpečnostné prvky, ako sú ochranné bariéry, bezpečnostné zálivy, dostatočné osvetlenie atď. Zaistiť pravidelné kontroly a údržbu bezpečnostného

			značenia a školiť šoférov v rámci rôznych kampaní o bezpečnej jazde v tunelu.
R24	Náročná evakuácia osôb		Vypracovať detailný plán evakuácie v prípade vzniku mimoriadnej udalosti, zaistiť dostatočné značenie evakuačných trás a núdzových východov, vykonávať pravidelné evakuačné cvičenia.
R25	Zablokované tunelové prepojky		Pravidelná kontrola a údržba tunelových prepojok, použitie monitorovacieho systému pre včasnú detekciu prípadného problému. Zaisťovanie alternatívnych prístupových/evakuačných trás.
R26	Nebezpečenstvo vzniku požiaru počas prevádzky		Inštalovať kvalitné monitorovacie a prípadne hasiace zariadenia v miestach určených v projekte. Pravidelné kontroly a údržby zariadení na vysokej detailnej úrovni.
R27	Nedostatočné vetranie tunelového tubusu		Navrhnuť a inštalovať účinný a inteligentný vetrací systém, ktorý zaistí dostatočnú výmenu vzduchu a automatickú reguláciu smeru a rýchlosti toku vzduchu v prípade potreby. Zaisťovať pravidelný monitoring kvality vzduchu v priestore.
R28	Mimoriadne zložité podmienky pre zásah zložiek IZS		Zaisťovať pravidelné školenia a cvičenia pre záchranné zložky IZS. Vybaviť tunel najmodernejšími technológiami pre uľahčenie zásahu. Vypracovať plán pre zásah záchranných zložiek IZS v prípade mimoriadnej udalosti.
R29	Zvýšené finančné náklady na prevádzku a údržbu		Optimalizovať prevádzkové procesy a hľadať úspory bez kompromisov na bezpečnosť a kvalitu. Pravidelné revízie a aktualizácie finančného plánu.
R30	Nepredvídateľné riziká		Zaviesť systém pre riadenie rizík, ktorý umožní rýchlu identifikáciu a reakciu na prípadné nové riziká. Zaisťovať pravidelnú komunikáciu a konzultáciu s odborníkmi na riziká a krízové riešenia.

Tab. 12 Časť registru rizík, vlastné spracovanie

6.5 Monitoring rizika

Pri riadení rizík a ekonomickom hodnotení je dôležité pravidelné monitorovanie a revidovanie na základe aktuálnych dát a trhových podmienok. Každé identifikované riziko má priradeného takzvaného **vlastníka rizika**, ktorý má na starosti jeho sledovanie a prípadnú reakciu na zmenu. Táto osoba je zodpovedná za riziko počas celého projektu. Implementácia softvérových nástrojov na riadenie rizík môže výrazne zvýšiť presnosť a efektívnosť týchto procesov.

Z vyššie uvedených procesov vyplýva, že vo výstavbovom projekte cestného tunela v intraviláne, ktorým sa zaoberá táto diplomová práca, nebolo identifikované žiadne riziko, ktorému by stačilo iba jeho sledovanie. Z analýzy konkrétneho projektu však môže vyplynúť niekoľko rizík, ktoré budú charakterizované ako malé riziká – tieto riziká je vo väčšine prípadov postačujúce iba monitorovať a reagovať až na prípadné zmeny k horšiemu (napr. pri zmene zaradenia do stredných rizík).

Je nutné znovu zdôrazniť, že ku každému riziku je potrebné pristupovať individuálne, a tak sa môže stať, že riziko zaradené do kategórie stredných rizík bude dostačujúce iba monitorovať a riziko, ktoré je zaradené do kategórie malých rizík, bude potrebné ošetriť už na začiatku.

V priebehu všetkých fáz riadenia rizík je dôležitým procesom aj **komunikácia** a **konzultácia**. Ide o diskusiu medzi všetkými zainteresovanými stranami a odborníkmi tak, aby bolo možné prípadné ďalšie riziká včas zachytiť a ošetriť. Každý z účastníkov na výstavbovom projekte vníma rôzne riziká iným spôsobom a prináša do diskusie nový pohľad. Tento spôsob komunikácie môže mať veľmi významný vplyv na jednotlivé rozhodnutia, ktoré je nutné v priebehu životnosti projektu prijať. (Lánská, 2024)

6.6 Vyhodnotenie

Praktická časť diplomovej práce potvrdzuje, že riadenie rizík v projekte cestného tunelu v intraviláne je nesmierne dôležitou súčasťou efektívneho procesu celého výstavbového projektu od počiatku myšlienky jeho vzniku cez realizáciu až po jeho prevádzku. Prakticky ide o neustály proces v rámci celej životnosti projektu tohto typu. Tunely pozemných komunikácií všeobecne, a tie v mestských zástavbách špeciálne, vyžadujú neustály monitoring rizík a prípadne okamžité reakcie.

Praktické skúsenosti z riadenia rizík pri projekte cestného tunela v intraviláne ukazujú, že včasná identifikácia rizík, ich dôkladná analýza a implementácia účinných opatrení na ich zmiernenie sú kľúčové pre minimalizáciu negatívnych dopadov a pre zabezpečenie hladkého priebehu výstavby. Jedným z dôležitých aspektov riadenia rizík v cestnom tuneli v intraviláne je identifikácia a hodnotenie potenciálnych hrozieb, ako sú geotechnické problémy, nestabilita podložia, kolízie s existujúcou infraštruktúrou, a riziká spojené s dopravou a bezpečnosťou pracovníkov, respektíve užívateľov. Na základe tejto analýzy je nutné vypracovať podrobné plány, ktoré zahŕňajú prevenciu, monitorovanie a kontrolu rizík.

Riziková analýza infraštruktúrneho projektu v predinvestičnej fáze prispieva k lepšiemu pochopeniu rizík, efektívnejšiemu plánovaniu a optimalizácii projektových zdrojov, čo vedie k úspešnému a bezpečnému dokončeniu projektu cestného tunela v zastavanom území.

7 Záver

Hlavným cieľom diplomovej práce bolo poskytnúť ucelený pohľad a návod na identifikáciu rizík a následné spracovanie rizikovej analýzy vybraného infraštruktúrneho projektu tak, aby bolo možné projekt optimalizovať podľa vopred stanovených kritérií, najmä z hľadiska predmetu plnenia, ceny a doby plnenia.

V teoretickej časti diplomovej práce boli objasnené základné princípy riadenia rizík, ďalej boli popísané jednotlivé fázy risk manažmentu a charakterizované riziká infraštruktúrnych projektov vo všeobecnosti. V praktickej časti diplomovej práce boli aplikované konkrétne metódy procesu riadenia rizík a postupnými krokmi od identifikácie cez dotazníky predložené odborníkom, zostavenie matice rizík až po vytvorenie registra rizík, bolo dosiahnutých niekoľko dôležitých výsledkov.

Praktická časť napríklad preukázala jednoznačnú potrebu pravidelnej komunikácie s odborníkmi z rôznych oblastí. Konzultácie dokážu poskytnúť komplexný pohľad na potenciálne riziká a ich manažment. Použitím dotazníkov predložených odborníkom z rôznych oblastí bolo v diplomovej práci zabezpečené, že aj napriek absencii konkrétneho projektového zámeru, išlo o zefektívnenie a spresnenie procesu riadenia rizík vybraného projektu cestného tunela v intraviláne na príklade projektového zámeru.

Účinné riadenie rizík teda v praxi vyžaduje spoluprácu odborníkov z rôznych oblastí vrátane geológie, stavebného inžinierstva, bezpečnosti práce a projektového manažmentu a zároveň pravidelnú komunikáciu medzi všetkými zainteresovanými stranami, vrátane investora, dodávateľov, verejných orgánov a miestnych komunít. Transparentnosť a včasná výmena informácií môžu prispieť k rýchlejšiemu riešeniu problémov a k zvýšeniu celkovej bezpečnosti a efektívnosti projektu. Implementácia moderných technológií a inovatívnych prístupov, ako je používanie automatizovaných systémov na predikciu rizík, môže významne prispieť k zlepšeniu riadenia rizík a k dosiahnutiu úspešného dokončenia projektu cestného tunela v mestskom prostredí.

Proces riadenia rizík je aj napriek dôležitosti komunikácie s odborníkmi v jednotlivých oblastiach stále čiastočne subjektívnym procesom. K jednotlivým rizikám je nutné pristupovať individuálne aj po ich zoradení podľa priorít. Môže sa totiž stať, že riziko, ktorého celková hodnota vyjde v kategórii miernych rizík, môže obsahovať súčin veľmi nízkej pravdepodobnosti vzniku a veľmi vysokého negatívneho dopadu na projekt.

Takéto riziko je nutné nejakým spôsobom ošetriť aj napriek tomu, že podľa prioritizácie by napríklad spadalo do kategórie rizík určených iba k monitoringu.

Z návrhu na ošetrovanie jednotlivých rizík vyplýva, že využitie moderných technológií a inovatívnych postupov môže významne prispieť k zlepšeniu riadenia rizík a k dosiahnutiu úspešného a bezpečného dokončenia projektu. Z tohto dôvodu je riadenie rizík považované za základný pilier efektívneho projektového manažmentu nielen v oblasti infraštruktúrnych projektov.

Vyhodnotenie praktickej časti bolo možné iba vo všeobecnej rovine a odhadoch. Napriek tomu bolo vďaka získaným dátam identifikovaných niekoľko významných rizík, ktoré súvisia s tunelovou stavbou ako takou, bez ohľadu na konkrétny projekt. Či už išlo o prípravnú (projekčnú) fázu, realizačnú fázu alebo prevádzkovú fázu, zostavenie matice rizík umožnilo jasne poukázať na prioritné oblasti, v ktorých sa konkrétne identifikované riziká pri konkrétnom projekte môžu síce mierne odlišovať, ale nutnosť zvýšenej pozornosti na danú oblasť zostáva zachovaná.

Na záver je možné konštatovať, že riadenie rizík v infraštruktúrnych projektoch, ako je výstavba cestného tunela v mestskom prostredí, predstavuje komplexný a dynamický proces, ktorý vyžaduje neustálu pozornosť a koordináciu medzi všetkými zainteresovanými stranami. Riadenie rizík je definované ako systematický prístup k identifikácii, analýze, hodnoteniu, sledovaniu a zmierňovaniu rizík, ktoré môžu ohroziť úspech projektu. Efektívne riadenie rizík zahŕňa nielen technické opatrenia, ale aj strategickú komunikáciu a spoluprácu medzi odborníkmi, investormi a verejnosťou.

Zoznam literatúry

BENZAGHTA, Mostafa Ali et al. SWOT analysis applications: An integrative literature review. Online. *Journal of Global Business Insights*. 2021, s. 54-72. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Abdulaziz-Elwalda/publication/349870490_SWOT_analysis_applications_An_integrative_literature_review/links/60ec2ae1fb568a7098a20aff/SWOT-analysis-applications-An-integrative-literature-review.pdf. [cit. 2024-05-06].

BÍNOVÁ, Helena, HERALOVÁ, Daniela a PROCHÁZKOVÁ, Dana (ed.). *Evaluation of Risks in Transportation of Items*. PDF. Czech Technical University in Prague, 2017. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/317606027_Evaluation_of_Risks_in_Transportation_of_Items/link/5942e9ad0f7e9b6910eae562/download. [cit. 2024-04-10].

BÍNOVÁ, Helena a HERALOVÁ, Daniela. *Rizika při realizaci dopravních staveb a jejich minimalizace*. PPT, přednáška. Praha: ČVUT v Praze, fakulta dopravní, 2017. [cit. 2024-05-10].

BOČKOVÁ, Markéta. Životní cyklus projektu, předprojektová fáze. Online. In: *Kurz projektového managementu*. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1421/jaro2018/VIKBA22/um/3_projektovy_management/03_Zivotni_cyklus_projektu_a_predprojektova_faze.pdf. [cit. 2024-03-26].

Freelo Team, *Co je projektový trojimperativ a jak ho použít v praxi*. Online. In: *Www.freelo.io*. 2022. Dostupné z: <https://www.freelo.io/cs/co-je-projektovy-trojimperativ-a-jak-ho-pouzit-v-praxi>. [cit. 2024-05-18].

ČSN ISO 31000 (01 0351), *Management rizik - Směrnice*. Praha: UNMZ, 2018.

ČSN EN 62198 (010694), *Management rizik v projektech – Směrnice pro použití*. Praha: UNMZ, 2014.

DOLEŽAL, Jan; MÁČHAL, Pavel a LACKO, Branislav a kol. *Projektový management podle IPMA*. Druhé vydání. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-4275-5.

EFFICHEM. *Analýza a řízení rizik*. Online. Dostupné z: <https://www.efficchem.cz/wp-content/uploads/2021/06/Analy%CC%81za-rizik.pdf>. [cit. 2024-04-20].

EU A MŠMT. *Co je projektový management?* Online. 2021. Dostupné z: <https://docplayer.cz/207285172-Co-je-projektovy-management-vyukovy-text.html>. [cit. 2024-04-22].

FOTR, Jiří a SOUČEK, Ivan. *Investiční rozhodování a řízení projektů: Jak připravovat, financovat a hodnotit projekty, řídit jejich riziko a vytvářet portfolio projektů*. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-7433-6.

HNILICA, Jiří. Kvalitativní a semikvalitativní analýza rizika projektu. Online. *Acta Oeconomica Praagensia*. 2008, roč. 16, č. 3. Dostupné z: <https://aop.vse.cz/pdfs/aop/2008/03/06.pdf>. [cit. 2024-03-20].

HNILICA, Jiří a FOTR, Jiří. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-2560-4.

HZS: MINISTERSTVO VNITRA - GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahů: Zásah v silničním tunelu*. PDF. 2006. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/s-08-silnicni-tunely-pdf.aspx>. [cit. 2024-05-18].

IPMA *International project management association*. Online. Dostupné z: <https://www.ipma.cz/>. [cit. 2024-04-22].

KERZNER, Harold. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. 13th edition. Hoboken, New Jersey: Wiley&Sons, 2022. ISBN 9781119805373.

KORECKÝ, Michal a TRKOVSKÝ, Václav. *Management rizik projektů se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. PDF. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-7527-2. Dostupné také z: www.grada.cz.

KUDA, František; BERÁNKOVÁ, Eva a SOUKUP, Petr. *Facility management v kostce pro profesionály i laiky*. Olomouc: Form Solution, 2012. ISBN 978-80-905257-0-2.

LÁNSKÁ, Martina. Projektová rizika. PPT, přednáška. Praha: ČVUT v Praze, fakulta dopravní. [cit. 2024-05-10].

Lærdalský tunel. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2024. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/L%C3%A6rdalsk%C3%BD_tunel. [cit. 2024-05-10].

Metódy analýzy rizika; Bezpečnostné riziká. Online. In: PF UKF. Dostupné z: https://www.ktit.pf.ukf.sk/images/clanky/Dokumenty/Projekty/Elektronicka_podpora_vyucby/Elektronick-podpora-vuby_rizik.pdf. [cit. 2024-05-20].

MUN, Johnathan. Modeling risk: applying Monte Carlo risk simulation, strategic real options, stochastic forecasting, and portfolio optimization. 2nd ed. Hoboken, N.J.: Wiley, c2010. Wiley finance series. ISBN 978-0-470-59221-2.

NANTL, František a PROKEŠ, Stanislav. Dopravní infrastruktura. Online. *Principy a pravidla územního plánování*. 2012. Dostupné z: <https://www.uur.cz/media/lfim0q0i/c7-2012.pdf>. [cit. 2024-03-21].

Perun. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.perun-klima.cz/terms/managementRizik.html>. [cit. 2024-04-15].

PORTNY, Stanley E. *Project Management for dummies*. 3rd edition. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, 2010. ISBN 978-0-470-57452-2.

PMI Project Management Institute. Online. © 2024. Dostupné z: <https://www.pmi.org/>. [cit. 2024-04-22].

PROCHÁZKOVÁ, Dana et al. *Risk of processes and their management*. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2017. ISBN 978-80-01-06144-2.

PROSTĚJOVSKÁ, Zita. *Management výstavbových projektů*. České vysoké učení technické v Praze, 2008. ISBN 978-80-01-04142-0.

PURSER, David A. Application of human behaviour and toxic hazard analysis to the validation of CFD modelling for the Mont Blanc Tunnel fire incident. Online. 2009. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/David-Purser/publication/283086104_Application_of_human_behaviour_and_toxic_hazard_analysis_to_the_validation_of_CFD_modelling_for_the_Mont_Blanc_Tunnel_fire_incident/links/562a011608ae04c2aeb14cbc/Application-of-human-behaviour-and-toxic-hazard-analysis-to-the-validation-of-CFD-modelling-for-the-Mont-Blanc-Tunnel-fire-incident.pdf. [cit. 2024-05-12].

RASTOGI, Nitang a TRIVEDI, M.K. PESTLE TECHNIQUE – A TOOL TO IDENTIFY EXTERNAL RISKS IN CONSTRUCTION PROJECTS. Online. *Nternational Research Journal of Engineering and Technology*. Roč. 2016, č. 03. Dostupné z: <https://www.irjet.net/archives/V3/i1/IRJET-V3I165.pdf>. [cit. 2024-04-21].

Ripran. Online. Dostupné z: <https://ripran.cz/>. [cit. 2024-04-15].

SARSBY, Alan. *SWOT Analysis: A guide to SWOT for business studies students*. England: Leadership Library, 2016. ISBN 978-0-9932504-2-2.

SKRTIĆ, Mira Mileusnić a HORVATINČIĆ, Karolina. Project risk management: Comparative analysis of methods for project risks assessment. Online. *Collegium Antropologicum*. 2014. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/289731327_Project_risk_management_Comparative_analysis_of_methods_for_project_risks_assessment/link/5b69da43299bf14c6d951c43/download. [cit. 2024-03-18].

SIEBER, Patrik. *Studie proveditelnosti (Feasibility Study) metodická příručka*. Online. Verze 1.4. Ministerstvo pro místní rozvoj, 2004. Dostupné z: <https://www.dotaceeu.cz/getmedia/c4772855-8ffc-4036-97fc-2d7caa1ad86e/1136372156-zpracov-n-studie-proveditelnosti.pdf>. [cit. 2024-05-18].

SLABÁ, Renáta a HOUŠŤ, Radek. *Ročenka dopravy České republiky*. Online. Zlín: Ministerstvo dopravy, 2022. ISSN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2022.pdf. [cit. 2024-03-25].

SMEJKAL, Vladimír a RAIS, Karel. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. Třetí vydání. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-3051-6.

SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management: Systémový přístup k řízení projektů*. Třetí vydání. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-271-9472-8.

ŠIMÁK, Ladislav. Manažment rizík. Online. In: . Žilina, 2006. Dostupné z: http://fbiw.uniza.sk/kkm/old/publikacie/mn_rizik.pdf. [cit. 2024-04-15].

TSK: Technická správa komunikací hlavního města Prahy, a.s. Video: Největším nebezpečím v tunelech jsou samotní řidiči. Online. 2019. Dostupné z: https://www.tsk-praha.cz/wps/portal!/ut/p/a0/dYnJDolwFAC_xUOP2NeCBbw1LrglajwovZgHVGmUJbVi4te73Dw4t5mhih6oqrEzZ3SmqfH69vSRV8MWXUmYLwlsGuvwShiHnXGagBJH-IOE7x4lchaEK4D1WDCQieB8MN1ymlvfnSwWE5DrOAzEaulDHBloQESAlvK4H2ZekAn0sqDIPBYVyNIAx_p0onuqqMrv1ura0dTZu_6EFs_6bbdLH21ems6Z26XpMC-frcWOtIUVPWSv9wLMzMDA/. [cit. 2024-05-13].

TICHÝ, Milík. *Ovládání rizika: Analýza a management*. Praha: C.H.Beck, 2006. ISBN 80-7179-415-5.

TP98: *Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací; Technické podmínky*. Třetí vydání. MD ČR - OPK, 2004.

TP229: *Bezpečnost v tunelech pozemních komunikací; Technické podmínky*. MD - OSI, 2010.

Tunelový komplex Blanka. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2024. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Tunelov%C3%BD_komplex_Blanka. [cit. 2024-05-10].

VEBER, Jaromír. *Management - Základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita*. Druhé vydání. Praha: Management Press, 2014. ISBN 978-80-7261-274-1.

VLACHÝ, Jan. *Řízení finančních rizik*. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2006. ISBN 80-86754-56-1.

Zoznam obrázkov

Obr. 1 Faktory ovplyvňujúce výsledky projektu	11
Obr. 2 Neistota pri riadení rizík	12
Obr. 3 Pásma rozdelenia rizík.....	14
Obr. 4 Proces manažmentu rizika podľa ČSN ISO 31000	15
Obr. 5 Otázky metódy 6W	16
Obr. 6 Model rizika	18
Obr. 7 Základní schéma SWOT analýzy	20
Obr. 8 Risk Project ANalysis.....	24
Obr. 9 Príklad matice rizík	25
Obr. 10 Všeobecné nástroje pre zníženie rizika.....	28
Obr. 11 Trojimperatív projektu	32
Obr. 12 Životný cyklus projektu všeobecne	33
Obr. 13 Životný cyklus výstavbového projektu	34
Obr. 14 Životný cyklus projektu.....	47
Obr. 15 Tunely podľa bezpečnostnej kategórie.....	51
Obr. 16 Matica rizík	64
Obr. 17 Matica rizík – výsledky.....	65
Obr. 18 Graf výsledkov matice rizík.....	65

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Príklad štruktúry registru rizík	21
Tab. 2 Príklad matice semikvantitatívnej analýzy rizika (multiplikačná).....	22
Tab. 3 Stupnica pre vyhodnotenie rizík.....	25
Tab. 4 Príklady rizík cestnej dopravy	36
Tab. 5 Príklady rizík železničnej dopravy	37
Tab. 6 Príklady rizík vodnej dopravy	37
Tab. 7 Príklady rizík leteckej dopravy	38
Tab. 8 Príklady rizík potrubnej dopravy	38
Tab. 9 Stratégie na základe SWOT analýzy	56
Tab. 10 Identifikované riziká vrátane komentára	60
Tab. 11 Výsledky dotazníku	63
Tab. 12 Časť registru rizík.....	69

Príloha A

DOTAZNÍK

Dobrý deň,

dovoľte mi požiadať Vás o vyplnenie priloženého dotazníku, ktorý bude slúžiť ako podklad pre vypracovanie analýzy rizík cestného tunela v intraviláne. Jedná sa o súčasť mojej diplomovej práce s názvom „Využitie rizikovej analýzy v rámci prípravy a optimalizácie infraštruktúrneho projektu“.

V dotazníku je uvedených 30 rizík, ktoré môžu nastať pri príprave, realizácii a prevádzke tohto typu výstavbového projektu. Ku každému z rizík Vás prosím o numerické ohodnotenie pravdepodobnosti výskytu daného rizika (P) a miery jeho dopadu na projekt (D). Ku každému z rizík uvádzam podrobnejší komentár, čoho sa hodnotenie týka.

Prosím o hodnotenie podľa nasledujúcich inštrukcií:

- do stĺpca (P) prosím vyplňte hodnotu 1 až 5:
 - 1 = nepravdepodobné
 - 2 = minimálne pravdepodobné
 - 3 = možné
 - 4 = pravdepodobné
 - 5 = vysoko pravdepodobné
- do stĺpca (D) prosím vyplňte hodnotu 1 až 5:
 - 1 = veľmi nízka
 - 2 = malá
 - 3 = stredná
 - 4 = významná
 - 5 = katastrofálna

Dotazník je anonymný a bude použitý iba pre účely spracovania mojej diplomovej práce.

Ďakujem Vám za Váš čas.

Fáza projektu	Ozn. rizika	Popis rizika	Možné následky/komentár	(P)	(D)
Príprava projektu	R1	Nesúladi s urbanistickou koncepciou okolia	Hodnotí sa miera rizika nesúladi s aktuálne platným územným plánom, negatívne dopady na existujúcu okolitú zástavbu, verejné priestranstvo a rekreačné územie		
	R2	Environmentálne problémy (ohrozenie ekosystému)	Hodnotí sa miera rizika vzniku negatívnych dopadov na ŽP v blízkom okolí počas výstavby a po realizácii projektu		
	R3	Nález archeologicky významných prvkov	Miera rizika vzniku archeologického náleziska		
	R4	Nevhodné estetické riešenie	Hodnotí sa miera začlenenia stavby v súvislosti s estetikou vzhľadom k okoliu		
	R5	Zvýšené finančné náklady na projekt	Miera rizika vzniku dodatočných finančných nákladov na tvorbu projektovej dokumentácie		
	R6	Nedostatočný hydrogeologický prieskum	Hodnotí sa vplyv rizika nedostatočného hydrologického a geologického prieskumu terénu v danej lokalite a dopad na projekt		
	R7	Technická náročnosť prípravy stavby	Miera rizika zanedbania prípravy stavby, nedostatočná príprava		
Realizácia projektu	R8	Technická náročnosť realizácie stavby	Miera rizika prekročenia normových parametrov technického riešenia (napr. sklon výjazdovej/vjazdovej rampy v súvislosti s okolím stavby)		
	R9	Nedostatočné odvodnenie	Riziko hromadenia vody počas realizácie stavby (spodná voda, dažďe, záplavy atď.)		
	R10	Ekologická likvidácia zeminy	Miera rizika nedostatku miesta na uloženie prebytočnej zeminy		
	R11	Zvýšené finančné náklady na realizáciu	Riziko ovplyvnené napr. infláciou či nedostatkom materiálov (napr. z dôvodu pandémie, vojny atď.)		
	R12	Nedostatok financií z dôvodu časovej náročnosti projektu a zdražovania v medzi období	Riziko nedostatočnej kredibility investora voči banke - poskytnuté financie nebudú dostatočné		
	R13	Nedostatočné zabezpečenie staveniska proti vstupu nepovolaných osôb	Riziko vzniku poškodenia oplotenia, nepozornosť security atď.		
	R14	Neúplné bezpečnostné značenie na stavenisku	Riziko nepozornosti zodpovednej osoby a zanedbanie značenia		
	R15	Vypuknutie požiaru na stavbe	Riziko vzniku požiaru počas stavebných prác (napr. chybná elektroinštalácia)		
	R16	Poškodenie stavebnej techniky v súvislosti so zanášaním tunelových tubusov nečistotami	Miera rizika vzniku znečistenia stavebnej techniky napr. z dôvodu usadenín bahna		

	R17	Technické a technologické nedostatky počas realizácie	Miera rizika nedostatku technického vybavenia či vzniku nedostatkov počas technologických postupov (napr. nekvalita betónu či chýbajúci stroj)		
	R18	Zmena časového harmonogramu výstavby	Riziko predĺženia časovej náročnosti jednotlivých prác oproti predpokladanému časovému harmonogramu		
	R19	Demolácia (časti tunelu počas výstavby)	Miera rizika vzniku realizačnej chyby v dôsledku ktorej bude nutné pristúpiť k demolácii časti tunelu		
Prevádzka projektu	R20	Ovplyvnenie stavby vodou	Vzhľadom k charakteru stavby sa hodnotí miera výskytu živelných udalostí (záplav) a ich vplyv na prevádzku projektu		
	R21	Jazda v protismere	Miera rizika vjazdu do protismeru na križovatkách a rampách		
	R22	Tvorba kolón	Miera rizika vzniku kolóny v dopravnej špičke		
	R23	Vznik dopravnej nehody	Nebezpečenstvo nárazu do zariadení tunelu, únik nebezpečných látok či zrážky vozidiel (bočná/zadná)		
	R24	Náročná evakuácia osôb	Riziko náročnej evakuácie osôb z dôvodu vzniku paniky či neprimerane náročných podmienok pre zložky IZS		
	R25	Zablokované tunelové prepojky	Miera rizika vzniku mimoriadnej udalosti v dobe uzávierky tunelovej prepojky		
	R26	Nebezpečenstvo vzniku požiaru počas prevádzky	Miera rizika vzniku požiaru a jeho následkov na stavbu		
	R27	Nedostatočné vetranie tunelového tubusu	Riziko nedostatočného technického zabezpečenia (nedostatočná údržba - revízie)		
	R28	Mimoriadne zložité podmienky pre zásah zložiek IZS	Riziko zložitých podmienok v prípade požiaru či nehody		
	R29	Zvýšené finančné náklady na prevádzku a údržbu	Riziko miery zvýšenia predpokladaných nákladov		
	R30	Nepredvídateľné riziká	Riziko vzniku nepredvídateľnej udalosti		

Príloha B

Výsledky dotazníku

V tabuľkách ďalej sú uvedené výsledky hodnotenia jednotlivými respondentami (O1 až O9) na základe dotazníka v prílohe A. Každé riziko je uvedené vo vlastnej tabuľke.

R1: Nesúlady s urbanistickou koncepciou okolia										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	3	1	4	1	2	2	2	3	2
(D)	4	3	4	4	3	2	3	4	2	3
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										6

R2: Environmentálne problémy (ohrozenie ekosystému)										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	4	3	3	3	4	2	3	2	3	3
(D)	4	3	4	5	4	2	3	5	2	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R3: Nález archeologicky významných prvkov										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	2	4	3	3	4	3	2	2	3
(D)	4	4	2	5	3	3	2	5	1	3
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										9

R4: Nevhodné estetické riešenie										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	3	3	2	2	2	2	1	2	2
(D)	2	2	2	3	1	2	2	1	2	2
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										4

R5: Zvýšené finančné náklady na projekt										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	5	4	2	3	3	4	5	4	5	4
(D)	4	3	2	4	2	3	3	4	4	3
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R6: Nedostatočný hydrogeologický prieskum										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	2	5	4	2	4	2	2	4	3
(D)	4	4	4	5	3	4	3	3	2	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R7: Technická náročnosť prípravy stavby										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	2	2	4	4	2	2	4	5	3
(D)	2	5	5	4	3	4	3	3	4	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R8: Technická náročnosť realizácie stavby										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	3	3	4	2	3	4	4	5	3
(D)	4	5	3	4	2	4	2	4	3	3
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										9

R9: Nedostatočné odvodnenie										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	2	3	3	2	4	5	2	4	3
(D)	5	4	3	5	3	2	3	5	3	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R10: Ekologická likvidácia zeminy										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	2	2	3	3	4	3	2	4	3
(D)	2	3	2	4	2	1	2	2	2	2
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										6

R11: Zvýšené finančné náklady na realizáciu										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	5	5	3	4	3	5	5	5	4
(D)	4	3	4	5	3	3	4	4	4	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										16

R12: Nedostatok financií										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	3	4	3	3	3	5	4	5	4
(D)	4	4	5	5	2	3	4	5	5	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										16

R13: Nedostatočné zabezpečenie staveniska										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	4	3	3	3	3	4	3	1	3
(D)	2	3	2	3	2	1	1	2	2	2
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										6

R14: Neúplné bezpečnostné značenie na stavenisku										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	4	1	2	2	3	4	2	2	2
(D)	2	3	3	3	3	1	1	3	3	2
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										4

R15: Vypuknutie požiaru na stavbe										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	3	3	3	2	2	4	2	2	3
(D)	5	4	5	5	4	4	3	4	5	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R16: Poškodenie stavebnej techniky										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	3	3	4	2	2	5	3	3	3
(D)	3	3	1	5	2	1	2	3	3	3
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										9

R17: Technické a technologické nedostatky počas realizácie										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	4	3	3	3	3	5	3	4	3
(D)	4	3	3	5	3	3	2	4	3	3
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										9

R18: Zmena časového harmonogramu výstavby										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4
(D)	3	4	4	5	4	3	4	3	3	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										16

R19: Demolácia (časti tunelu počas výstavby)										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	1	3	2	3	1	1	2	3	3	2
(D)	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										8

R20: Ovplyvnenie stavby vodou										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	3	3	4	2	3	1	3	3	3
(D)	4	3	5	5	3	4	5	3	5	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R21: Jazda v protismere										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	1	2	3	3	2	1	3	4	2	2
(D)	2	5	3	4	2	1	2	3	2	3
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										6

R22: Tvorba kolón										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	4	3	3	4	1	3	5	5	3
(D)	3	3	3	4	2	1	2	2	2	2
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										6

R23: Vznik dopravnej nehody										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	3	4	3	4	2	5	3	4	3
(D)	4	4	4	5	3	3	2	4	3	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R24: Náročná evakuácia osôb										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	4	5	3	2	2	2	3	5	3
(D)	3	4	5	4	4	4	5	4	5	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R25: Zablokované tunelové prepojky										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	3	4	3	2	2	3	2	4	3
(D)	4	3	5	5	4	4	4	4	4	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R26: Nebezpečenstvo vzniku požiaru počas prevádzky										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	3	3	3	3	1	3	2	3	3
(D)	5	5	5	5	4	4	4	3	5	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

R27: Nedostatočné vetranie tunelového tubusu										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	2	2	3	2	1	2	1	2	2
(D)	4	5	5	4	3	4	4	4	3	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										8

R28: Mimoriadne zložité podmienky pre zásah zložiek IZS										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	2	4	2	3	2	1	2	3	3	2
(D)	4	5	5	4	3	4	5	5	3	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										8

R29: Zvýšené finančné náklady na prevádzku a údržbu										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	3	2	4	3	2	5	3	3	3
(D)	3	3	3	5	2	3	4	2	3	3
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										9

R30: Nepredvídateľné riziká										
Hodnotenie	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Priemer
(P)	3	2	2	3	3	3	1	3	3	3
(D)	2	4	5	4	3	3	4	4	3	4
Ohodnotenie rizika = (P)*(D)										12

Príloha C

Register rizík

Fáza projektu	Ozn. rizika	Popis rizika	Možné následky/komentár	(P)	(D)	Hodnota	Opatrenie
Príprava projektu	R1	Nesúlad s urbanistickou koncepciou okolia	Hodnotí sa miera rizika nesúladu s aktuálne platným územným plánom, negatívne dopady na existujúcu okolitú zástavbu, verejné priestranstvo a rekreačné územie	2	3	6	Dôkladná konzultácia projektu s miestnymi úradmi a mestskými architektmi. Zohľadniť lokálne architektonické prvky a štýl, predložiť a schváliť vizualizácie projektu.
	R2	Environmentálne problémy (ohrozenie ekosystému)	Hodnotí sa miera rizika vzniku negatívnych dopadov na Zp v blízkom okolí počas výstavby a po realizácii projektu	3	4	12	Vykonať podrobný prieskum a posúdenie dopadov na životné prostredie (EIA), implementovať opatrenia k minimalizácii negatívnych dopadov ako je napríklad premiestnenie chránených druhov, použitie technológií šetrných k životnému prostrediu, revitalizácia oblastí po dokončení stavby atď.
	R3	Nález archeologicky významných prvkov	Miera rizika vzniku archeologického náleziska	3	3	9	Vykonať archeologický prieskum pred zahájením stavby, pripraviť záložný plán pre nutnosť pozastavenia výstavby v prípade archeologických nálezov a spolupráca s archeológmi v prípade nálezu artefaktov.
	R4	Nevhodné estetické riešenie	Hodnotí sa miera začlenenía stavby v súvislosti s estetiku vzhľadom k okoliu	2	2	4	Zapojiť do projektu skúsených mestských architektov a dizajnérov. Usporiadať verejnú prezentáciu návrhu, aby bolo možné získať spätnú väzbu od miestnej komunity.
	R5	Zvýšené finančné náklady na projekt	Miera rizika vzniku dodatočných finančných nákladov na tvorbu projektovej dokumentácie	4	3	12	Vypracovať dôkladný, detailný rozpočet s dostatočnými finančnými rezervami na nepredvídateľné výdaje. Pravidelne monitorovať náklady a postup projektu, aby bolo možné reagovať na prípadnú hrozbu prekročenia rozpočtu dostatočne včas.
	R6	Nedostatočný hydrogeologický prieskum	Hodnotí sa vplyv rizika nedostatočného hydrologického a geologického prieskumu terénu v danej lokalite a dopad na projekt	3	4	12	Zahájiť spoluprácu s viacerými odborníkmi na problematiku, aby boli zaistené presné a spoľahlivé vstupné údaje. Pripraviť stratégie pre riešenie problémov s podzemnými vodami.
	R7	Technická náročnosť prípravy stavby	Miera rizika zanebania prípravy stavby, nedostatočná príprava	3	4	12	Vytvoríť podrobný plán, ktorý bude zahŕňať všetky aspekty prípravy stavby. Implementovať moderné stavebné technológie a postupy, ktoré ušetrí a zefektívni prípravu realizácie stavby.
	R8	Technická náročnosť realizácie stavby	Miera rizika prekročenia normových parametrov technického riešenia (napr. sklon vjazdovej/vjazdovej rampy v súvislosti s okolím stavby)	3	3	9	Do výstavby zapojiť realizáciu firmy s overenou históriou úspešných projektov. Pravidelne vykonávať technické audity a konzultácie s externými odborníkmi. Implementovať špičkové technológie a postupy.
	R9	Nedostatočné odvodnenie	Riziko hromadenia vody počas realizácie stavby (spodná voda, dažďe, záplavy atď.)	3	4	12	Vypracovať detailný plán odvodnenia stavby, ktorý zahŕňa dažďové a podzemné vody. Pravidelne kontrolovať a udržiavať odvodňovacie zariadenie.
	R10	Ekologická likvidácia zeminy	Miera rizika nedostatku miesta na uloženie prebytočnej zeminy	3	2	6	Spolupracovať s expertmi na recykliáciu a znovupoužitie zeminy, využiť zeminu pre terénne úpravy v iných projektoch. Vyhľadať všetky alternatívne lokality pre dočasné alebo trvalé uloženie zeminy v okolí stavby.
	R11	Zvýšené finančné náklady na realizáciu	Riziko ovplyvnené napr. infláciou či nedostatkom materiálov (napr. z dôvodu pandémie, vojny atď.)	4	4	16	Vypracovať podrobný rozpočet realizácie stavby s dostatočnými rezervami na nepredvídateľné výdaje. Pravidelne sledovať a prispôbovať rozpočet aktuálnym zmenám/potrebám. Vyjednávať s dodávateľmi o fixných cenách pre kľúčové materiály a služby v rámci celej výstavby.
	R12	Nedostatok financií z dôvodu časovej náročnosti projektu a zdražovania v medzi období	Riziko nedostatočnej kredibility investora voči banke - poskytnuté financie nebudú dostatočné	4	4	16	Zaistiť financovanie projektu s dostatočnými rezervami ešte pred jeho zahájením. Pravidelne aktualizovať finančné plány a jednat o dodatočných zdrojoch financií. Minimalizovať meškanie projektu efektívnym riadením času a zdrojov.
	R13	Nedostatočné zabezpečenie staveniska proti vstupu nepovolovaných osôb	Riziko vzniku poškodenia opiotenia, nepozornosti security atď.	3	2	6	Instalovať monitorovacie systémy v rámci staveniska (kamery, pohybové senzory atď.). Zaisťiť fyzickú ostrahu a pravidelné obhliadky areálu.
	R14	Neúplné bezpečnostné značenie na stavenisku	Riziko nepozornosti zodpovednej osoby a zanedbanie značenia	2	2	4	Pravidelne kontrolovať a aktualizovať bezpečnostné značenie na stavenisku. Zaisťiť školenie pracovníkov a vykonávať námatkové inšpekcie bezpečnosti na stavenisku.
	R15	Vypuknutie požiaru na stavbe	Riziko vzniku požiaru počas stavebných prác (napr. chybná elektroinštalácia)	3	4	12	Vypracovať dokumentáciu požiarnej ochrany a evakuácie. Zaisťiť dostatočné množstvo hasiacich prostriedkov, pravidelne školiť pracovníkov a vykonávať požiarne cvičenia.
	R16	Poškodenie stavebnej techniky v súvislosti so zanašaním tunelových autobusov nečistotami	Miera rizika vzniku znečistenia stavebnej techniky napr. z dôvodu usadení bahna	3	3	9	Zaviesť pravidelnú údržbu a čistenie techniky. Používať ochranné kryty, filtračné systémy a školiť pracovníkov v používaní a údržbe techniky.

R17	Technické a technologické nedostatky počas realizácie	Miera rizika nedostatku technického vybavenia či vzniku nedostatkov počas technologických postupov (napr. nekvalita betónu či chýbajúci stro)	3	3	9	Vykonať pravidelné technické audity a inšpekcie. Spolupracovať s externými odborníkmi na identifikáciu a riešenie technických problémov. Využívať moderné technológie a postupy.
R18	Zmena časového harmonogramu výstavby	Riziko predĺženia časovej náročnosti jednotlivých prác oproti predpokladanému časovému harmonogramu	4	4	16	Vypracovať dostatočne flexibilný časový harmonogram s rezervami na nepredvídateľné udalosti. Pravidelne monitorovať postup práce a prispôbovať harmonogram aktuálnym potrebám.
R19	Demolícia (časti tunelu počas výstavby)	Miera rizika vzniku realizačnej chyby v dôsledku ktorej bude nutné pristúpiť k demolícii časti tunelu	2	4	8	Zaviesť pravidelné inšpekcie a testy kvality konštrukcie. Mať pripravený záložný plán pre určené kritické miesta v prípade nutnosti vykonať riadenú demolíciu.
R20	Ovplyvnenie stavby vodou	Vzhľadom k charakteru stavby sa hodnotí miera výskytu živelných udalostí (záplav) a ich vplyv na prevádzku projektu	3	4	12	V prípade potreby implementovať ochranné opatrenia proti záplavám (záplavové bariéry, čerpadlá). Pravidelne monitorovať hladinu vody a stav odvodňovacieho systému.
R21	Jazda v protismere	Miera rizika vjazdu do protismeru na križovatkách a rampách	2	3	6	Inštalovať jasné a zreteľné značenie, ktoré užívateľov varuje pred vjazdom do protismeru. Použiť dopravné kamery a senzory k detekcii vozidiel ťahúcich v protismere a automatické systémy varovania pre šoférov a správcov tunelu.
R22	Tvorba kolón	Miera rizika vzniku kolóny v dopravnej špičke	3	2	6	Optimalizovať dopravu pomocou inteligentných dopravných systémov, ktoré regulujú prietok v reálnom čase.
R23	Vznik dopravnej nehody	Nebezpečenstvo nárazu do zariadení tunelu, únik nebezpečných látok či zrážky vozidiel (bočná/zadná)	3	4	12	Implementovať bezpečnostné prvky, ako sú ochranné bariéry, bezpečnostné zábrany, dostatočné osvetlenie atď. Zaisť pravidelné kontroly a údržbu bezpečnostného značenia a skolit šoférov v rámci rôznych kampaní o bezpečnej jazde v tuneli.
R24	Náročná evakuácia osôb	Riziko náročnej evakuácie osôb z dôvodu vzniku paniky či neprimerane náročných podmienok pre zložky IZS	3	4	12	Vypracovať detailný plán evakuácie v prípade vzniku mimoriadnej udalosti, zaisť dostatočné značenie evakuačných trás a núdzových východov, vykonávať pravidelné evakuačné cvičenia.
R25	Zablokované tunelové prepočky	Miera rizika vzniku mimoriadnej udalosti v dobe uzávierky tunelovej prepočky	3	4	12	Pravidelná kontrola a údržba tunelových prepočok, použítie monitorovacieho systému pre včasnú detekciu prípadného problému. Zaisťenie alternatívnych prístupových/evakuačných trás.
R26	Nebezpečenstvo vzniku požiaru počas prevádzky	Miera rizika vzniku požiaru a jeho následkov na stavbu	3	4	12	Inštalovať kvalitné monitorovacie a prípadne hasiace zariadenia v miestach určených v projekte. Pravidelné kontroly a údržby zariadení na vysokej detailnej úrovni.
R27	Nedostatočné vetranie tunelového tubusu	Riziko nedostatočného technického zabezpečenia (nedostatočná údržba - revízie)	2	4	8	Navrhnuť a inštalovať účinný a inteligentný vetračný systém, ktorý zaisť dostatočnú výmenu vzduchu a automatickú reguláciu smeru a rýchlosti toku vzduchu v prípade potreby. Zaisť pravidelný monitoring kvality vzduchu v priestore.
R28	Mimoriadne zložité podmienky pre zásah zložiek IZS	Riziko zložitých podmienok v prípade požiaru či nehody	2	4	8	Zaisť pravidelné školenia a cvičenia pre záchranné zložky IZS. Vybaviť tunel najmodernejšími technológiami pre uľahčenie zásahu. Vypracovať plán pre zásah záchranných zložiek IZS v prípade mimoriadnej udalosti.
R29	Zvýšené finančné náklady na prevádzku a údržbu	Riziko miery zvýšenia predpokladaných nákladov	3	3	9	Optimalizovať prevádzkové procesy a hľadať úspory bez kompromisov na bezpečnosť a kvalitu. Pravidelné revízie a aktualizácie finančného plánu.
R30	Nepredvídateľné riziká	Riziko vzniku nepredvídateľnej udalosti	3	4	12	Zaviesť systém pre riadenie rizík, ktorý umožní rýchlu identifikáciu a reakciu na prípadné nové riziká. Zaisť pravidelnú komunikáciu a konzultáciu s odborníkmi na riziká a krízové riešenia.