

Vysoká škola ekonomická v Praze

Diplomová práce

Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta podnikohospodářská

Studijní obor: Podniková ekonomika a management



Název diplomové práce:

Využití simulace Monte Carlo při analýze rizik stavebního projektu

Autor diplomové práce: Oleh Nikitenko

Vedoucí diplomové práce: Ing. Lucie Vrbová, Ph.D.

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma
„Využití simulace Monte Carlo při analýze rizik stavebního projektu“
vypracoval/a samostatně s využitím literatury a informací,
na něž odkazuji.

V Praze dne 16. května 2018

Podpis:.....

Název diplomové práce:

Využití simulace Monte Carlo při analýze rizik stavebního projektu

Abstrakt:

Předmětem diplomové práce je analýza rizik s dopadem na projektový plán a rozpočet v kontextu realizace stavební zakázky. První část je věnována používané terminologii a obsahovému výkladu příslušných pojmů. Je zde uvedené klíčové definice v rámci rizikového managementu, zejména z hlediska stavebnictví. Dále jsou zmíněny významné fáze řízení rizik a uvádí se metody jejich analýzy a identifikace. Pak poslední podkapitola se zabývá analýzou cenových a časových rizik v rámci projektu. Druhá, praktická část, je věnovaná analýze rizik stavebního projektu s využitím metody Monte Carlo, je zde završena celá problematika rizika na příkladu konkrétní stavební firmy a konkrétní stavební zakázky.

Klíčová slova:

Analýza rizik, Metoda Monte Carlo, stavebnictví, projekt, stavební zakázka, řízení rizik

Title of the Master's Thesis:

Construction Project Risk Analysis using Monte Carlo Simulation

Abstract:

The subject of the diploma thesis is cost and shedule risk analysis in the context of realization of the construction contract. The first part outlines all the necessary terminology along with the content interpretation of the relevant terms. In the first subchapters, key definitions in the risk management framework, including construction industry, are introduced. Later, author depicts significant phases of risk management and the methods of their analysis and identification Then the last subchapter deals with the analysis of cost and schedule risks within the project. The second, practical part is devoted to the risk analysis of the construction project using the Monte Carlo method. In this chapter, author briefly introduces the firm, the project and the context of the analysis which is then followed by actual calculations along with results interpretation.

Key words:

Risk analysis, Monte Carlo, Monte Carlo simulation, risk management, construction, project

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat paní Ing. Lucii Vrbové, Ph.D. za rady a vedení diplomové práce a společnosti GC Engineers s.r.o. za poskytnuté materiály a pracovní zkušenosti.

Obsah

ÚVOD	8
1 TEORETICKÁ ČÁST	9
1.1 MANAŽERSKÉ ROZHODOVÁNÍ: DEFINICE, PRVKY PROCESŮ	9
1.2 ROZHODOVÁNÍ O RIZICÍCH, ANALÝZA RIZIK	11
1.2.1 Druhy rizik	13
1.2.2 Projekt a projektová rizika	14
1.2.3 Stavební projekty a stavební rizika	17
1.2.4 Rešerše literatury na téma stavebních rizik	18
1.3 ŘÍZENÍ A ANALÝZA RIZIK	25
1.3.1 Komunikace a konzultace	26
1.3.2 Stanovení kontextu	26
1.3.3 Identifikace rizik	27
1.3.4 Analýza rizik	28
1.3.5 Ocenění rizika	31
1.3.6 Ošetření	31
1.3.7 Monitorování a přezkoumání	33
1.3.8 Závěr k rizikovému managementu	33
1.4 ANALÝZA CENOVÝCH RIZIK A RIZIK ROZVRHU	34
1.4.1 Analýza rizik časového plánu projektu	34
1.4.2 Analýza cenových rizik	37
1.4.3 Integrovaná analýza cenových rizik a rizik rozvrhu	39
1.4.4 Závěr k analýze časových a cenových rizik	41
2 PRAKTICKÁ ČÁST	42
2.1 CHARAKTERISTIKA ODVĚTVÍ STAVEBNICTVÍ	42
2.2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	42
2.3 POUŽÍVÁ SE VE SPOLEČNOSTI ŘÍZENÍ RIZIK?	44
2.4 PŘÍNOS APLIKACE ANALÝZY RIZIK PRO SPOLEČNOST	44
2.5 POSTUP PRÁCE	45
2.6 POPIS PROJEKTU	45
2.7 SEZNAM RIZIK A PŘIDĚLENÍ RIZIK JEDNOTLIVÝM PROJEKTOVÝM AKTIVITÁM	50
2.8 SIMULACE DÉLKY A CELKOVÉ CENY PROJEKTU	53
2.9 VÝSLEDKY SIMULACE A NÁVRHY	55
2.10 NÁVRHY K OŠETŘENÍ RIZIK	57
3 DISKUSE	60
ZÁVĚR	62
POUŽITÁ LITERATURA	64
SEZNAM TABULEK	68
SEZNAM OBRÁZKŮ	68
PŘÍLOHY	69

Úvod

Riziko se objevuje ve všech oblastech lidské činnosti. Riziko je důležitým aspektem při plánování a rozhodování o uplatnění nebo neuplatnění konkrétní podnikatelské činnosti.

Rozhodování a plánování patří mezi základní manažerské činnosti. Jejich kvalita a výsledky přímo ovlivňují úspěch firmy. Kvalita plánování a řízení nákladů a zdrojů a zvládnutí smluvních termínů jsou klíčovými předpoklady pro úspěšnost daného projektu.

Aktivní analýza a řízení rizik, zejména ve dnešním projektovém managementu, poskytují možnost minimalizace nepříznivých výsledků nebo možnost zajištění před nevyhnutelnými událostmi. Analýza rizika v sobě zahrnuje spoustu nástrojů, které poskytují možnost zvolit si optimální variantu při řešení komplexního a občas špatně strukturovaného problému, které jsou časté v projektovém managementu. Pokud budou rizika aktivně a správně řízena, existuje zde možnost úspor nebo vyhnutí se škodám, většinou finančním.

Nejinak je tomu ve stavebnictví, které je svou podstatou značně rizikovým oborem. Riziko je úzce spojené s náhodností veličin vstupujících do procesu výstavby. Podmínky výstavby každého konkrétního stavebního díla již předurčují možná úskalí a ta je třeba vědomě přijmout jako potenciální nebezpečí, se kterým je nutné kalkulovat. Technické, ekonomické, právní, ekologické, sociální a další aspekty, které vstupují a podílí se na úspěchu nebo neúspěchu realizace projektu výstavby, jsou dosti rozsáhlou oblastí. Cílem diplomové práce je analýza rizik konkrétního projektu s cílem stanovit kritické faktory ovlivňující trvání a náklady stavebního projektu. Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zaměřuje na pojem rizika, jeho druhy a způsoby řízení rizika. V praktické části je popsán konkrétní developerský projekt společnosti GS Engineers a je provedena analýza jednotlivých rizik ve fázi projektové dokumentace až po uvedení stavby do provozu.

Analýza rizik časového plánu a cen je provedena pomocí simulací Monte Carlo. Na základě analýzy lze konstatovat realistické časové a cenové hodnoty v případě zvážení projektu.

Podnikatelským cílem je požadavek na specifický instrument pro nastavení realistických cílů.

1 Teoretická část

1.1 Manažerské rozhodování: definice, prvky procesu

Rozhodování – myšlenkový proces výběru dostupných možností. Když se člověk snaží učinit správné rozhodnutí, musí vážit klady a zápory jednotlivých možností a všechny alternativy. Pro efektivní rozhodování musí být člověk schopen předvídat výsledek každé možnosti, aby na základě všech těchto položek určil, která varianta je nejlepší pro tuto konkrétní situaci.

Rozhodování patří mezi klíčové manažerské aktivity. Jako složka manažerské činnosti se rozhodování uplatňuje ve všech úrovních podnikatelské činnosti. Například autoři J. Veber (2009), prof. Leo Vodáček a Ol'ga Vodáčková (2009) zahrnují rozhodování do průběžných funkcí řídicí činnosti.

Rozhodování je procesem výběru cesty ke splnění určitého cíle. Obsahem rozhodování je volba mezi alespoň dvěma variantami dosažení výsledku, cílem je výběr optimálního řešení podle určitých kritérií a rizik s ním spojených. Příkladem může být rozhodování o nastavení distribučních cest podniku, rozhodování o umístění investic, o marketingové strategii, o nákladech a termínech projektu apod.

Význam rozhodování spočívá v tom, že kvalita a výsledky rozhodovacích procesů ovlivňují úspěšnost jak managementu, tak i celého podniku.

Při rozhodování se setkáváme s pojmy problém a proces, které můžeme chápat jako postupnou proceduru při řešení nějaké rozhodovací otázky.

Rozhodovací problém může být vnímán jako odlišnost současného stavu od stavu žádoucího. Žádoucí nebo očekávaný stav může být definován jako standard existující na základě minulosti, nebo může být stanoven podle určitého plánu. Identifikátory odchylek dle Fotra jsou tzv. kritické ohlasy na aktivity firmy, například změna postojů zákazníků, hodnocení ratingových agentur apod. Problémy se rozlišují na existující a potenciální. Ty mohou jak ohrožovat, tak i poskytovat příležitosti. Důležité je také pochopení struktury problémů. Dle Donnellyho, Gibsona, Ivanceviche (1997) se problémy dělí na dobře a špatně strukturované. První typ je charakterizován jasností stávajícího a žádoucího stavu, opakovatelností a jednoduchostí. Obvykle se jedná o problémy, jež lze standardizovat a běžně řešit, obvykle nevyžadují komplexní znalosti. Naopak typickými rysy špatně strukturovaných problémů jsou jejich novost, neopakovatelnost a existence velkého počtu kritérií ovlivňujících finální výsledek. Jejich řešení vyžaduje komplexní přístup, komplexní znalosti a do jisté míry odvahu zvolit konkrétní variantu a být zodpovědný za důsledky. Příkladem takového problému je obvykle rozhodnutí o vstupu na nový trh či odvětví, rozšíření výroby apod.

Proces dle Řepy (2007) je „*souhrn činností, transformujících (pomocí lidí a nástrojů) souhrn vstupů do souhrnu výstupu.*“ Když tuto definici aplikujeme na řešení rozhodovacího problému, vstupem je současný stav, odchylka od žádoucího, výstupem

je určitá změna, která by původní stav zlepšila. Je však nutné zdůraznit, že při řešení rozhodovacího problému, většinou obsahujícího velké množství ovlivňujících výsledků faktorů, výstup není jasně definován. Logicky existují minimálně dvě varianty změny stavu. Pro lepší pochopení je nutné vymezit základní prvky rozhodovacích procesů (Fotr, Švecová, 2010):

1. Cíl(e) rozhodování – výsledek, kterého se má řešením rozhodovacího problému dosáhnout – např. výrobní kapacita, nový projekt, optimalizace nákladů, změna výrobního portfolia apod.
2. Kritéria hodnocení – parametry, které slouží k ocenění variant rozhodování. Kritéria by měla být založena na cílech (maximalizace, minimalizace, dosažení specifických hodnot) a mohou mít kvantitativní nebo kvalitativní podobu.
3. Subjekt rozhodování – jednotlivec nebo skupina jednotlivců, kteří volí variantu určenou k realizaci.
4. Objekt rozhodování – jedná se o oblast organizační jednotky, v rámci které je problém formulován a jíž se rozhodování týká.
5. Varianta rozhodování – jedná se o možné cesty vedoucí k dosažení cílů.
6. Důsledky variant – pozitivní a negativní dopady rozhodovací činnosti na organizaci.
7. Scénáře, rizikové situace – jsou stavy, které mohou po realizaci varianty rozhodování nastat a které ovlivňují důsledky této varianty vzhledem k některým kritériím hodnocení (nebude odbyto produkce apod.).

Struktura rozhodovacího procesu se skládá z následujících kroků:

- identifikace,
- analýza a formulace,
- stanovení parametrů hodnocení,
- tvorba variant,
- stanovení důsledků,
- hodnocení důsledku za cílem výběru několika vhodných variant,
- realizace,
- kontrola výsledků.

1.2 Rozhodování o rizicích, analýza rizik

Riziko je nedílnou součástí lidské činnosti. Jedinci se setkávají s potřebou rozhodování, pokud je výsledek neznámý nebo nejistý. Správné pochopení nejistoty a rizik, jejich analýza a řízení předurčují přijetí efektivních řešení. Pro lepší pochopení specifik řízení rizik je vhodné uvést klíčové pojetí a vysvětlit jejich význam a obsah.

Nejprve je nutné definovat několik klíčových pojmů.

Nejistota představuje situaci, kdy informace o pravděpodobnostech není k dispozici. Často se jedná o situaci, se kterou nemáme předchozí zkušenost, nebo o událost, ke které nedošlo v minulosti. Typický příklad – obchodní plánování, kde se zkoumá nejlepší, nejpravděpodobnější a nejhorší případ, ale není k dispozici informace o pravděpodobnosti výsledků, protože k nim dojde za několik let.

Valach (2001) definuje nejistotu jako neurčitost či náhodnost podmínek nebo výsledků procesů, jevů či událostí nebo „nemožnost spolehlivého stanovení budoucích faktorů, které ovlivňují hospodářský výsledek“.

Dle portálu Business Dictionary nejistotou v rozhodování je *„Situace, kdy současný stav znalostí je takový, že (1) povaha věcí je neznámá, (2) důsledky, rozsah nebo velikost okolností, podmínek nebo událostí je nepředvídatelná a (3) nelze přiřadit věrohodnou pravděpodobnost možným výsledkům.“*

Je zřejmé, že v reálném světě většinou působíme v nejistotě, že je obtížné získat informace o všech možných výsledcích, ale to neznamená, že neexistuje možnost zjistit a kvantifikovat některé z nich. Když se snažíme nejistotu kvantifikovat – mluví se o riziku. Existuje velké množství rozličných definic rizika, však nejobecnější nabízí standard ISO 31000 (2010), který definuje riziko jako účinek nejistoty na cíle. Pod účinkem je chápána odchylka od očekávání, tato odchylka může mít pozitivní, negativní nebo smíšený charakter. Mnoho autorů se s výše uvedeným neutrálním pojmem shoduje, například:

Hillson, D. (2002) dělí riziko na příležitost, která znamená pozitivní výsledek, a hrozbu přinášející negativní výsledek.

Korecký a Trkovský (2011) definují riziko jako: *„účinek nejistoty na dosažení cílů.“*

Smejkal a Rais (2013) uvádí následující definice pojmu rizika: *„Pravděpodobnost či možnost vzniku ztráty, obecně nezdaru“* nebo: *„Pravděpodobnost jakéhokoliv výsledku, odlišného od výsledku očekávaného.“*

Tichý (2006) definuje riziko jako: *„pravděpodobná hodnota ztráty vzniklá nositeli, popř. příjemci, rizika realizací scénáře nebezpečí, vyjádřena v peněžních nebo jiných jednotkách.“* Nebo: *„kumulativní účinek pravděpodobnosti nejisté události, která může pozitivně nebo negativně ovlivnit cíle projektu.“* Nicméně Tichý ukazuje, že záleží velice na odvětví, oboru a problematice, co se pod tímto pojmem rozumí; záleží konec

konců i na jazyku, ve kterém se o riziku hovoří nebo píše (v češtině má „riziko“ negativní odstín).

Riziko je pravděpodobnost neočekávaného důsledku určitého rozhodnutí, akce nebo události (Vlachý, 2006).

Však Chapman a Ward (2003) ukazují, že existuje tendence pochopení rizika jako negativního jevu.

A F. Kalouda (2010) zdůrazňuje, že v případě konkrétní situace nebo odvětví riziko může mít jak možné důsledky negativní, tak i možné důsledky pozitivní.

Příkladem negativního vnímání je oblast BOZP, kde pod rizikem rozumí pravděpodobnost poškození zdraví, nemoc nebo smrt. V projektovém řízení identifikace záleží na konkrétním projektu, ale obecně je riziko chápáno negativně, např. riziko chyby při vyjednávání podmínek, rizika nesplnění termínů, rizika protistrany apod. Riziko lze ve stavebnictví chápat jako pravděpodobnost nežádoucí události, která ovlivní průběh a výsledek výstavby od plánovaného a žádoucího stavu. Míra rizika je úzce spjata s mírou nejistoty, s jakou subjekt vstupuje do budoucího podniku či projektu. Nejistota vyplývá z nedokonalé znalosti budoucího vývoje a okolností, které mohou ovlivnit průběh a výsledek procesu. Snížíme-li tedy míru nejistoty poznávaného systému jeho pochopením, jsme schopni aktivně ovlivnit i míru rizika.

1.2.1 Druhy rizik

Je zřejmé, že pro lepší identifikaci, analýzu a řízení je nutné rizika klasifikovat nebo rozdělit na jednotlivé typy. Dekompozice je oprávněná, protože různé typy rizika mají svoji závažnost a formalizovaný systém klasifikace umožňuje organizaci zjistit, která rizika v organizaci existují a kdo by měl být odpovědný za jejich řízení.

Dělení rizik záleží na názoru. Rizika mohou být dělena podle různých hledisek. Rizika vznikající při organizaci výstavbových projektů je účelné dělit podle jejich nositele, vlastníka, podle zdroje, ze kterého pochází, podle toho, v jaké fázi výstavby se mohou vyskytovat, podle činností. Bohužel je stále jedním z problémů skutečnost, že zatím nedovedeme uspořádat nebezpečí a rizika v nějakém univerzálním systému do kategorií nebo tříd.

Fotr a Hnilica (2014) klasifikují rizika na podnikatelská a čistá, (ne)systematická, externí a interní, ovlivnitelná a neovlivnitelná, primární a sekundární a podle projektových fází:

- Pod podnikatelským je chápáno riziko spekulativní, jinými slovy se jedná o dosažení buď výnosu, nebo ztráty. Čisté nebo absolutní představuje kategorii hrozbu, která vede ke ztrátě jako jedinému možnému výsledku. Pod ní se rozumí přírodní katastrofy, havárie, ztráta života apod.
- Systematické riziko je spojeno s celým trhem nebo jeho segmentem. Je nevyhnutelné a není zcela předvídatelné. Neřeší se diverzifikací, pouze správným alokováním aktiv.
- Nesystematické je naopak spojeno s konkrétním odvětvím nebo firmou. Je diverzifikovatelné. Příkladem takového rizika může být investor držící akcie pouze jedné firmy, protože čelí specifickému riziku spojenému s odvětvím, v němž působí firma.
- Vnitřní a vnější jsou logicky spojená s faktory uvnitř určité organizace a jejím okolím.
- Ovlivnitelná a neovlivnitelná – zde se mluví o možnosti s rizikem pracovat, eliminovat jej nebo snižovat jeho dopady v okamžiku vzniku nežádoucí události.
- Podle projektových fází se rizika dělí na ta ve fázi přípravy, realizace a provozu projektu. Zde se mluví o rizicích ohrožujících termíny projektu, rozpočet, selhání protistrany nebo dodavatelů a hospodářské výsledky.

Rizika dle věcné náplně jsou následující:

- Ekonomická – zahrnují rizika ovlivňující ekonomické výsledky organizace. Patří sem rizika spojená s náklady a financováním hospodářských aktivit, finančním řízením.
- Tržní rizika – druh systematického rizika, jsou spojena s celým trhem nebo jeho segmentem. Týkají se i úspěšnosti podniku na trhu, patří sem například rizika změny poptávky, cenová rizika, chování konkurence. Podobně mají ekonomický vliv na výsledky podnikání.

- Technicko-technologická – rizika spojená s použitím nových technických zařízení či výrobních prostředků.
- Legislativní riziko je logicky spojeno s ekonomickou a legislativní politikou země, např. se změnami daňového práva, restriktivní a expanzivní politikou apod.
- Rizika lidského faktoru – jedná se o rizika spojená např. s managementem, ztrátou pracovníků.
- Informační – ztráta dat, chyby informačních systémů.

V podnikání se samozřejmě objevují i další nebezpečí spojená s výrobou, logistikou, marketingem a dalšími složkami procesu hospodaření. Však vzhledem k předmětu této práce, spojeným s konkrétním stavebním projektem, je nutné vymezit rizika projektová a rizika typická pro stavební odvětví.

1.2.2 Projekt a projektová rizika

Dříve, než začneme popis rizik projektu, je třeba uvést několik základních definic týkajících se projektu, jeho fáze a komponenty.

Podle PMI (c2008) je projekt *„dočasné úsilí vynaložené na vytvoření unikátního produktu, služby nebo určitého výsledku.“*

Oxford Dictionaries obecně definuje projekt jako *„individuální nebo společné podnikání, které je pečlivě plánováno pro dosažení určitého cíle.“*

Podobným vyjádřením projektu se řídí Tichý (2006), dle něho *„projektem je souhrn stávajících, probíhajících nebo budoucích aktivit probíhajících v definovaném prostoru, době a za definovaných podmínek, vedoucích k definovanému cíli.“*

Podle Doležala (2012) je projektem časově a nákladově omezený proces realizovaný za účelem vytvoření výstupu co do kvality standardů a požadavku.

Jinými slovy se jedná o součin v čase omezených, vzájemně propojených aktivit vedoucích k určitému výsledku. Výsledek může být představen jako produkt, jako nová funkce, služba nebo zpráva, jedná-li se o výzkum. V jakosti dalších příkladů je možné uvést vypracování nového informačního systému, zahájení změn ve struktuře podniku. Podle oblasti může být projekt výzkumný, výrobní, technologický, legislativní apod.

Typické znaky projektu jsou cíl/výstup, plán nebo vymezené postupy dosažení cílů, zdroje a náklady, velký počet zainteresovaných stran.

Projekty se liší ve velikosti a složitosti, nicméně každý z nich lze rozdělit na jednotlivé fáze (PMI, c2008):

1. Začátek projektu – iniciační fáze, začíná se založení projektové skupiny a volbu projektového manažera. Dalšími aktivitami jsou získání potřebných zdrojů, plán, identifikace infrastruktury.
2. Organizace a příprava – tato fáze zahrnuje podrobnější plány projektu.

3. Provádění projektových prací – zahrnuje hlavní činnosti potřebné k dosažení cílů projektu. Například konstrukční a stavební činnosti, rozvoj softwarového kódu, vývoj a dodávka výrobku.
4. Ukončení projektu – v poslední fázi dochází ke zrušení projektového týmu, předání výsledku projektu klientovi a archivaci dokumentů.

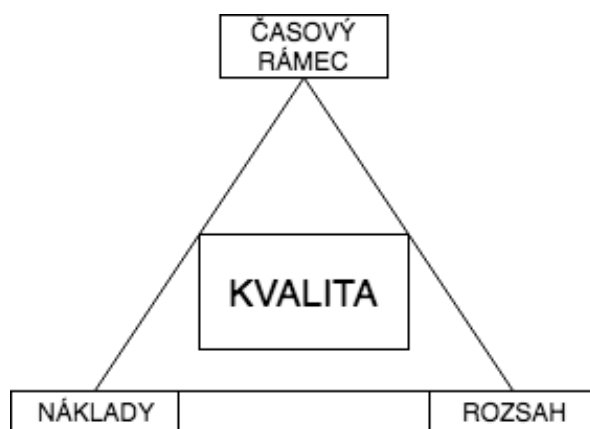
Rizika se objevují v každé fázi projektu a zahrnují jak rizika spojená s úspěšným dokončením každé fáze projektu, tak i rizika externí, která vznikají mimo organizaci, ale mají vliv na konečnou hodnotu, která má být odvozena z projektu. Závažnost rizika závisí na povaze a rozsahu možných konečných důsledků a jejich pravděpodobnosti.

Často jsou externí rizika považována za riziko portfolia, neboť ovlivňují současně více projektů. Projekt je většinou definován cenovými cíli, cíli výkonnosti a termíny. Tudiž riziky typickými pro projekty jsou:

- cenové (cost risk),
- riziko rozvrhu (schedule risk),
- výkonnostní (performance) rizika.

Tato rizika vyplývají z tzv. projektového trojimperativu, který ilustruje základní parametry hodnocení jakéhokoli projektu.

Obrázek 1: Projektový trojimperativ



Zdroj: autor

Pod cenovým rizikem se rozumí nebezpečí, že náklady na projekt přesáhnou stanovený rozpočet. Toto riziko je úzce spojeno s dalšími dvěma typy, protože překročení nákladů může vést jak ke snížení kvality, tak i k prodloužení termínu celého projektu způsobenému nedostatkem peněžních prostředků.

Riziko spojené s rozvrhem je chápáno jako hrozba, že projekt bude trvat déle, než se předpokládalo. Zpoždění může vést ke zvýšení nákladů projektu a ovlivňovat výkonnost.

Performance riziko je spojené s tím, že dokončený projekt nefunguje podle plánu nebo neodpovídá v plné míře obchodním požadavkům.

Dalšími nebezpečí můžou být (Mar, 2016):

- Výkonná moc – nedostatek podpory, neangažovanost managementu a klíčových vykonavatelů, konflikt mezi zúčastněnými stranami, fluktuace managementu a zaměstnanců. Dá se mluvit i o nedostatku kontroly ze strany řízení a chybách projektového managementu.
- Rozsah projektu – nedostatečně definovaný rozsah a rámec projektu, nekontrolované změny nebo rozšíření rámce, jejichž výsledkem je zvýšení nákladů a časového harmonogramu, neadekvátní odhady, přítomnost velkého počtu změn nebo jejich nedostatek, častá změna priorit.
- Komunikace – špatná komunikace nebo její nedostatek způsobují vznik nerealistických očekávání zúčastněných stran a chybnou interpretaci požadavků projektu týmem.
- Nepřesné odhady investičních nákladů a pohyby měnového kurzu, pokud je projekt spravován v zahraničí.
- Projektový tým – rizika způsobená nedostatkem pracovníků, školení nebo pracovní zkušenosti, můžou vést k nedostatku motivace a zvýšení časových a finančních nákladů projektu. Patří sem i nedostatek autority manažera, který může být neschopen správného rozdělení odpovědnosti a komunikace. Patří sem i rizika personální, která jsou spojena s nedostatečnou kvalifikací zaměstnanců, jejich nedostatkem personálních zdrojů nebo s nedostatkem komunikace a rozdělením odpovědnosti.
- Technická – jak již bylo uvedeno výše, patří sem nebezpečí vyvolaná použitím technologických prostředků k dosažení cíle, kromě toho použitá technologie může být nevhodná pro konkrétní projekt. Častěji však neodpovídá požadavkům, nemůže být nastavena k provádění činnosti nebo není spolehlivá. Tato rizika zahrnují nezabezpečení zdrojů a dostupnost materiálů, nedostatečné šetření na místě nebo neúplný návrh.
- Smluvní riziko – nejednoznačnost nebo neúplnost požadavků kladených na projekt může vést k špatnému pochopení cílů a zadání projektu, což může vést k mezeře mezi očekáváním a konečnými výsledky. V průběhu jednání o smlouvě je riziko spojené s výkladem smluvních podmínek, kde existuje nutnost definovat jednotlivé body, jelikož po uzavření smlouvy a po dobu realizace projekt můžou postihnout nečekané výdaje, nejasnosti, soudní spory apod.
- Logistika a výroba – opět zde přítomné časové nebezpečí spojené se zpožděním dodávek materiálů a dílů, také se dá mluvit o dodaných materiálech neodpovídající kvality. Tato rizika zahrnují dostupnost dopravních prostředků a dostupnost zařízení,

náhradních dílů, paliva a pracovní síly. Bez řešení těchto logistických problémů společnost čelí zpožděním a ztrátám projektů.

1.2.3 Stavební projekty a stavební rizika

Stavební zakázky jsou komplexním příkladem projektu, zahrnují tři základní fáze: přípravnou, realizační a provozní (Tichý, 2008).

Přípravná fáze zahrnuje etapy strategického, operativního rozhodování a rozhodování o riziku. V této fázi investor nebo stavebník specifikuje cíl, koná se volba projektové skupiny a manažera, zvažuje se pojištění a případné zajištění proti rizikům. V prvním období se získávají územní rozhodnutí a různá povolení podle předpisu, dochází k formulaci stavebního zadání, zprávě projektové dokumentace a hledání dodavatelů.

Realizační fáze se skládá z projektování a provedení stavby.

Provozní fáze představuje závěrečnou etapu, během které dochází k uzavírání výstavby a ověřování její funkčnosti.

Pro přehlednost subjektů a vztahů vstupujících do procesu výstavby zde můžeme uvést základní rozdělení účastníků výstavby na hlavní (primární) a vedlejší (sekundární) účastníky. Hlavní účastníci se přímo podílí na realizaci stavebního projektu. Sekundární jsou těmi, kterých se projekt dotýká – veřejnost, orgány státní správy zastupující veřejné zájmy, zástupci hlavních účastníků výstavby nebo poskytovatelé služeb pro hlavní účastníky výstavby.

Hlavní účastníci výstavby (Tichý, 2008):

- stavebník,
- investor, hlavní projektant,
- hlavní dodavatel a jeho subdodavatelé.

Vedlejší účastníci výstavby:

- projektant, architekt, inženýr,
- další skupiny dodavatelů stavebních prací,
- sousedé,
- banky a pojišťovny,
- veřejnost,
- stavební úřad,
- majitelé a správci inženýrských sítí.

Každý z účastníků výstavby se na určité riziko může dívat zcela rozdílně a může se teoreticky stát jak nositelem, tak vlastníkem rizika. Nositel rizika, v angličtině *risk taker*, je osoba nebo podnik, které nesou náklady vzniklé realizací činnosti. Vlastník rizika (*risk owner*) je osoba odpovědná za rizika.

Typy rizik uvedené v předchozí subkapitole jsou v té či oné podobě přítomné ve stavebních projektech. Zdroje rizik jsou propojeny s procesy provádění stavebního díla a s prostředím, ve kterém je stavba připravována, projektována, financována a prováděna. Za zdroj rizika může být považován proces, projektování, realizace, plánování, rozhodovací procesy. Zdrojem rizika může být stavební prvek, konstrukce či cokoli jiného s výstavbou přímo či nepřímo související. Neexistuje způsob, jak se zcela těmto rizikům vyhnout, pouze dodržení určitých pravidel a předpisů a včasná a pečlivá kontrola procesu poskytují možnost snížit jejich dopad na stavební dílo. Pokud jsou rizika identifikovaná a kategorizovaná, je možné optimalizovat řízení rizik a vyhnout se možným ztrátám.

Při posuzování rizik je racionální určit hrozby ohrožující výstavbový projekt. Lze určit například následující původce nebezpečí:

- způsobená lidmi:
 - stavebník, investor, developer,
 - dodavatel,
 - projektant,
 - subdodavatelé,
 - stavební dozor,
 - výrobci materiálů a technologií,
 - uživatelé stavby,
 - veřejnost,
 - banky a pojišťovny,
 - doprava a infrastruktura,
 - přilehlé objekty,
 - jiné.
- přírodní:
 - základová půda,
 - spodní voda,
 - zemětřesení,
 - povětrnostní podmínky,
 - prostředí, okolí vodní toky a plochy.

1.2.4 Rešerše literatury na téma stavebních rizik

Stavební projekty jsou obvykle složité a zahrnují velké množství zúčastněných stran, trpí většími riziky než jiné obchodní aktivity. Stavební rizika jsou obvykle spojena se zpožděním a překročením nákladů. Existuje řada výzkumů věnovaných analýze kritických rizikových faktorů stavebních projektů a celkové implementaci technik projektového řízení, je však nutné zdůraznit nedostatek publikací o řízení rizik a jeho

aplikaci v konkrétních oblastech. Níže uvedená literatura obvykle odkazuje na příklady z konkrétního odvětví nebo oblasti, nicméně informace jsou dostatečné k identifikaci společných rizikových faktorů ve stavebnictví.

Během případové studie britských stavebních firem Akintoye a MacLeoda (1997) se zjistilo, že ve většině případů jsou finanční a smluvní rizika nejdůležitější. Ta mají největší negativní dopad na úspěšné dokončení stavebního projektu. Nicméně analýza řízení rizik závisí především na intuici, úsudku a zkušenostech. Formální analýzy rizik a techniky řízení jsou zřídka používány. Počítačové metody analýzy nejsou firmami používány z důvodu nedostatku času, znalostí a nedůvěry v jejich efektivnost. Podle článku jsou klíčovými strategiemi ošetření rizika: zachování rizika, přenos rizika, snižování rizik a vyhýbání se rizikům. Zachování rizika se stává jedinou možností, pokud prevence nebo předávání rizik nejsou možné a případné finanční ztráty jsou malé. Vyhýbání se rizikům ve výstavbě je nepraktické, protože může vést k tomu, že projekty nebudou pokračovat. Techniky snižování rizik zahrnují použití alternativních smluvních strategií, různé způsoby výstavby, redesign projektu, podrobnější a další hloubkové šetření na místě atd.

Studie Kululanga a Kuotchy (2010) věnovaná analýze implementace formálních procesů řízení rizik v afrických stavebních podnicích ukázala, že úroveň implementace formálních procesů rizikového managementu je velmi malá, zejména v malých a středních firmách. Autoři se domnívají, že nedostatek nebo neexistence jakéhokoli systému managementu rizik může být příčinou trvale špatných projektových výsledků.

Stefánek a Bocková (2011) na příkladu dvou českých firem uvádí, že ve strojírenství je rizikové inženýrství také dost novou problematikou. Klíčovým zdrojem poznatků je především zkušenost z již proběhlých projektů a osobní zkušenost projektového manažera. V popsanych podnicích není uplatněn žádný standardizovaný systém rizikového managementu, používají se však některé metodiky, například Ganttovy diagramy, pravidelné kontroly a konzultace s odborníky. Avšak vzorek respondentů byl příliš malý, abychom mohli zobecnit stav rizikového managementu ve strojírenském průmyslu.

Zkoumáním uplatnění strategií rizikového řízení ve stavebních firmách USA se zabývala Ryor (2013). Výsledky analýz ukázaly, že společnosti používají různé strategie řízení rizik. Byla zavedena značná část obecných organizačních strategií rizikového managementu. V některých případech byly strategie řízení rizik většinou prováděny na úrovni top managementu, v jiných případech byly strategie prováděny týmy a někdy implementace rizikových strategií zahrnovala účast klienta. Rešerše literatury však ukázala, že manažeři stavebních projektů zřídka využívají komplexní

nástroje analýzy rizik kvůli nedostatku znalostí nebo nedostatku informací a skepse ohledně vhodnosti dostupných modelů.

Pokud jde o identifikaci rizik, první práce, která se věnovala identifikace rizik ve stavebnictví, patřila Al Salmanovi (2004). Ve svém článku „Assessment of risk management perceptions and practises of construction contractors in Saudi Arabia“ autor vybral 25 rizikových kategorií, které přímo a nepřímo působí na cenu, rozvrh a kvalitu projektu. Ty pak byly ohodnoceny z hlediska jejich významu a rizikového vlivu. Dle autora mezi nejdůležitějšími riziky s vlivem na cenu a harmonogram patří:

1. Kvalita projektové práce.
2. Zpožděné platby.
3. Rozsah, omezení a definice práce.
4. Dostupnost práce, materiálu a zařízení.
5. Kompetence dodavatelů.
6. Změny v objednávkách.
7. Přesnost projektového programu.
8. Přístup ke staveništi.
9. Vadné materiály.
10. Vadný design.

Mohamed Fahmy Diab (2010) ve své disertační práci studoval vliv 31 rizikových faktorů na různé projekty průmyslu výstavby silnic v USA. Výzkum provedený v této disertační práci zdůraznil význam zohlednění rizik při výstavbě dálnic a dle autora nejvýznamnějšími riziky ovlivňujícími projekty jsou:

1. Účel projektu je špatně definován.
2. Změny podle požadavku vlastníka.
3. Změny nepředvídaných požadavků na stavební plochu.
4. Zpoždění pořízení pozemku.
5. Vysoký počet nástrojů na staveništi.
6. Nesprávnost stávajících úložišť a dat průzkumu.
7. Navrhněte chyby a opomenutí.
8. Špatné předběžné informace o půdě.
9. Špatná komunikace s vlastníkem a dodavatelem.
10. Zpoždění povolení.
11. Omezení stavebních prací.
12. Chyby a zpoždění subdodavatelů.

Tato rizika se do jisté míry můžou vyskytovat v jakémkoliv stavebním projektu.

Čínská studie „Risk factors for project success in the Chinese construction industry“ (Wu, Nisar, Kapletia, Prabhakar, 2017) rozdělila 25 faktorů do šesti skupin:

1. Rizika související s klienty: těsný harmonogram projektu; problémy s financováním projektů; změna požadavků klienta.
2. Rizika související s konstrukcí: konstrukční změny; nedostatečné programové plánování; nedostatečné informace o místě; neúplný nebo nepřesný odhad nákladů.
3. Rizika související se smluvními partnery: nedostatečná schopnost vedení dodavatelů; obtíže dodavatelů s úhradou; špatná kompetence dělníků; nedostupnost odborníků a manažerů; žádné pojištění pro hlavní vybavení; bez pojištění pro zaměstnance; nedostatečná bezpečnostní opatření nebo nebezpečné operace; nedostatek nástrojů na místě; nedostupnost dostatečného počtu kvalifikovaných pracovníků; zpoždění z důvodu protiprávního odstranění stavebního odpadu; znečištění ovzduší v důsledku stavebních činností; vážné znečištění hlukem způsobené výstavbou; znečištění vody způsobené výstavbou.
4. Rizika související s subdodavateli/dodavateli: nízká způsobilost subdodavatelů; neschopnost dodávat materiály včas.
5. Rizika související s vládou: byrokracie vlády; nadměrné postupy pro schválení vládou.
6. Externí: cenová inflace stavebních materiálů.

Z těchto kategorií je riziko spojené s klientem považováno za nejdůležitější. Jedná se o problém financování projektů a časté změny klientských požadavků. Rizika související s dodavatelem jsou na druhém místě. Rizika související s projektanty, subdodavateli a vládou ovlivňují úspěšnost projektu v menší míře.

Zhang, Zou a Wang (2014) identifikovali 51 rizikových faktorů ve stavebnictví a následně vyčlenili 20 klíčových rizik, které mají vliv na projektovou cenu a rozvrh:

1. Těsný plán projektu.
2. Změny designu.
3. Nadměrný počet schvalování na úřadech.
4. Přehnané očekávání výkonnosti/kvality.
5. Nepřiměřené plánování programu.
6. Nevhodné plánování stavebních programů.
7. Změna stavebních programů.
8. Nízká manažerská kompetence subdodavatelů.
9. Změny klientských požadavků.
10. Neúplné schválení a nekompletnost dokumentace.
11. Neúplný nebo nepřesný odhad nákladů.
12. Nedostatečná koordinace mezi účastníky projektu.
13. Nedostatek odborníků a manažerů.
14. Nedostatečné množství kvalifikované práce.
15. Byrokracie vlády.

16. Všeobecné havárie.
17. Nedostatečné informácie o lokalite (zpráva o pôde a zpráva o průzkumu).
18. Výskyt sporu medzi zúčastnenými stranami.
19. Inflace cen stavebních materiálov.
20. Vážne znečistenie hlukom spôsobené konštrukciou.

Bylo zjištěno, že těsný harmonogram projektu má významný dopad na všechny aspekty projektu: náklady, harmonogram, jakost, bezpečnost a životní prostředí. Ostatní rizika významně ovlivňují alespoň jeden aspekt.

Studie na Singapurské technické univerzitě (2008) se pokoušela prověřit vnímání rizika stavebními podniky v Singapuru a identifikovat seznam klíčových rizikových faktorů, které je třeba řádně analyzovat při rozhodování o konečných nákladech a časových odhadech stavebního projektu. Rovněž hodnotí proces identifikace rizik a strategie reakce na rizika. Postup analýzy rizikových faktorů byl podobný článku od Wu. Zkoumalo se 55 rizikových faktorů, které byly pak upraveny do 15 nejdůležitějších dle firem. Mezi ně patří:

1. Nedostatek finančních prostředků zhotovitele.
2. Finanční stabilita klienta.
3. Překročení nákladů z důvodu zpoždění.
4. Finanční stabilita.
5. Nedostatek zdrojů.
6. Špatná kvalita výkonu.
7. Nedostatek kvalifikovaných pracovníků.
8. Nepřesný odhad nákladů.
9. Zpoždění způsobené poškozenými materiály nebo pozdní dodávkou.
10. Selhání subdodavatele / dodavatele.
11. Nedostatky v zadávací dokumentaci.
12. Nepřesný časový odhad.
13. Zrušení nebo odložení projektu.
14. Zpoždění při prezentaci / řešení problémů.
15. Kolísání cen materiálu.

Co se týče metod identifikace rizik, studie podobná předchozím článkům dospěla k závěru, že historická analýza dat, kontrolní seznam, osobní intuice a zkušenosti jsou stále nejběžnějšími metodami analýzy rizik v rámci stavebnictví. Důvod je stejný jako předtím – pochybnost o účinnosti, nedostatek zdrojů, nedostatek znalostí, nedostatek času a peněz. Co se týče strategií zmírňování rizik, jsou nejoblíbenějšími strategie přenosu a snižování.

Výsledky získané ve studii Jarkas a Haupt (2014) ukazují, že rizika související s „klientskou“ skupinou jsou vnímána jako nejkritičtější, za nimi následují faktory „konzultant“, „dodavatel“ a „exogenní skupina“. Výsledky dále ukazují, že převod (transfer) rizika je převládající reakcí stavebníků na rizika spojená s klientem a konzultantem (odborníkem), zatímco rozhodnutí o uchování je hlavním přístupem k ošetření rizik spojených s dodavateli a exogenními rizikovými faktory. Hlavními faktory stavebního rizika jsou následující:

- pomalý rozhodovací proces klientem,
- zpoždění v platebním procesu,
- časté změny požadavků klientem,
- chyby a opomenutí v konstrukčních výkresech,
- nedostupnost nebo nedostatek materiálů,
- finanční potíže dodavatele,
- přehlednost výkresů a technických specifikací,
- nedostatek technického personálu a kvalifikované pracovní síly,
- pozdní dodání materiálů,
- zpoždění v odpovědi konzultanta na žádosti o informace.

Hanguk Ryu (2016) během své studie o řízení rizik u betonových prací také poukázal na důležitá rizika, která způsobují časté překročení projektových plánů, a tak i nákladů. Tyto faktory byly shromážděny od lidí ze stavebního průmyslu a pro lepší porozumění byly rozděleny jako riziko v přípravné a realizační fázi. Některé z nich jsou uvedeny níže:

1. Rizika v před-konstrukční fázi:
 - Nesoulad mezi rámem a dokončovacími výkresy.
 - Vynechání rozsahu výstavby.
 - Nedostatek přesných stavebních prací.
 - Nekvalifikovaní účastníci subdodavatelů.
 - Kolísání cen.
2. Rizika v realizační fázi:
 - Příjem vadných materiálů.
 - Zpoždění dodávky materiálu.
 - Nadměrná kontrola.
 - Nesprávná instalace.
 - Dodatečné práce vyvolané nesprávnou instalací.

Poslední studie, která bude zmíněna, se také týká hodnocení rizik, ale v ruském stavebním průmyslu (Osadchaya, N., 2017). Zaměřuje se spíše na finanční část stavby, nicméně katalogizuje většinu stavebních rizik a uvádí, že stavební firmy nejsou

chráněny před riziky a nejistotami vnějšího prostředí kvůli nesouladu vnitřního systému řízení se zákonnými požadavky a tržními podmínkami.

Závěrem je třeba konstatovat, že aplikace projektového řízení rizik ve stavebnictví jsou v akademické literatuře poměrně málo pokryty. Těžko říci, zda by to mohlo být důvodem nízkého zájmu o odvětví nebo je to důsledek nízkého zájmu.

Studie ukazují, že téměř 20 let stavební podniky po celém světě zřídka provádějí standardizované postupy řízení rizik projektu a spíše se spoléhají na intuici a zkušenosti než na jiné analytické nástroje. Často je to především kvůli nedostatku zkušeností, času, peněz a důvěry v efektivitu nástrojů řízení rizik projektu. Co se týče strategií zmírňování rizika, je společné spoléhat se na strategii přenosu rizika, jejíž definice bude uvedena v následující kapitole. Naštěstí přezkoumávané články poskytují příležitost udělat přehled rizik ve stavebnictví. Odborná kvalifikace respondentů a vědců nám poskytuje komplexní seznam rizikových faktorů typických pro celé odvětví.

1.3 Řízení a analýza rizik

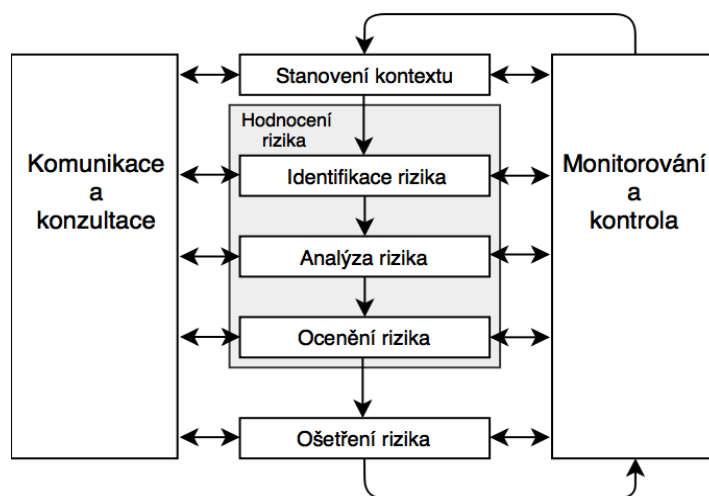
Řízení rizik je základní součástí efektivního projektového managementu. Je to disciplína, které se zabývá problematikou rizika a je zaměřená na snížení pravděpodobnosti výskytu nežádoucí události, utrpění škody a minimalizaci ztrát způsobených realizací těchto událostí.

Při řízení rizika je nutně odpovědět na tři základní otázky (Tichý, 2008):

- Jaká nebezpečí a jaké scénáře nebezpečí projekt ohrožují?
- Jaká je pravděpodobnost vzniku nežádoucího jevu?
- Jaké potenciální škody mohou realizací nebezpečí vzniknout?

Tichý se domnívá, že zodpovězení těchto otázek dovolí rizika efektivně řešit a získat úplnou představu o tom, co a za jakých podmínek ohrožuje projekt. V rámci procesu rizikového managementu lze vyčlenit jednotlivé kroky. Nejlépe je proces řízení rizik ilustrován diagramem uvedeným dle normy ISO 31000:

Obrázek 2: Proces řízení rizik



Zdroj: vlastní interpretace ISO 31000

Samozřejmě se pohled na management rizik u různých autorů liší. Například Smejkal a Rais (2010) dělí řízení na dvě hlavní části: analýzu a management, přičemž analýza zahrnuje stanovení hranic, identifikaci aktiv, identifikaci hrozeb, jejich analýzu a měření, ale management se týká metod snižování identifikovaných nebezpečí. PMI (c2008) dekomponují proces na 6 kroků:

1. plánování managementu rizik,
2. identifikace rizik,
3. kvalitativní analýza,

4. kvantitativní analýza,
5. plánování ošetření,
6. monitorování a kontrola.

Rozdíl je v tom, co lze vnímat jako celý proces a co jako jeho součást, to záleží na preferencích konkrétních odborníků. V této práci budeme postupovat podle procesu popsaného podle ISO 31000.

1.3.1 Komunikace a konzultace

Jedním z klíčových aspektů úspěšného projektu je jasná a zřízená komunikace mezi účastníky. Zajištěná výměna se stakeholdery a získání jejich názorů na pravděpodobná nebezpečí poskytují dodatečné informace o hrozbách spojených s projektem. Komunikace probíhá na všech úrovních rizikového managementu, aby řízení projektu probíhalo v souladu s určenými požadavky.

1.3.2 Stanovení kontextu

Cílem fáze stanovení kontextu managementu rizik je vymezení hlavního cíle projektu, souvislost projektu s vnitřním a vnějším prostředím, seskupení podkladů a informací k projektu, nastudování zkušeností z podobných projektů a určení účastníků projektu (Korecký & Trkovský, 2011).

Vnější kontext znamená kulturní, sociální, politické, legislativní, finanční, technologické a ekonomické prostředí, které přímo či nepřímo ovlivňuje úspěch firmy. Jedná se o oblasti podnikatelského prostředí, které mohou přímo nebo nepřímo ovlivnit projekt a rozhodování v rámci rizikového managementu.

Vnitřní kontext zahrnuje organizační kulturu, její vize, procesy, strukturu a strategie, cíle, kapacity, vztahy mezi interními stakeholdery, informační systémy a cokoli, co může rozhodování ovlivnit.

Kontext procesu řízení rizik zahrnuje (ISO 31000, 2010):

- definování cílů a záměrů činnosti v oblasti řízení rizik,
- definování odpovědnosti,
- vymezení rozsahu aktivit rizikového řízení,
- definování vztahů mezi konkrétním projektem, procesem nebo činnostmi a dalšími projekty, procesy nebo činnostmi organizace,
- stanovení metod posuzování rizik,
- definující způsob, ocenění výkonnosti systému rizikového managementu.

Závažným na etapě stanovení kontextu je určení kritérií, která mají být použita k hodnocení významnosti rizika. Tato kritéria musí být určena na začátku každého procesu a při stanovování je nutné brát v úvahu:

- jak bude definovaná pravděpodobnost,
- názory zainteresovaných stran,
- úroveň přijatelnosti rizika,
- povahu a typy příčin a následků a jak je lze měřit.

Výstupem fáze stanovení kontextu by měl být plán rizikového managementu zahrnující metodologii, odpovědnosti, kategorie rizik, definice jejich pravděpodobnosti a intenzity dopadu, názory stakeholderů apod.

1.3.3 Identifikace rizik

Identifikace rizika je důležitým krokem rizikového managementu, jedná se o iterativní proces definování a dokumentace rizik ohrožujících projektovou činnost.

Mezi klíčové cíle identifikace rizik patří sestavení nejpřesnějšího souboru rizikových faktorů, jejich vývoj, kategorizace a dokumentace.

Funkce identifikace rizik by měla být výslovně obsažena v řadě projektových dokumentů (National Research Council, 2005):

- Prohlášení o práci (Statement Of Work) – rozšířený popis rozsahu projektu.
- Hierarchická struktura činnosti (WBS) – rozklad projektu na jednotlivé dílčí procesy nebo pracovní balíky.
- Rozpočet.
- Harmonogram.
- Plány finanční, provedení, nákupu apod.

Dalšími zdroji pro identifikaci jsou průzkumy a posudky odborníků, informace od účastníků výstavby, informace o specifických okolnostech, provedené audity, poznatky a zkušenosti z předchozích projektů. Na analýze rizik se podílí projektový tým, management, zákazníci, auditori, odborníci a stakeholderi.

Proces identifikace zaměřený na hledání následující otázky (Fotr & Hnilica, 2014):

Jaké faktory můžou projekt ohrožovat? Co bychom mohli udělat, abychom snížili jejich účinnost?

Co může být zdrojem benefitu?

Kde, kdy a jak se rizika vyskytují?

Co se může vyvíjet odlišně od našich očekávání?

Rozložení projektu na menší složky může sloužit k lepší identifikaci nebezpečí. Existuje také celá řada metod, které jsou používány pro identifikaci rizik projektu. Mezi nejpopulárnější nástroje a techniky patří například: expertní hodnocení, strategická

analýza (SWOT, PEST apod.), kognitivní mapy, brainstorming, metoda Delphi, diagramy příčin a následků, influenční diagramy apod.

Brainstorming je velmi používaná technika skupinového generování nápadů na konkrétní téma. V našem případě se jedná o generování možných rizik a jejich scénářů.

Metoda Delphi, podobná brainstormingu, je skupinovou technikou zaměřenou na dosažení konsenzu expertů na konkrétní téma. V této metodě se pro analýzu používá soubor otázek rozesílaný v několika kolech. Jednotlivec nebo řídicí komise nejprve posílají dotazník k vyplnění, pak jsou odpovědi shrnuty a odeslány zpět pro další komentáře, dokud nedojde ke shodě.

Strategická analýza zaměřená na zjištění interních a externích faktorů, které mají vliv na výstup projektu. Jedná se o charakteristiku silných a slabých stránek podniku, označení politických, ekonomických a sociálních faktorů, které mohou působit na projekt. V rámci identifikace rizik se lze zaměřit na slabé stránky a vnější vlivy.

Expertní hodnocení je chápáno jako odborný posudek zkušeného pracovníka. Podstatou je posouzení rizik z hledisek pravděpodobnosti jejich výskytu a intenzity vlivu na výsledky projektu (Fotr & Souček, 2005).

Výstupem fáze identifikace jsou doplňující podklady k projektu, zpracovaný seznam identifikovaných rizik a případné scénáře jejich ošetření.

1.3.4 Analýza rizik

Jak již bylo uvedeno v úvodu k této kapitole, pochopení rizikového managementu a analýzy rizik se liší. Na jedné straně je analýza rizik označovaná jako samotný proces obsahující všechny dříve uvedené fáze, na druhé straně je chápána jako část nebo fáze řízení rizik. V souladu s normou ISO 31000 analýza se zaměřuje na kvalitativní a kvantitativní hodnocení možných hrozeb a nebezpečí.

Analýza rizik a výsledky hodnocení rizik jsou schopny:

- dát návod vedení firmy, jak postupovat,
- jak určit priority zvládání rizika,
- poskytnout návod na možná opatření vedoucí k zamezení jejich výskytu.

Analýza rizik je nejpokročilejší fází řízení rizik. Existuje mnoho zavedených forem analýzy rizik, od analýzy pravděpodobnosti až po analýzu Monte Carlo. Etapa analýzy navazuje na předchozí kroky a má vymezit, jak a v jakém rozměru mohou nalezená rizika ovlivnit projekt, vymezit prioritní nebezpečí pro další ošetření. Zkoumají se příčiny a pozitivní nebo negativní následky rizikových událostí. Cílem je hodnocení nebezpečí, jejich vztahu a intenzity dopadu na projektové činnosti (Korecký & Trkovský, 2011).

Klíčovými zdroji pro analýzu jsou: projektová dokumentace a podklady k dokumentaci, plán rizikového managementu, výsledky odborných diskuzí a expertních hodnocení, seznam identifikovaných nebezpečí apod.

Detailizace této fáze závisí na konkrétním projektu, dostupnosti informací, získaných datech. Výstupy analýzy jsou následující:

- aktualizace seznamu rizik,
- seskupení možných hrozeb a nebezpečí dle jejich kategorií (podle intenzity dopadu, podle priorit, podle procesů apod.),
- kvalitativní, kvalitativní nebo smíšená evaluace rizik (matice, simulace atd.),
- pravděpodobnostní analýza dosažení projektových cílů apod.

Kvalitativní analýza rizik je jedním ze způsobů určení významu konkrétních rizik a návodů, jak tato rizika minimalizovat a na ně reagovat. Kvalitativní metody analýzy jsou takové metody, při kterých je hodnocení dopadů rizikových událostí na projekt vyjádřeno bodově (např. 0–10), určením pravděpodobnosti (0;1) nebo slovně. Používají se v případě, kdy rizika nelze vyjádřit v číselných jednotkách.

Kvantitativní analýza se vztahuje na analýzu, která má za cíl pochopit a předvídat události pomocí matematických a statistických výpočtů, modelování, simulací a výzkumů. Klíčovým cílem je reprezentovat realitu v nějakých číselných hodnotách. Například dopad rizikových událostí může být vyjádřen v peněžních jednotkách, což zjednodušuje rozhodování ve fázi ošetření rizik a poskytuje lepší přehled o tom, kterým nebezpečím je nutno dát přednost. Kvalita této analýzy záleží na relevantních datech a schopnosti sestavit matematicko-logický model, který nejlépe odpovídá realitě. Je jasné, že kvantitativní analýza je spojená s vyššími náklady, nutností odborného týmu a je časově náročnou akcí (Smejkal & Rajs, 2013).

Smíšená analýza spočívá v tom, že identifikovaná rizika jsou oceněna nejprve kvalitativně. Cílem je upřednostnění kritických nebezpečí a jejich následná kvantitativní analýza. Vzhledem k tomu, že se při rozhodování nebo analýze rizik nejedná o stoprocentně jednoznačný způsob se riziku vyhnout, a s ohledem na to, že časově a finančně náročné matematické propočty negarantují zachránění, dá se kombinací těchto dvou metod ušetřit čas a soustředit se na opravdu důležitá nebezpečí.

Kromě těch uvedených v subkapitole o identifikaci metod existuje mnoho dalších způsobů a technik, kterými můžeme rizika posuzovat. Mezi nejpopulárnější patří:

1. Předběžná analýza rizik (Preliminary Hazard Analysis) – spočívá ve zpracování primárních nebezpečí projektu. Je častým podkladem pro detailní analýzy. Pro každé nebezpečí se bere v úvahu relativní početnost a následky jsou identifikovány jako potenciální havárie. Sepíše se seznam zdrojů a nebezpečné situace se seřadí

v závislosti na míře rizika. Hledají se souvislosti mezi událostmi, kladou se dotazy a klasifikují se činitelé vedoucí k hazardu. Dále se klasifikují nehody a nouzové stavy, chyby v systému a nakonec se rozhodne o protiopatření.

2. Co když? (What If?) – jedna se o brainstorming potenciálních událostí, definují se kritická místa systému.
3. Analýza chyb a efektů (Failure Modes and Effects analysis) – princip této metody je založen na kvantifikaci častosti poruch, jejich závažnosti a snadnosti jejich detekce. Na začátku se provádí soupis možných problémových situací, které mohou nastat, pak se hledají následky problémů a způsoby řešení. Poté jsou následky (severity), příčiny (occurence) a protiopatření (detection) ohodnoceny koeficientem 0 až 10. Následně se vynásobením třech koeficientů vypočítá „číslo priority rizika“ (Risk Priority Number), které ukazuje velikost rizika, a na základě takového upřednostnění se navrhuje řešení.
4. Analýza stromu poruch (Fault Tree Analysis) – analýza stromu poruchových stavů, vyhodnocuje pravděpodobné selhání systému a s tím související preventivní opatření.
5. Analýza stromu událostí (Event Tree analysis) – zobrazuje veškeré události, které mohou nastat. Strom událostí ukazuje sekvence událostí, které mohou být jak úspěšné, tak i vést k selhání jednotlivých složek systému.
6. Multikriteriální analýza – spočívá ve výběru varianty na základě velkého počtu kritérií. Hlavním cílem je transparentní a přesné ohodnocení jednotlivých rizik, pravděpodobnosti jejich výskytu a velikosti dopadu.
7. Matice hodnocení rizik – umožňuje hodnotit rizika z hlediska jejich pravděpodobnosti a dopadu. Prostřednictvím tohoto hodnocení jsme schopni určit závažnost konkrétního rizika (Shuttleworth, 2017).
8. Simulace Monte Carlo – generování velkého počtu scénářů a propočet zvoleného kritéria pro každý z nich. Simulace metodou Monte Carlo je velmi populární metoda hodnocení rizik, může být použita k analýze téměř jakéhokoli problému jak ve vědě, tak v podnikání. Její popularita je způsobena vývojem výpočetní techniky, využíváním statistických metod a také nízkou závislostí na lidském faktoru. Výsledky jsou vypočteny na základě opakovaných náhodných vzorků a statistické analýzy.

Výsledkem analýzy rizik je seznam vhodných rizik spojených s podrobnou analýzou pravděpodobnosti výskytu a dopadu události na projekt.

1.3.5 Ocenění rizika

Cílem etapy ocenění rizik je podpořit proces rozhodování o tom, která rizika potřebují ošetření a která z nich musí být upřednostněna.

Hodnocení rizik spočívá v porovnání úrovně rizika zjištěné během procesu analýzy s kritérii rizik zjištěných ve fázi stanovení kontextu. Na základě tohoto srovnání lze vyčlenit rizika neakceptovatelná, akceptovatelná a zanedbatelná.

Rozhodnutí by mělo brát v úvahu širší kontext rizika a mělo by zahrnovat posouzení tolerance rizik nesených jinými stranami. Rozhodnutí by měla být učiněna v souladu s právními, regulačními a dalšími požadavky.

Za určitých okolností může hodnocení rizika vést k rozhodnutí provést další analýzu nebo k rozhodnutí řídit riziko jiným způsobem než zachováním stávajících kontrol. Rozhodnutí je vždy ovlivněno postojem organizace k riziku a rizikovými kritérii, které byly stanoveny.

1.3.6 Ošetření

V této se připravuje postup ošetření rizik projektu a činnosti potřebné k jejich realizaci. Jedná se o proces aplikace jednotlivých opatření s cílem snížit dopad nepříznivé události. Ve většině případů ošetření zahrnuje cyklický proces implementaci opatření a následujícího hodnocení, zda riziko je na akceptovatelné úrovni.

Nejčastěji mluvíme o následujících možnostech ošetření rizika (ISO 31000, 2010):

1. Akceptace rizika.
2. Odstranění zdroje rizika.
3. Přenesení rizika na jiný subjekt.
4. Sdílení rizika.
5. Omezení rizika.
6. atd.

Dle PMI (c2008) se strategie rizikových opatření dělí na strategie ošetření negativních a pozitivních rizik:

1. Ošetření negativních rizik:
 - Vyhýbání se (Avoid) – vyhnout se rizikům ukončením obchodních aktivit, uzavřením projektů atd. Usiluje o snížení pravděpodobnosti jevu (rizikové události) na nulu.
 - Převod (Transfer) – nic jiného než přenesení rizika na další subjekt. V praxi se setkáváme buď s transferem rizika na pojišťovnu, jedná-li se o pojistitelné riziko, nebo se zárukou, když rizika nejsou pojistitelná. Jiným příkladem přenosu rizika může být sdílení kontroly nad podnikem.

- Zmírnění (Mitigate) – zmírnění rizika znamená implementaci jednotlivých opatření zaměřených na snížení příčin nebo následků jednotlivých nebezpečí a hrozeb. Cílem této strategie je dostat riziko na akceptovatelnou úroveň. Nejčastěji se strategie zmírnění týká řízení bezpečnosti, například požární ochrany nebo inspekce bezpečnosti.
- Přijetí (Accept) – znamená, že riziko přijímáme, neprovádí se žádné opatření, např. kdy náklady na rizikové ošetření převyšují rizikovou ztrátu, dojde-li k jejich uskutečnění.

2. Ošetření pozitivních příležitostí (Hillson, 2011):

- Využívání (Exploit) – tato strategie usiluje o eliminaci nejistoty spojené s konkrétní událostí. Oproti strategii vyhýbání se jedná o zajištění toho, že událost určitě nastane. Příklad: předpokládaná délka stavebního projektu je 6 měsíců a firma ví, že za 5 měsíců jiný klient bude potřebovat učinit podobný. Dojde-li k ukončení dříve, než se předpokládalo, je možnost přihlásit se na nový projekt.
- Sdílení (Share) – jedná se o přenos rizika na třetí stranu, v případě stavebního projektu na jiného účastníka, který je schopný zvládnout z hlediska maximalizace či minimalizace pravděpodobnosti výskytu a dopadu uskutečnění příležitostí.
- Zvýšení (Enhance) – činnosti povyšující pravděpodobnosti vzniku události, maximalizace „výsledku“ události, pokud nastane.

Výše uvedené strategie\možnosti ošetření jsou obvykle implementované v kombinaci. Vzhledem k tomu, že s projektem je spojeno velké množství hrozeb, které v různé míře působí na projekt, je vhodné jednotlivá rizika řídit různě, aby se uniklo nadbytečným nákladům a rozptýlení pozornosti.

Strategie ošetření by měla jasně určit prioritní pořadí, v němž by jednotlivé rizikové procedury měly být prováděny.

Tato fáze také přináší do projektů určitá rizika, například riziko neefektivnosti nebo selhání jednotlivého opatření. Můžou se objevit i další rizika, jež je potřeba ocenit a ošetřit.

Hlavním výsledkem těchto fází je plán ošetření rizik. Jeho účelem je shromáždění informací o tom, jak jednotlivá opatření budou implementována. Plán obsahuje:

- popis jednotlivých preventivních postupů,
- rozdělené odpovědnosti mezi členy rizikového týmu,
- požadavky na zdroje,
- ukazatelé výkonnosti (přijatelnosti rizika),
- časový horizont provedení protirizikových aktivit.

Dalšími výstupy fáze ošetření rizik jsou:

- vlastní provedení preventivních akcí,
- zpřesnění plánu projektu,
- aktualizace seznamu rizik,
- aktualizace projektových plánů,
- aktualizace projektové dokumentace.

1.3.7 Monitorování a přezkoumání

Monitorování a přezkoumání je poslední fází procesu rizikového managementu, která zahrnuje pravidelné kontroly a probíhá na všech úrovních tohoto procesu. Významnost monitorování spočívá v tom, že přezkoumávání rizik umožňuje:

- zajistit účelovost a efektivnost kontrol,
- systematicky aktualizovat projektová data a analyzovat trendy, změny v procesech a prostředí, sledovat úspěchy a chyby,
- identifikovat nová potenciální rizika nebo změny v kontextu rizik identifikovaných.

Jednoduše řečeno, jedná se o proces, který systematicky sleduje zjištěná rizika, zjišťuje nová rizika, účinně řídí rezervu pro nepředvídané výdaje a shromažďuje získané zkušenosti pro budoucí řízení rizik a alokaci prostředků.

Nejpopulárnějšími nástroji jsou:

- audity – jedná se o hodnocení postupů řízení rizik, jejich účinnosti a návrhy ke zlepšení,
- přehodnocení rizik – pravidelné zkoumání rizik, jedná se jak o nalezení nových hrozeb, tak i o revaluaci již identifikovaných, snaží se aktualizovat potenciální nebezpečí nejlépe odpovídající aktuálnímu stavu,
- analýza trendů,
- tvorba rezerv.

Výstupem fáze závěrečného vyhodnocení je aktualizovaná projektová dokumentace, hodnocení projektového managementu a projektové podklady.

1.3.8 Závěr k rizikovému managementu

Je zřejmé, že analýza a řízení rizik je velmi důležitou disciplínou v rámci projektového managementu. Uplatnění výše uvedených postupů umožňuje nejen vyhýbat se potenciálním nebezpečím a hrozbám, ale také prohloubit pochopení projektu jako takového a vidět celý obraz podniku. Rovněž dostupnost formálního systému řízení rizik poskytuje možnost identifikovat a klasifikovat rizika, soustředit se na hlavní hrozby, snížit potenciální dopady rizikových událostí, identifikovat příležitosti pro zvýšení projektových výsledků.

1.4 Analýza cenových rizik a rizik rozvrhu

Jak již bylo zmíněno, mezi základní projektová rizika patří rizika spojená s náklady a časovým horizontem projektu. Tato kapitola se věnuje analýze cenových rizik a rizik rozvrhu. Hlavním cílem je poskytnout stručný přehled analýzy rizik projektu. Kromě toho autor uvádí různé přístupy a techniky používané pro vedení výzkumu rizik, jejich výhody a nevýhody, specifické softwarové řešení pro tento druh analýzy.

Analýza rizik otevírá diskusi o faktorech, které mohou ovlivnit konečné náklady na projekt. Důvodem provedení analýzy projektových rizik je to, že projekty často překračují předpokládaný rozpočet a předpokládané termíny projektu, kromě účastníků projektu často nedokáží správně rozpoznat svou rizikovou expozici. Vznikají logické otázky:

Proč projekty překračují stanovené předem odhady?

Proč nemůžeme rozpoznat rizikovou expozici?

Na to existuje několik odpovědí. Základní příčinou je přítomnost lidského faktoru. Člověk, i když se snaží, se v mnoha případech nechová racionálně a mnohdy podceňuje nezávislost svých myšlenek na okolí. Když se jedná o jakékoli rozhodování, lze připomenout i různá kognitivní zkreslení, která odchýlí naše vnímání reality. Jednoduchým příkladem zkreslení, který se vyskytuje ve všech lidských činnostech, je tzv. léčka optimismu. Jedná se o posouzení budoucích událostí z optimistického hlediska. V případě projektového managementu se často předpokládá, že projekt půjde hladce bez jakýchkoli problémů, následkem máme podhodnocení nákladů a kritických bodů, které by v jiném případě byly zajištěny. Samozřejmě má na nepřesnost odhadů mimo chyb v myšlení vliv mnoho dalších faktorů. Organizace se vždy nachází pod tlakem ze strany konkurentů a vnějšího prostředí, například soutěž o veřejnou zakázku nutí firmu ke snížení nabídkové ceny, aby projekt vůbec prodala. Rizikově averzní akcionáři můžou zkrátit projektový rozpočet nebo z projektu odejít. Dalšími překážkami jsou firemní kultura, vlastní postoj k rizikům, nedostatek zkušeností, nedostatek informovanosti a mnoho dalších. Nicméně, jasně vymezený a pečlivě provedený proces analýzy rizik je schopen eliminovat většinu nesprávností při analýze rizik.

1.4.1 Analýza rizik časového plánu projektu

Analýza rizik časového plánu projektu je soubor metod pro zjištění citlivosti jednotlivých projektových aktivit na potenciální nebezpečí a hrozby, které mohou mít vliv na předpokládaný harmonogram projektu. Cílem každé analýzy plánu je stanovení intervalu spolehlivosti, že projekt bude splněn k určitému datu. Zřejmým přínosem analýzy harmonogramu je přesnější plán programu. Proces rizikové analýzy plánu

určuje události a cesty s vysokým rizikem a poskytuje důležité informace o tom, jaké plány ošetření mohou být použity, jestliže dojde k těmto rizikovým událostem.

První kvantitativní metodou pro zkoumání harmonogramu byl Ganttův diagram, který ilustruje posloupnost a trvání projektových aktivit. Na vertikální ose se nachází seznam jednotlivých projektových aktivit, na horizontální čas. Díky diagramu lze snadno zjistit aktuální stav jakékoli projektové aktivity. Nicméně diagram má svá omezení. Je těžko aplikovatelný ve velkých projektech a není úplně vhodný pro ilustrace vzájemných vztahu mezi aktivitami.

Obrázek 3: Ganttův diagram



Zdroj: [12]

Dalšími nástroji jsou metoda kritické cesty (Critical Path Method) a metoda PERT (Program Evaluation Review Technique). Jedná se o formy síťové analýzy, které slouží v projektovém managementu k odhadu doby trvání projektových činností. CPM je algoritmus používaný pro plánování, koordinaci a kontrolu projektových aktivit, u nichž se předpokládá, že doba trvání činnosti je jistá. CPM se používá pro výpočet kritické cesty – nejdelší sekvenci projektových činností, které musí být splněné včas, aby byl dokončen celý projekt. Následující aktivita na kritické cestě se vždy začíná po dokončení aktivity předcházející, zpoždění jakékoli položky vyvolá zpoždění projektu jako celku. CPM se skládá z 6 kroků:

1. Identifikace projektových aktivit ve formě strukturovaného rozvrhu (work breakdown structure).
2. Vytváření sekvence činností.
3. Sestavení síťového diagramu.
4. Odhad času dokončení aktivity.
5. Určení kritické cesty.
6. Úprava kritické cesty.

Metoda PERT používá podobný diagram projektových úkolů uspořádaných do sítě. PERT předpokládá, že doba trvání konkrétní činnosti není určena jednoznačně. Metoda PERT zahrnuje v sobě spojené s projektem nejistoty, protože doba trvání jakékoli

aktivita je chápána jako náhodná proměnná s určitým pravděpodobnostním rozdělením. Rozdělení obsahuje tři odhady:

- optimistický,
- pesimistický,
- realistický nejpravděpodobnější.

PERT používá čas jako proměnnou. V této metodě je především projekt rozdělen na aktivity a události. Poté se zjistí správná sekvence a vytvoří se síť. Poté se vypočte čas potřebný pro splnění každé činnosti a určí se kritická cesta. Hlavní odlišnost spočívá v tom, že se v metodě kritické cesty nezohledňuje časový rozptyl. Využívají se konkrétní odhady doby dokončení a tyto časy se v realitě mění.

Nakonec pro řešení úloh spojených s odhadem doby trvání projektů v dnešní době může být využita simulace Monte Carlo v kombinaci s výše uvedenými metodami. Metoda Monte Carlo používá iterativní proces spouštění projektového harmonogramu ve formě CPM. Každá iterace používá trvání aktivit, náhodně generovaných z odhadů pro výpočet termínů a kritických cest projektu. Pak se vygeneruje řada iteračních plánovacích cyklů atd. Statistiky jsou pak generovány pro výskyt určitých dat a událostí.

Hlavní výhodou metody Monte Carlo je to, že odhadovaný konečný termín dokončení projektu a další významné milníky představují spíše rozdělení pravděpodobnosti než jednorázové odhady. Jinými slovy, představení odhadu ve formě konkrétního intervalu poskytuje možnost vytvoření realističtějších závěrů.

Metoda umožňuje generovat větší počet scénářů z omezených dat. Navíc poskytuje příležitost hlubšího pochopení jakéhokoli procesu.

1.4.2 Analýza cenových rizik

Cíl analýzy cenových rizik spočívá v zkoumání rizika projektu a definice vlivu projektových rizik na náklady projektu. Provádění analýzy začíná v přípravné fázi projektu a pokračuje v průběhu realizace projektu.

Základními cíli analýzy cenových rizik je zjistit, jaká je pravděpodobnost ukončení projektu v rámci odhadnutého rozpočtu a vymezit kritická nebezpečí tak, aby bylo možné vypracovat strategie jejich ošetření. Klíčovým zdrojem pro zpracování nákladové analýzy je strukturovaný rozvrh projektových činností, který, jak již bylo uvedeno, popisuje jednotlivé projektové aktivity. V případě stavební zakázky se může jednat například o zpracování stavební dokumentace, architektonické studie, inženýrské a technické činnosti. Pak se ke každému procesu přidělují jednotlivé náklady a jejich pravděpodobné hodnoty. Je zřejmé, že kvalita analýzy závisí na kvalitě použitých dat. Příprava dat je v každém projektu časově náročnou a současně nejdůležitější etapou, protože bez relevantních údajů se ztrácí smysl jakéhokoli prognózovacího nebo analytického procesu.

Informace o rizicích se sbírají pomocí rozhovoru s experty, kteří mají přehled o projektové činnosti. Nicméně je nutné nezapomenout, že existuje řada faktorů, které komplikují proces přípravy údajů pro další analýzu. Komplikace mohou být vyvolány jak kognitivními zkresleními a nedostatkem zkušeností, tak tlakem ze strany organizace.

David Hulett (2011) rozlišuje dva přístupy k analýze nákladových rizik. Jako první je uvedený takzvaný „tradiční“. Základním principem tohoto přístupu je tříbodový odhad nákladů pro každý prvek projektu, který by měl obsahovat minimálně:

1. optimistický odhad nebo pravděpodobnost nejnižších nákladů – v podstatě se jedná o nejnižší ceně projektového prvku,
2. pesimistický odhad (nejvyšší možné náklady) – maximální cena, které nabývá projektový prvek v případě uskutečnění rizikové události,
3. realistický odhad – nejvíce pravděpodobné náklady na projektovou činnost/prvek.

Jak již bylo zmíněno výše, získání podobných dat probíhá pomocí expertního hodnocení a výsledné informace jsou představeny ve formě tabulky.

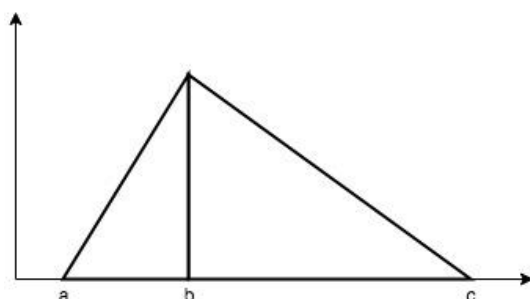
Tabulka 1: Odhady projektových prvků

Projektové prvky	Optimistický odhad	Realistický odhad	Pesimistický odhad
Prvek 1	30	50	120
Prvek 2	160	190	240

Zdroj: vlastní interpretace Hulett (2010)

Pak jsou tyto informace představeny ve formě pravděpodobnostního rozdělení. Nejčastějším a nejpoužívanějším je trojúhelníkové rozdělení, které je znázorněno na obrázku níže.

Obrázek 4: Trojúhelníkové rozdělení

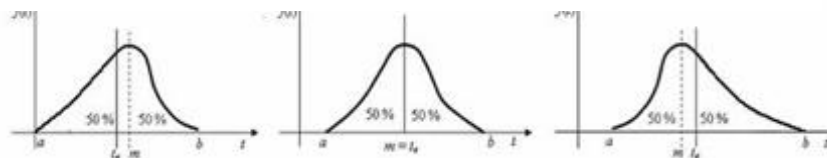


Zdroj: vlastní zpracování autora

Body a, b, c odpovídají minimální, reálné a maximální hodnotě. Tento typ rozdělení je častou volbou pro analýzu rizik, protože třibodové odhady můžou být snadno získané pomocí expertního hodnocení.

Dalším typem distribuce, která může být použita k identifikaci rizik v projektových a nákladových modelech, je Beta nebo BetaPERT rozdělení.

Obrázek 5: Beta rozdělení



Zdroj: [41]

Momenty beta rozdělení se vypočítávají na základě odhadů očekávaného času, nákladů nebo jiných proměnných. Minimálně je nutné odhadnout minimální a maximální hodnotu. Stejně jako trojúhelníkové rozložení, distribuce PERT zdůrazňuje „nejpravděpodobnější“ hodnotu. Nicméně na rozdíl od trojúhelníkového rozdělení konstrukce PERT vytváří hladkou křivku, která klade větší důraz na hodnoty kolem

nejpravděpodobnější. V praxi to znamená, že důvěřujeme odhadu nejpravděpodobnější hodnoty a věříme, i když to není přesné, že výsledná hodnota se bude blížit tomuto odhadu.

Zkoumání pravděpodobnostního rozdělení projektových nákladů se realizuje převážně pomocí statistických metod. Často se hovoří o použití metody Monte Carlo, která má mnoho aplikací v přírodních vědách, financích, matematice a programování. V rámci projektového managementu se nedá mluvit o popularitě dané metody,

Hlavním omezením tradičních modelů hodnocení projektových rizik je to, že jejich záměrem je predikce nákladů a doby trvání projektu, rizika v takových modelech jsou představena buď jako nejistota spojená s náklady, nebo určitá přírážka k délce činnosti a případně i k ceně. Nezkoumá se dopad a pravděpodobnost jednotlivých hrozeb. Tradiční analýza pomáhá změřit citlivost jednotlivých rizikových položek k riziku, ale klíčová rizika nejsou identifikována. Z neschopnosti analýzy určit klíčová rizika, která zvyšují náklady a prodlužují doby projektové činnosti, vyplývá neschopnost stanovit prioritní nebezpečí pro následující fáze ošetření rizik. Překonat tyto omezení může integrovaná analýza cenových rizik a rizik harmonogramu se zaměřením na rizikové faktory (Hulett, 2010).

1.4.3 Integrovaná analýza cenových rizik a rizik rozvrhu

I když výše uvedené analýzy jsou samy o sobě efektivním nástrojem v řízení projektových rizik, existují určitá omezení. Hlavní nevýhoda spočívá v jejich nepropojenosti, zatímco náklady a doba trvání jsou vzájemně závislé projektové proměnné. Dalšími nedostatky jsou:

- Není úplně jasné, jaké riziko ovlivňuje konkrétní činnost, následkem čehož je neschopnost identifikovat kritická nebezpečí a vypracovat pro ně plán ošetření.
- Seznam rizik vypracovaný během fáze identifikace rizik je zanedbaný.
- Tradiční způsoby analýzy rizik zaměřené na zkoumání jednotlivých projektových položek, ne rizik s nimi spojených.
- Nejsou odhadovány pravděpodobnosti rizik.

Překročit omezenost tradičních způsobů rizikové analýzy může integrovaná analýza nákladů a termínů s využitím metody *Risk Driver*, která klade důraz právě na rizika, ne na projektové položky.

Základním zdrojem informace tady je seznam rizik vypracovaný ve fázi identifikaci. Pomocí tohoto seznamu se identifikují klíčové hrozby, kterým čelí projekt. Na základě informace o rizicích projektoví odborníky odhadují pravděpodobnost vzniku rizikové události a dopad rizikových události na termíny a náklady.

Tabulka 2: Hodnocení projektových rizik

Riziko	Pravděpod.	Dopad na čas			Dopad na náklady		
		Min	RL	Max	Min	RL	Max
Riziko 1	100 %	0,9	1,1	1,2	0,95	1	1,35
Riziko 2	80 %	0,95	1,1	1,25	0,8	1,2	1,5
Riziko 3	100 %	0,8	1,1	1,3	0,91	1,1	1,3

Zdroj: vlastní interpretace Hulett (2010)

Následujícím krokem je přidělení rizik ke každému projektovému prvku. Pokud na aktivitu působí více než jedno riziko, jejich procentuální hodnoty jsou vynásobené.

Tabulka 3: Přirážení projektových rizik jednotlivým prvkům

Riziko	Přidělení rizika jednotlivým prvkům		
	Prvek 1	Prvek 2	Prvek 3
Riziko 1	x		x
Riziko 2		x	x
Riziko 3	x		

Zdroj: vlastní interpretace Hulett (2010)

Důležitým podkladem pro integrovanou analýzu by měl sloužit kvalitně zpracovaný harmonogram projektu se zdroji s ním spojenými. Náklady na zdroje se obvykle dělí na časově závislé a časově nezávislé. Takové rozdělení zdrojů dovoluje hlouběji analyzovat vlivy časových změn na projektové výdaje. Může se ale stát, že zpracování detailního plánu bez odpovědného softwarového řešení bude velmi komplikovaným úkolem i pro zkušeného projektového manažera. Zmíněná komplikovanost neznamena neproveditelnou analýzu, ale vyžaduje určité modifikace samotného postupu a pak i modelu analýzy.

Nadcházejícím krokem je simulace vlivu rizikových faktorů na doby trvání činností a projektové náklady. Výstupy simulace můžou mít podoby odhadnutých termínů trvání projektu, odhadnutého finálního data, odhadu očekávané ceny, odhadu

dodatečných nákladů nebo odhadu dodatečných dnů. Výše uvedené výsledky záleží na požadavcích analytiků a dostupných údajích. Simulace také dovoluje provedení citlivostní analýzy projektového plánu nebo nákladů na jednotlivé rizikové položky v podobě tornádo grafu, který pomáhá upřednostňovat rizikové události.

1.4.4 Závěr k analýze časových a cenových rizik

Je zřejmé, že zkoumání vlivu rizikových faktorů na cenu a čas poskytuje účastníkům jakéhokoli projektu možnost identifikovat a eliminovat potenciální hrozby, které můžou mít dopad na úspěch nebo neúspěch projektu.

Výhoda podobné analýzy spočívá v kvantitativním ohodnocení nejistot, což by mělo ukázat alespoň prioritní nebezpečí, které je nutné odstranit, minimalizovat nebo diverzifikovat.

Nevýhodou je však vysoká komplikovanost analýzy a omezený přístup ke konkrétním analytickým prostředkům. Ne každá firma je schopná sehnat všechna potřebná softwarová řešení pro zkoumání rizik. Jinými slovy je omezenost rizikové analýzy spojena nejen s občas těžko kvantifikovatelnými vstupy, ale také s omezenými analytickými instrumenty. Proto je občas nutné modifikovat určité postupy podle realistických podmínek a brát v úvahu dostupnost konkrétních nástrojů.

V této práci autor využívá vlastní kombinace tradiční analýzy projektových rizik, odhady časových a nákladových rizik budou však propojené s rizikovým seznamem.

2 Praktická část

V praktické části práce autor aplikuje postupy analýzy cenových a časových rizik na konkrétní stavební projekt firmy GC Engineers.

Údaje použité pro tuto práci jsou založené na rozhovorech s firemními odborníky a na dostupné projektové dokumentaci.

2.1 Charakteristika odvětví stavebnictví

Stavebnictví patří mezi významná odvětví českého průmyslu. Stavební práce stimulují HDP a vytvářejí základ pro budoucí ekonomický růst. Stavebnictví je významným indikátorem celkového stavu hospodářství a jeho dalšího vývoje.

V roce 2017 stavební produkce meziročně vzrostla o 2,1 %. Rok 2017 měl ve srovnání s předchozím rokem růst produkce pozemního stavitelství o 5,0 % a inženýrské stavitelství zaznamenalo meziroční pokles o 5,7 %.

Dle Svazu podnikatelů ve stavebnictví v ČR v porovnání s indexy stavební produkce jiných zemí Evropské unie byl stavební sektor ČR v roce 2017 pod průměrem. Letos dochází k pomalému růstu stavebnictví. V České republice oblast pozemního stavitelství jde před průměrem Evropské unie, s výjimkou Polska. Oblast inženýrského stavitelství v České republice zaostává za ostatními členy Evropské Unie. Co se týče prognóz na letošní rok, podle názoru analytika České Spořitelny Petra Zahradníka, se v roce 2018 očekává růst stavební produkce o 4 %.

2.2 Představení společnosti

GC Engineers s.r.o. nabízí komplexní řízení investičních stavebních projektů od počáteční fáze projektu až pro zahájení provozu. V rámci projektu se firma zabývá projektovým a stavebním managementem, zajišťuje koordinaci všech činností, zpracovává projektové dokumentace včetně zajištění nutných povolení, poskytuje cenový management, řízení kvality pro zajištění stavebních prací a koordinaci bezpečnosti práce pro zajištění bezpečných stavebních projektů.

V rámci projektového managementu firma nabízí:

- zpracování standardů zákazníka,
- zpracování dodávek stavební a technologické části, dodávek klienta a jiných subjektů stavebních částí, dodavatelů atd.,
- řízení a kontrolu zpracování dokumentace,
- zpracování zadávacího balíčku tendru včetně návrhu smlouvy o dílo a obchodního modelu,

- příprava a kontrola zadávací dokumentace pro výběrové řízení na generálního dodavatele,
- organizace předávání a přejímání dokumentace a staveniště,
- řízení realizace projektu,
- řízení realizace projektu v souladu s harmonogramem,
- uzavření projektu, předání díla zpět investorovi včetně předávacích protokolů,
- organizace kontrolních dnů včetně celkové administrace projektu.

Mezi hlavní činnosti stavebního řízení společnosti patří:

- řízení zpracování projektové dokumentace,
- zpracování rozhraní dodávek stavební a technologické části, dodavatelů klienta,
- příprava smluvních dokumentů,
- kompletní organizace a vyhodnocení výběrových řízení na jednotlivé dodavatele,
- zpracování a sledování stavebního harmonogramu,
- řízení vztahu s dodavateli,
- vypracování seznamu dokladové části dokumentace ke kolaudaci,
- organizace kontrolních dnů,
- technická, časová a bezpečnostní koordinace s výrobními nebo jinými technologiemi klienta,
- uzavření projektu.

Cenový management představuje následující činnosti:

- zpracování cenového odhadu realizace projektů,
- kontrola projektové dokumentace z pohledu finální ceny díla,
- návrhy úspor v průběhu projektování,
- zajištění kontrolních cenových nabídek dodavatelů,
- kontrola a připomínky k cenovým nabídkám,
- návrh cenového modelu projektu s ohledem na ostatní faktory,
- návrh cenových ustanovení smlouvy o dílo,
- kontrola fakturace v průběhu realizace,
- příprava finálního vyúčtování stavby.

Inženýrská činnost společnosti GCE se skládá z:

- posouzení souladu záměru klienta s územním plánem, případné změny územního plánu,
- zpracování plánu a harmonogramu inženýrské činnosti,
- specifikace dodatečných požadavků klienta v průběhu územního a stavebního řízení,
- zajištění vydání stanovisek dotčených orgánů k územnímu řízení,
- zajištění vydání územního rozhodnutí,
- zajištění vydání stanovisek dotčených orgánů ke stavebnímu řízení,

- zajištění vydání stavebního a ostatních povolení,
- zajištění vydání kolaudačního souhlasu, zkušebního provozu či předčasného užívání.

V rámci technického dozoru se firma zabývá kontrolou dokumentace z hlediska faktických chyb, kontrolou souladu dokumentace a realizace s požadavky, souladem s normami, standardy a předpokládaným postupem výstavby, kontrolou technologických postupů při provádění výstavby, sledováním kontrolních plánů a kontrolou dokumentace skutečného provedení a dokladové části.

Nakonec koordinace bezpečnosti práce spočívá v:

- zpracování podrobného plánu BOZP,
- seznámení se s místními riziky,
- seznámení s plánem bezpečnosti a ochrany zdraví při práci,
- koordinace s techniky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci,
- zpracování měsíční zprávy a auditů,
- koordinace stavební části a výrobní technologie ve fázi projektu a realizace,
- kontrola dodržování čistoty a pořádku na staveništi.

2.3 Používá se ve společnosti řízení rizik?

Stavební podnik nemá vypracovaný žádný systém řízení rizik a také riziko neřídí. Při rozhodovacích procesech není využitý žádný systém rizikového managementu. V případě podniku se jedná o identifikaci nebezpečí na základě zkušeností a intuice odborníky, které nejsou úplné a určité.

Jiné fáze procesu řízení rizik chybí, a co se týká etapy ošetření rizika, zřizuje se z pojištění, tvorby rezerv v rámci rozpočtů a popřípadě sankčních opatření vůči druhé straně v rámci projektových smluv.

Cena projektu je odvozená z konkrétního projektového harmonogramu, dat z minulých projektů a také na základě stavebních standardů. Z toho často vyplývá, že cena projektu se může s časem měnit.

Harmonogram projektu většinou nese orientační charakter, vyplývá z historických dat, jsou-li k dispozici, zkušenosti z minulých projektů a individuálních uprav odborníků. Také se s časem mění.

2.4 Přínos aplikace analýzy rizik pro společnost

Jak již bylo uvedeno, firma ve svých projektech nepoužívá analýzu rizik a odhady cen a časových plánů jsou spíše doporučující než realistické. V tomto ohledu je hlavní výhodou této práce poskytnutí přesného nástroje pro posouzení délky projektu, jeho ceny a rizik spojených s projektovými aktivitami firmy. Podobná aplikace analytických

postupů představuje určitou konkurenční výhodu oproti jiným firmám. Nicméně očitost této výhody nelze popsat se stoprocentní jistotou.

Kromě toho lze tuto práci považovat za praktické použití simulačních metod při posuzování rizik ve stavebních a jiných projektech.

2.5 Postup práce

Postup práce zahrnuje následující kroky:

1. Uvedení důležitých pojmů o rozhodování za rizika a řízení projektových rizik.
2. Komplexní přehled literatury, která se týká řízení rizik ve stavebnictví, rozdělení rizik a významu těchto rizik.
3. Představení společnosti a stručné informace o stavebním sektoru ČR. Popis projektu.
4. Konzultace s vedením firmy ohledně definice důležitých rizikových parametrů.
5. Návrh dotazníku týkajícího se rozdělení rizik, významu a dopadů těchto rizik na stavební průmysl. Zaslání dotazníku e-mailem, osobní konzultace s firemními odborníky.
6. Shromáždění dat.
7. Analýza shromážděných údajů.
8. Shrnutí a prezentování výsledků z analyzovaných dat.
9. Závěr práce, diskuse.

2.6 Popis projektu

Předmětem projektu je zástavba pozemku č. 91/2 v k. ú. Boží Dar. Předpokládá se vybudování čtyř pronajímatelných apartmánů a nezbytného společného zázemí objektu. Čtyřikrát apartmá o užitkové ploše cca 70 m², navržené ve dvou podlažích – v přízemí vstup a obytná část s příslušenstvím, ve 2. podlaží ložnicová část se dvěma ložnicemi a s hygienickým zařízením; obě podlaží budou propojena vlastním interiérovým schodištěm. Obytná část bude obsahovat kuchyňský kout (minikuchyňka). U vstupu do apartmánu bude zřízen prostor na uskladnění lyží a sušení bot a svrchního oblečení. Každý apartmán bude mít samostatný vstup. Společné vybavení objektu: recepce, úklidová komora, šatna pro uklízečky, hygienické vybavení (WC, sprcha) – i pro recepční, kotelna, prádelna, sušárna, žehlárna, sklady ložního prádla.

Předpokládaná zastavěná plocha budovou: 250 m²

Počet nadzemních podlaží: 2 (zastřešení sedlovou střechou)

Kapacita objektu: 4× apartmán pro 4–6 osob

Celkový obestavěný prostor: 2 000 m³

Vzhledem k tomu, že fáze předinvestiční a fáze jednání s klientem již proběhla, harmonogram zakázky tvoří pouze fáze projektové dokumentace, pak fáze stavební a fáze ukončení stavby. Je nutné zmínit, že údaje týkající se této práce a konkrétně této stavby penzionu jsou zjednodušené pro účely dané práce. Pod zjednodušením projektového harmonogramu je myšleno vyjmenování jednotlivých stavebních činností bez jejich detailnějšího rozpisování. Také se nebude analyzovat pravděpodobnost ukončení projektu ke konkrétnímu datu, ale bude odhadnuta pravděpodobnost ukončení projektu ve dnech. Odhad ceny také probíhá simulací celkové ceny projektu s ohledem na rizika. Zdroje tady nejsou rozdělené na časově závislé a nezávislé, jedná se pouze o ceny jednotlivých činností, proto cenová a časová analýza je provedena zvlášť. Cílem je ukázat citlivost stavebního projektu na změny jednotlivých činností a pak navrhnout možné příčiny a opatření.

Pro toto rozhodnutí existuje několik důvodů. Za prvé, velké množství technických informací zabrání pochopení toho, co se děje. Navíc dodatečné technické detaily jsou obvykle užitečné pouze pro účastníky stavebního projektu. Za druhé, primárním cílem práce je analýza rizik souvisejících se stavebním projektem, ne stavba penzionu. Z tohoto důvodu bude postačující zjednodušený harmonogram projektů, avšak s odkazem na všechny nezbytné etapy. Za třetí, nemožnost použití určitých programů značně omezuje rozsah analýzy.

Projektová etapa zahrnuje v sobě řadu činností, bez nichž začátek stavby nemůže být uskutečněn. Klíčovými složkami fáze projektové dokumentace jsou:

Architektonická studie – je výchozí podklad pro plánování jakékoli stavební činnosti. Architektonická studie dokládá koncepční, materiálové, technologické, technické, dispoziční a provozní řešení stavby. Účelem je ujasnění záměrů a stavebního programu mezi klientem a architektem/inženýrem a ověření proveditelnosti stavebního programu ve zvoleném území. Vypracovává se standardně ve variantách:

Dokumentace pro územní řízení *„je dokumentace obsahující projekt dokládající základní řešení stavby z hlediska souladu s požadavky klienta a v souladu s územně plánovací dokumentací, popřípadě s územně plánovacími podklady, a s předchozími rozhodnutími o území; projekt musí vyhovovat podmínkám ochrany zdravých životních podmínek, ochrany přírodních a krajinných složek životního prostředí, zejména ochrany přírody a krajiny, ochrany zemědělského půdního fondu, pozemků určených k plnění funkcí lesa, vod, ovzduší, podmínkám ochrany kulturního bohatství, zejména památek, a obecným technickým požadavkům na výstavbu a obecným technickým požadavkům zabezpečujícím užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace, popřípadě speciálním předpisům stanovujícím základní technické podmínky dopravní, energetické, protipožární, bezpečnosti konstrukční, uživatelské a provozní, bezpečnosti*

práce a technických zařízení a podobně; projekt se předkládá spolu s příslušnými vyjádřeními k návrhu na vydání územního rozhodnutí, resp. rozhodnutí o umístění stavby; tuto dokumentaci zpracovávají pouze osoby oprávněné (autorizované) dle zákona č. 50/1976 Sb. a zákona č. 360/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů. “(Tomáš M., 2012)

Dokumentace pro stavební povolení – slouží pro účely stavebního řízení a vydání stavebního povolení, případně ohlášení, podle tzv. stavebního zákona.

Inženýrská činnost – je především strategické řízení postupu výstavby od předprojektové a projektové přípravy, přes vlastní realizaci stavby až po předání stavby připravené k užívání. Není to jen získávání územních a stavebních povolení a s tím související zajišťování a koordinování stanovisek, vyjádření a posudků dotčených orgánů, správců dopravní a technické infrastruktury a dalších účastníků řízení, ale také projednávání a posuzování stavebních záměrů, organizování výběrových řízení, kompletování dokladů, zkoušek, revizí a osvědčení nebo kontrolování úplnosti a funkčnosti staveb.

Technická činnost (tedy technický dozor): v rámci stavebního projektu se jedná o službu, která je zaměřena na kontrolu kvality stavebního díla. Tato služba začíná v průběhu zpracování projektové dokumentace a končí ukončením projektu a uvedením ho do provozu. V průběhu realizace dozor zajišťuje řízení kvality a upozorňuje na vady, kontroluje jejich odstraňování, zajišťuje administrativu vad a reportuje projektovému manažerovi a zástupci investora. Technický dozor svojí činností dotváří dílo projektované architektem do podoby očekávané klientem.

Stavební fáze zahrnuje zemní práce a základovou desku, tak zvanou hrubou stavbu a stavbu střechy, rozvody, komunikace, instalace a úpravy povrchů.

Závěrečná fáze zahrnuje samozřejmě ukončení výstavby, kolaudaci, uvedení stavby do provozu, předání a převzetí stavby investorem. V okamžiku, kdy je stavba předaná investorovi, přechází do jeho vlastnictví.

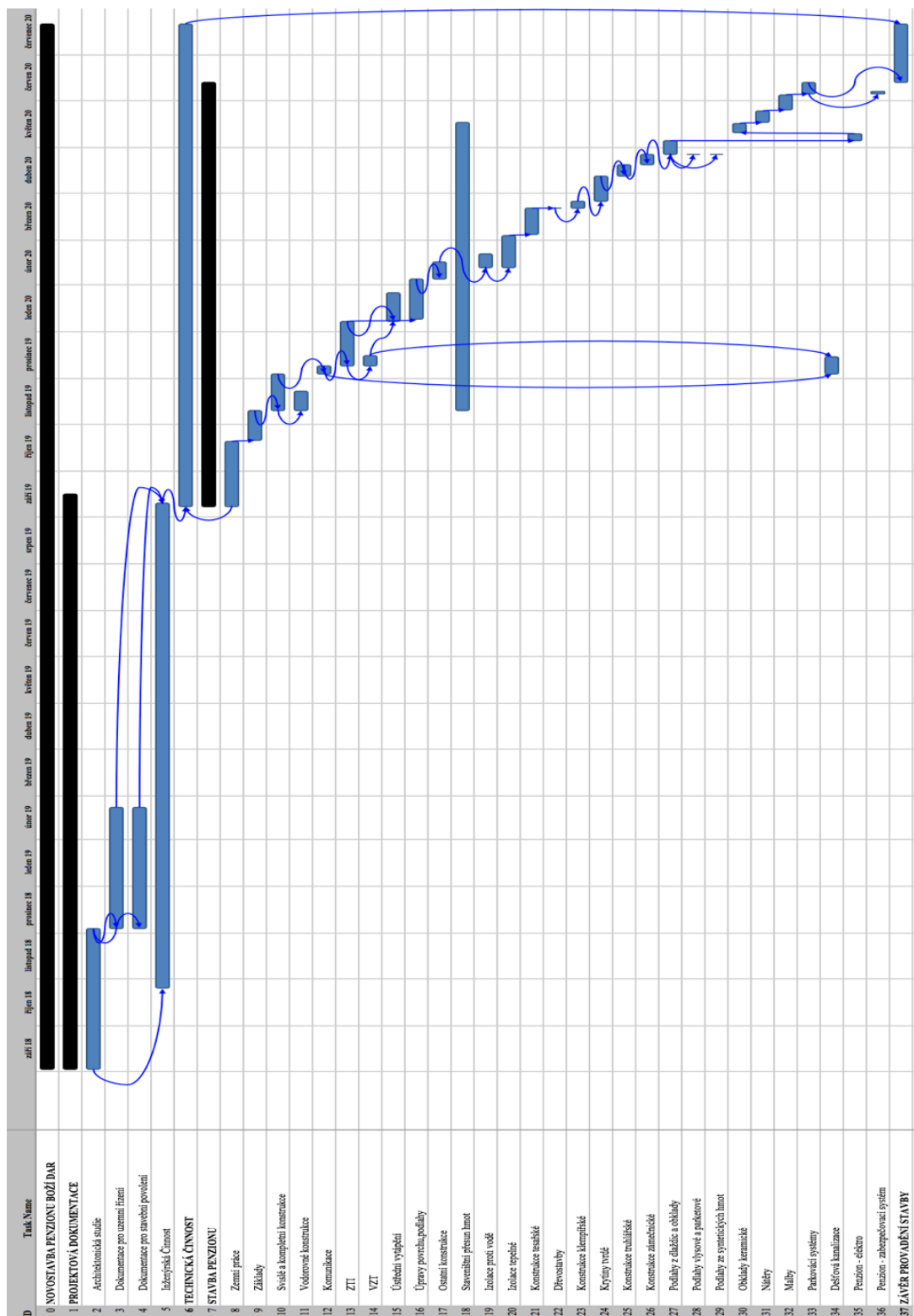
Podrobnější harmonogram stavby penzionu Boží Dar a Ganttův diagram činností je zobrazen na obrázcích 6 a 7 pomocí softwaru MS Project.

Obrázek 6: Harmonogram projektových činností

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Cost
0	NOVOSTAVBA PENZIONU BOŽÍ DAR	475 days	03/09/2018	24/07/2020	11312970 Kč
1	PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE	256 days	03/09/2018	09/09/2019	378000 Kč
2	Architektonická studie	66 days	03/09/2018	04/12/2018	45000 Kč
3	Dokumentace pro uzemní řízení	56 days	04/12/2018	25/02/2019	48000 Kč
4	Dokumentace pro stavební povolení	56 days	04/12/2018	25/02/2019	210000 Kč
5	Inženýrská Činnost	217 days	29/10/2018	09/09/2019	75000 Kč
6	TECHNICKÁ ČINNOST	220 days	09/09/2019	24/07/2020	148000 Kč
7	STAVBA PENZIONU	192 days	09/09/2019	15/06/2020	10786970 Kč
8	Zemní práce	33 days	09/09/2019	23/10/2019	104130 Kč
9	Základy	12 days	24/10/2019	11/11/2019	647920 Kč
10	Svislé a kompletní konstrukce	18 days	11/11/2019	04/12/2019	2452840 Kč
11	Vodorovné konstrukce	12 days	11/11/2019	26/11/2019	1261130 Kč
12	Komunikace	5 days	04/12/2019	10/12/2019	34710 Kč
13	ZTI	19 days	10/12/2019	09/01/2020	416520 Kč
14	VZT	7 days	10/12/2019	18/12/2019	80990 Kč
15	Ústřední vytápění	16 days	09/01/2020	30/01/2020	347100 Kč
16	Úpravy povrchu, podlahy	19 days	10/01/2020	05/02/2020	671060 Kč
17	Ostatní konstrukce	10 days	05/02/2020	18/02/2020	312390 Kč
18	Staveništní přesun hmot	130 days	11/11/2019	20/05/2020	428090 Kč
19	Izolace proti vodě	7 days	14/02/2020	24/02/2020	69420 Kč
20	Izolace tepelné	14 days	14/02/2020	04/03/2020	185120 Kč
21	Konstrukce tesařské	15 days	05/03/2020	25/03/2020	104130 Kč
22	Dřevostavby	1 day	25/03/2020	25/03/2020	11570 Kč
23	Konstrukce klempířské	4 days	25/03/2020	30/03/2020	104130 Kč
24	Krytiny tvrdé	10 days	30/03/2020	14/04/2020	23140 Kč
25	Konstrukce truhlářské	7 days	14/04/2020	22/04/2020	856180 Kč
26	Konstrukce zámečnické	7 days	22/04/2020	30/04/2020	925600 Kč
27	Podlahy z dlaždic a obklady	4 days	30/04/2020	06/05/2020	104130 Kč
28	Podlahy vlysové a parketové	1 day	30/04/2020	30/04/2020	23140 Kč
29	Podlahy ze syntetických hmot	1 day	30/04/2020	30/04/2020	104130 Kč
30	Obklady keramické	6 days	12/05/2020	19/05/2020	104130 Kč
31	Nátěry	7 days	20/05/2020	28/05/2020	115700 Kč
32	Malby	6 days	29/05/2020	05/06/2020	57850 Kč
33	Parkovací systémy	7 days	06/06/2020	15/06/2020	385540 Kč
34	Dešťová kanalizace	10 days	04/12/2019	17/12/2019	231400 Kč
35	Penzion - elektro	3 days	06/05/2020	11/05/2020	520650 Kč
36	Penzion - zabezpečovací systém	2 days	06/06/2020	08/06/2020	104130 Kč
37	ZÁVĚR PROVADĚNÍ STAVBY	28 days	16/06/2020	24/07/2020	0 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 7: Ganttův diagram projektových činností



Zdroj: vlastní zpracování

Na základě konzultace se spoluzakladateli společnosti GC Engineers a představeného výše harmonogramu je předpokládaná délka stavby penzionu 475 dnů a odhadovaná cena je 11 312 970 Kč.

Je nutné uvést, že v případě stavby penzionu je cenový odhad založen na cenových ukazatelích ve stavebnictví pro rok 2018.

Jak již bylo zmíněno, pro přesnější odhad stavebních nákladů se doporučuje vytvořit samostatný seznam projektových zdrojů a pak přidělit náklady konkrétním projektovým činnostem. Hulett (2010) také doporučuje rozdělit náklady na časově závislé a časově nezávislé. Zdroje závislé na čase zahrnují práci, pronajaté vybavení a veškeré zdroje, jejich cena se odvíjí od časové spotřeby. Časově nezávislé zdroje jsou často vybavení a materiály. Podobné roztrídění zdrojů a jejich následné posouzení poskytuje příležitost přesněji posoudit citlivost rozvrhu a nákladů na jakékoliv změny. Ačkoli v případě dané diplomové práce autor nebere v úvahu podobné účtování projektových zdrojů, protože informace ohledně materiálu, vybavení a personálu není předem známá. Podobné rozpočty jsou formulované až před začátkem stavební fáze. Navíc firma GC Engineers nebyla ochotná poskytnout rozpočtové údaje z jiných projektů. Firma nás ale ujistila, že cenový a časový odhad odpovídá realitě.

Risk Driver přístup však funguje i bez detailního rozpracování jednotlivých zdrojů. Jak již bylo řečeno, hlavním záměrem je analýza rizik ohrožujících stavební zakázku.

2.7 Seznam rizik a přidělení rizik jednotlivým projektovým aktivitám

Na základě rešerše odborné literatury věnované analýze rizik ve stavebnictví a jiných průmyslech a také pohovoru s inženýry společnosti GCE bylo identifikováno 23 rizikových faktorů, které se mohou objevit během stavební činnosti.

Pro každý rizikový faktor se určuje pravděpodobnost vzniku a dopad události na čas a náklady. Je nutné zmínit, že pravděpodobnost má subjektivní charakter vzhledem k nízké úrovni zkušeností dotazovaných s kvantitativní analýzou projektových rizik. Pro zjištění a identifikaci rizik byl kladen důraz na častost výskytu podobných událostí během předchozích projektů. Pokud jde o dopady rizika, odborníci nejprve stanovili minimální a maximální hodnotu dopadu, poté byli požádáni, aby ocenili nejpravděpodobnější dopad rizikového faktoru na projekt. Během pohovoru (viz Příloha N) odborníci v závislosti na oblastech jejich funkcí byli požádáni, aby vyhodnotili určité dopady na základě předchozích zkušeností během své práce na podobných stavebních projektech. Údaje pak byly shrnuty jako průměr za každou hodnotu.

Obrázek 8: Seznam identifikovaných rizikových faktorů společnosti GC Engineers

N	Rizikový faktor	Pravděp odobno st	Dopad na rozvrh			Dopad na cenu		
			Min	Real	Max	Min	Real	Max
R1	Pomalý rozhodovací proces klientem	0,42	1,08	1,19	1,36	1,16	1,33	1,46
R2	Zpoždění v platebním procesu klienta	0,47	1,17	1,26	1,44			
R3	Časté změny požadavků klientem	0,56	1,29	1,46	1,70	1,35	1,56	1,97
R4	Chyby v konstrukčních výkresech	0,55	1,25	1,38	1,80	1,06	1,28	1,40
R5	Nedostupnost nebo nedostatek materiálů	0,23	1,12	1,34	1,62	1,15	1,38	1,44
R6	Finanční problémy dodavatelů	0,54	1,17	1,29	1,37	1,21	1,37	1,59
R7	Přehlednost výkresů a technických specifikací;	0,13	1,04	1,07	1,18	1,00	1,15	1,24
R8	Nedostatek technického personálu a pracovní síly	0,60	1,26	1,47	1,82	1,50	1,68	1,86
R9	Pozdní dodání materiálů	0,36	1,68	1,72	1,92	1,60	1,64	1,87
R10	Chyby v dokumentaci, nekompletní dokumentace	0,44	1,32	1,41	1,53	1,42	1,60	1,72
R11	Špatná kvalita materiálů	0,27	1,64	1,70	1,86	1,44	1,66	1,88
R12	Omezený přístup ke staveništi	0,42	1,17	1,52	1,53	1,24	1,36	1,50
R13	Špatný design	0,13	1,20	1,34	1,67	1,25	1,38	1,55
R14	Zpoždění v pořízení pozemku	0,40	1,10	1,14	1,40			
R15	Zpoždění subdodavatelů	0,42	1,43	1,51	1,89	1,45	1,58	1,85
R16	Nadměrný počet schvalování na úřadech	0,50	1,43	1,61	2,05	1,24	1,52	1,82
R17	Všeobecné havarie	0,15	1,30	1,42	1,70	1,20	1,37	1,60
R18	Zvýšení cen na materiály	0,32				1,48	1,66	1,86
R19	Dodatečné práce	0,34	1,32	1,53	1,76	1,38	1,70	1,92
R20	Nepřesné odhady	0,46	1,32	1,49	1,80	1,47	1,69	1,84
R21	Úřad nepovolí investiční záměr investora	0,48	1,20	1,43	1,82	1,48	1,75	2,00
R22	Problémy s dotčenými orgány státní správy	0,24	1,12	1,39	1,70	1,50	1,70	1,92
R23	Zásah banky do projektu	0,35	1,17	1,39	1,80	1,21	1,48	1,60

Zdroj: vlastní zpracování na základě pohovoru

Následujícím krokem je přidělení rizik jednotlivým projektovým aktivitám (viz obrázek 9). Během konzultací s firemními pracovníky byly též označeny kritické činnosti (tučná kurzíva), tedy ty, bez jejichž ukončení nemůže začít další činnost. Je zřejmé, že v podobných případech by měla být použita metoda CPM, to by ale zbytečně komplikovalo analýzu.

Obrázek 9: Přidělení rizik jednotlivým projektovým aktivitám

Projektová činnost	Riziko																						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE																							
Architektonická studie																							
Dokumentace pro uzemní řízení																							
Dokumentace pro stavební povolení																							
Inženýrská Činnost							R7														R21	R22	
TECHNICKÁ ČINNOST																							
STAVBA PENZIONU																							
<i>Zemní práce</i>								R8						R14									
<i>Základy</i>								R8															
<i>Svislé a kompletní konstrukce</i>								R8				R12					R17						
Vodorovné konstrukce																							
<i>Komunikace</i>						R6	R7																
<i>ZTI</i>							R7	R8															
VZT																							
Ústřední vytápění																							
<i>Úpravy povrchu, podlahy</i>								R8			R11												
Ostatní konstrukce																							
Staveništní přesun hmot																							
Izolace proti vodě																							
<i>Izolace tepelné</i>								R8	R9		R11												
<i>Konstrukce tesařské</i>									R9		R11												
Dřevostavby																							
<i>Konstrukce klempířské</i>											R11				R15								
<i>Krytiny tvrdé</i>					R5						R11				R15								
<i>Konstrukce truhlářské</i>															R15			R18					
<i>Konstrukce zámečnické</i>											R11				R15			R18					
<i>Podlahy z dlaždic a obklady</i>					R5													R18					
Podlahy vlysové a parketové																							
Podlahy ze syntetických hmot																							
<i>Obklady keramické</i>					R5			R8										R18					
<i>Nátěry</i>																			R19				
<i>Malby</i>																			R19				
Parkovací systémy																							
Dešťová kanalizace																							
<i>Penzion - elektro</i>							R7	R8					R13										
Penzion - zabezpečovací systém																							
ZÁVER PROVEDENÍ STAVBY		R2																					

Zdroj: vlastní zpracování na základě konzultace

Následujícím krokem je přenos dat do softwaru @RISK pro výpočet simulace Monte Carlo. @RISK je doplněk aplikace Microsoft Excel, který umožňuje analyzovat riziko pomocí simulace Monte Carlo. @RISK ukazuje prakticky všechny možné výsledky pro každou situaci a říká, jaké jsou pravděpodobnosti výskytu. To znamená, že můžete posoudit kritické činnosti a případně rizika, která je ovlivňují.

2.8 Simulace délky a celkové ceny projektu

Nejprve je nutné zpracovat rizkový seznam do tabulky @Risk. Sloupec „Probability“ obsahuje údaje z dotazníku. Sloupec „Simulated occurrence“ ukazuje, zda dochází k uskutečnění rizikové události a obsahuje funkce dle následujícího vzorku:

$$\text{Simulated Occurrence} = \text{RiskBinomial} (1; \text{Probability})$$

Sloupce „Simulated Schedule Impact“ a „Simulated Cost Impact“ jsou vypočteny na základě údajů z dotazníků. Reprezentace probíhá formou PERT distribuce mezi minimální, reálnou a maximální hodnotou:

$$\text{Simulated Schedule Impact} = \text{RiskTriang} (\text{Min}, \text{Most Likely}, \text{Max})$$

$$\text{Simulated Cost Impact} = \text{RiskTriang} (\text{Min}, \text{Most Likely}, \text{Max})$$

Sloupce „Value“ se promítají do simulace projektu:

$$\text{Value} = \text{IF} (\text{Simulated Occurrence}, \text{Value}, 1)$$

Pokud dojde k události, pak je faktor zohledněn při výpočtu nákladů na čas a projekt. Pokud tomu tak není, riziko se při iteraci nezohledňuje.

Obrázek 10: Seznam rizik pro simulaci

N	Risk	Probability	Simulated Occurrence	Simulated Schedule Impact	Value	Simulated Cost Impact	Value
1	Pomalý rozhodovací proces klientem	42%	1	1,25	1,25	1,40	1,40
2	Zpoždění v platebním procesu klienta	47%	0	1,23	1,00	1,14	1,00
3	Časté změny požadavků klientem	56%	1	1,47	1,47	1,54	1,54
4	Chyby v konstrukčních výkresech	55%	0	1,40	1,00	1,15	1,00
5	Nedostupnost nebo nedostatek materiálů	23%	0	1,19	1,00	1,43	1,00
6	Finanční problémy dodavatelů	54%	1	1,33	1,33	1,44	1,44
7	Přehlednost výkresů a technických specifikací	13%	0	1,12	1,00	1,21	1,00
8	Nedostatek technického personálu a pracovní síly	60%	1	1,33	1,33	1,70	1,70
9	Pozdní dodání materiálů	36%	0	1,70	1,00	1,75	1,00
10	Chyby v dokumentaci, nekompletní dokumentace	44%	1	1,36	1,36	1,63	1,63
11	Špatná kvalita materiálů	27%	0	1,67	1,00	1,60	1,00
12	Omezený přístup ke staveništi	42%	0	1,51	1,00	1,40	1,00
13	Špatný design	13%	0	1,39	1,00	1,40	1,00
14	Zpoždění v pořízení pozemku	40%	1	1,21	1,21		
15	Zpoždění subdodavatelů	42%	0	1,65	1,00	1,58	1,00
16	Nadměrný počet schvalování na úřadech	50%	0	1,72	1,00	1,38	1,00
17	Všeobecné havarie	15%	0	1,46	1,00	1,25	1,00
18	Zvýšení cen na materiály	32%	0			1,67	1,00
19	Dodatečné práce	34%	0	1,47	1,00	1,66	1,00
20	Nepřesné odhady	46%	0	1,55	1,00	1,59	1,00
21	Úřad nepovolí investiční záměr investora	48%	0	1,24	1,00	1,75	1,00
22	Problémy s dotčenými orgány státní správy	24%	0	1,46	1,00	1,62	1,00
23	Zásah banky do projektu	35%	1	1,49	1,49	1,43	1,43

Zdroj: vlastní zpracování

Dalším krokem je přenos projektového harmonogramu a rozpočtu do programu @Risk..

Obrázek 11: Projektové úkoly a náklady

	Base Duration	Base Cost	Duration Impact	Cost Impact
NOVOSTAVBA PENZIONU BOŽÍ DAR	544,90114 days	15 066 372,62 Kč		
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE	256 days	378 000,00 Kč		
Architektonická studie	66 days	45 000,00 Kč		
Dokumentace pro uzemní řízení	56 days	48 000,00 Kč		
Dokumentace pro stavební povolení	56 days	210 000,00 Kč		
Inženýrská Činnost	217 days	75 000,00 Kč	1,00	1,00
TECHNICKÁ ČINNOST	220 days	148 000,00 Kč		
STAVBA PENZIONU	261,90114 days	14 540 372,62 Kč		
Zemní práce	46,34289833 days	146 232,91 Kč	1,40	1,66
Základy	16,85196303 days	909 893,66 Kč	1,40	1,66
Svislé a kompletní konstrukce	35,68364877 days	4 862 571,17 Kč	1,98	2,17
Vodorovné konstrukce	0 days	1 261 130,00 Kč		
Komunikace	6,263589568 days	43 481,84 Kč	1,25	1,35
ZTI	26,6822748 days	584 931,64 Kč	1,40	1,66
VZT	0 days	80 990,00 Kč		
Ústřední vytápění	0 days	347 100,00 Kč		
Úpravy povrchu, podlahy	26,6822748 days	942 389,86 Kč	1,40	1,66
Ostatní konstrukce	0 days	312 390,00 Kč		
Staveništní přesun hmot	0 days	428 090,00 Kč		
Izolace proti vodě	0 days	69 420,00 Kč		
Izolace tepelné	33,89525813 days	448 192,16 Kč	2,42	2,79
Konstrukce tesařské	25,86026181 days	179 521,94 Kč	1,72	1,68
Dřevostavby	0 days	11 570,00 Kč		
Konstrukce klempířské	4 days	104 130,00 Kč	1,00	1,00
Krytiny tvrdé	10 days	23 140,00 Kč	1,00	1,00
Konstrukce truhlářské	7 days	856 180,00 Kč	1,00	1,00
Konstrukce zámečnické	7 days	925 600,00 Kč	1,00	1,00
Podlahy z dlaždic a obklady	4 days	104 130,00 Kč	1,00	1,00
Podlahy vlysové a parketové	0 days	23 140,00 Kč		
Podlahy ze syntetických hmot	0 days	104 130,00 Kč		
Obklady keramické	8,425981514 days	146 232,91 Kč	1,40	1,66
Nátěry	7 days	115 700,00 Kč	1,00	1,00
Malby	6 days	57 850,00 Kč	1,00	1,00
Parkovací systémy	0 days	385 540,00 Kč		
Dešťová kanalizace	0 days	231 400,00 Kč		
Penzion - elektro	4,212990757 days	731 164,55 Kč	1,40	1,66
Penzion - zabezpečovací systém	0 days	104 130,00 Kč		
ZÁVĚR PROVEDENÍ STAVBY	28 days	0,00 Kč	1,00	1,00

Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku 11 je vidět, že ke kritickým činnostem jsou přiřazeny jednotlivé rizikové koeficienty. Hodnoty se vypočítají podle následujících vzorců:

Total Duration = Base Duration x (Duration Impact)

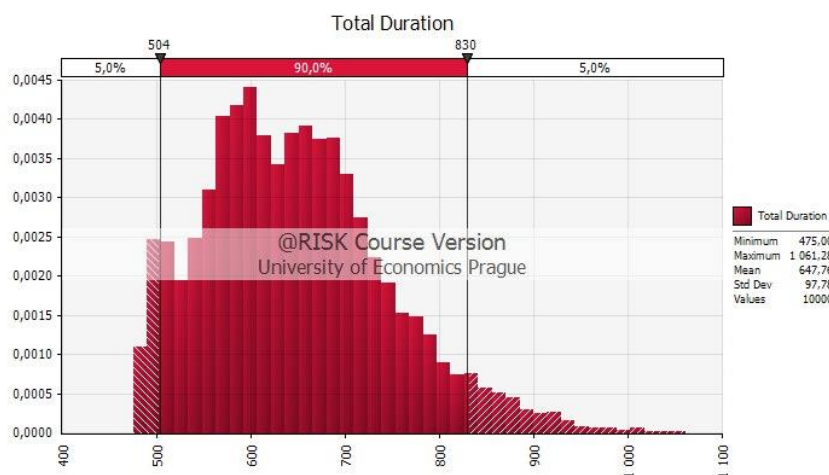
Total Cost = Base Cost x (Cost Impact)

Simulace pak spustí 10 000 iterací pro výpočet celkové doby trvání projektu a celkových nákladů.

2.9 Výsledky simulace a návrhy

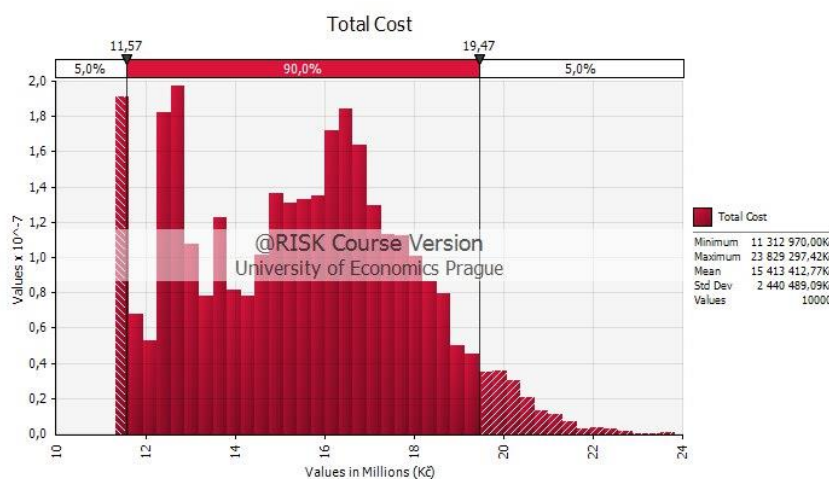
Z výsledku na obrázcích 12 a 13 lze konstatovat, že při zohlednění možných rizik při stavbě domu dokončení projektu na 475 dní v rámci rozpočtu je přinejmenším velmi odvážný a optimistický odhad. Na základě grafů lze říci, že v průměru bude tento projekt trvat 648 dní se směrodatnou odchylkou 98 dní a celková cena bude průměrně 1,5 milionů se směrodatnou odchylkou 2,5 milionů.

Obrázek 12: Simulovaná délka stavby



Zdroj: vlastní

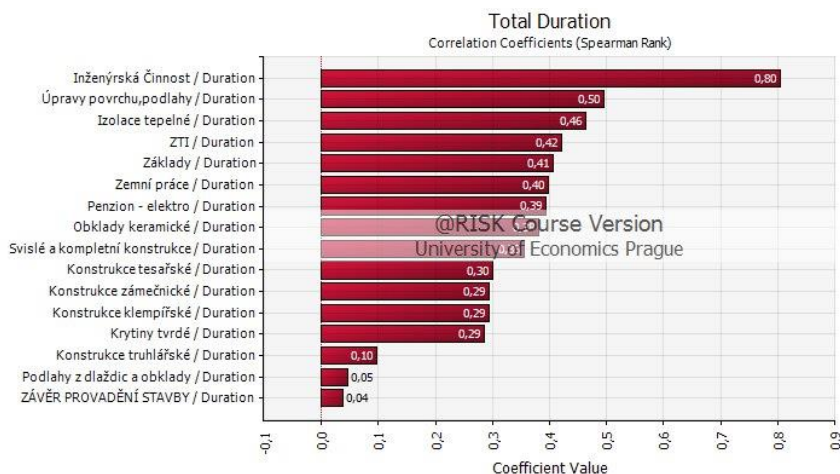
Obrázek 13: Simulovaná cena stavby



Zdroj: vlastní

Dle tornado grafu na obrázku 14 lze usoudit, že časový horizont budování domu je citlivý na časové změny inženýrské činnosti. Vysvětluje to skutečnost, že tato činnost je sama o sobě dlouhá a, dle názorů odborníků firmy GC Engineers, je téměř vždy doprovázena složitostmi.

Obrázek 14: Tornado graf trvání stavby



Zdroj: vlastní

Graf na obrázku 15 však ukazuje, že cena projektu je ovlivněna větším počtem činností. Největší dopad na projektovou cenu tvoří složky „Svislé a kompletní konstrukce“ a „Úpravy povrchů a podlah“. Za nimi následují „Základy“, „Zemní práce“, „ZTI“, „Elektromontáže“ a „Obklady keramické“.

Obrázek 15: Tornado graf trvání stavby



Zdroj: vlastní

Tuto situaci lze vysvětlit skutečností, že některé činnosti, například „Svislé konstrukce“, „ZTI“ a „Úpravy povrchů“, patří mezi nejdražší. V jiných činnostech může

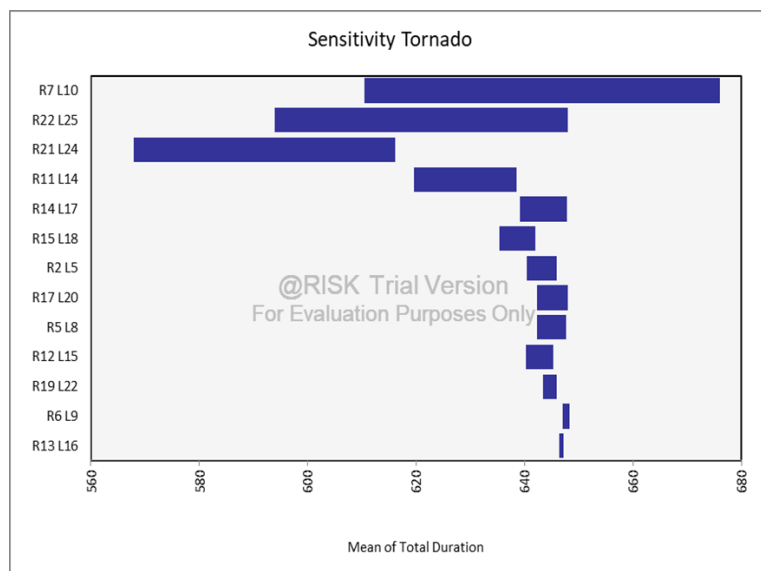
být důvodem jejich změny vliv rizik s větší pravděpodobností vzniku nebo s větším dopadem.

2.10 Návrhy k ošetření rizik

Na základě obrázku 16 lze shrnout, že celková doba trvání projektu je nejvíce ovlivněna následujícími riziky:

- R7 Přehlednost výkresů a technických specifikací – riziko je většinou spojeno s chybami v návrhu, technickými chybami atd.
- R21 Úřad nepovolí investiční záměr investora.
- R22 Problémy s dotčenými orgány státní správy.

Obrázek 16: Analýza citlivosti délky projektu na jednotlivá rizika



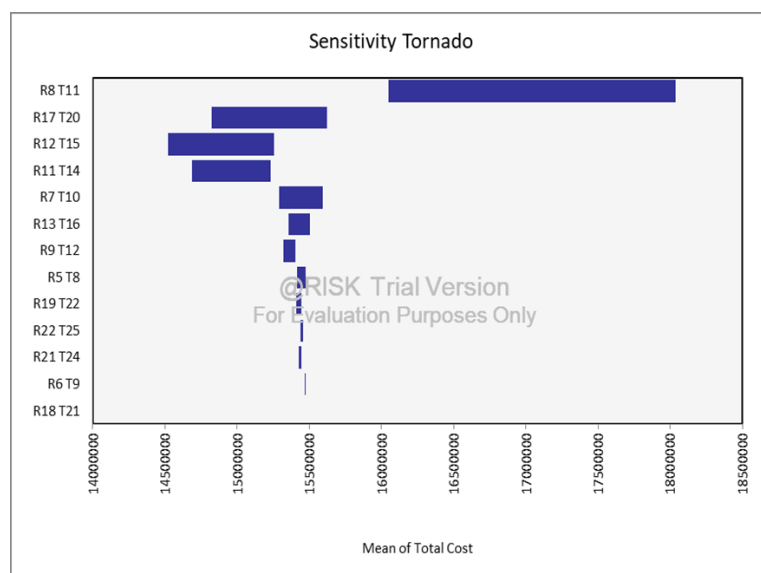
Zdroj: vlastní

Co se týká možnosti minimalizace dopadu a vzniku výše uvedených rizik, hlavním způsobem řešení je přeplánování projektové fáze. Za účelem minimalizace problému s úřady a dotčenými orgány státní správy se doporučuje začínat inženýrskou činností již před architektonickou studií. Minimálně je nutně prezentovat zjednodušené výkresy a 2 D koncepty. Cílem je zde získání zpětné vazby a důležitých připomínek, než začne detailní projektování stavby. Takové přípravné činnosti mohou snížit rizika problémů s vládními agenturami. Co se týče R7, vzhledem k nedostatku zkušeností autora neexistuje možnost generovat obecný nástroj práce s tímto rizikem. Projektový manažer GC Engineers během konzultace však zdůraznil, že přehlednost výkresů a technických specifikací sama o sobě může záležet na množství variabilních faktorů, např. na kvalifikaci projektanta nebo složitosti samotného projektu, proto je těžké vymyslet obecný způsob ošetření tohoto problému.

Pokud hovoříme o citlivosti cenové (viz obr. 17), je nejvíce ovlivněná:

- R8 Nedostatek technického personálu a pracovní síly – znamená nedostatek kvalifikovaných pracovníků k plnění určitých projektových úkolů, např. montážníků a kryvačů,
- R17 Všeobecné havárie – pracovní úrazy, nehody způsobené povětrnostními podmínkami apod.,
- R12 Omezený přístup ke staveništi,
- R11 Špatná kvalita materiálů: kvalita objednaného materiálu neodpovídá požadavkům, riziko může vést k časovému zpoždění a zvyšuje náklady,
- R7 Přehlednost výkresů a technických specifikací,
- R13 Špatný design.

Obrázek 17: Analýza citlivosti ceny projektu na jednotlivá rizika



Zdroj: vlastní

Je především nutné upozornit, že riziko R12 je společnosti GC Engineers považováno za externí, navíc dopad tohoto rizika záleží na konkrétním projektu. Omezený přístup ke staveništi je někdy nevyhnutelný, jediný způsob řešení, ad hoc přeplánování stavebních činností. Nicméně přeplánování stavby může vést k dodatečným časovým a peněžním nákladům. Vzhledem k tomu, že stavba ještě nezačala, nelze o přesných číslech mluvit. Jinými slovy, posouzení dopadu tohoto rizika by mělo nastat přímo během projektu.

Stejné podmínky platí i pro rizika spojená s přehledností výkresu (R7) a se špatným designem (R13). Přičemž R7 a R13 je možné rozdělit podle zdroje původu. Důvodem může být chyba ve výkresech na straně GC Engineers. Nebo je chyba na straně subdodavatele, který má na starosti design nebo správu konkrétní výkresové činnosti. Ošetření rizik bude v obou případech rozdílné. Pokud se jedná o příčinu, která je na

straně firmy, řešení vytvoření konceptu již během inženýrské činnosti je docela vhodnou volbou. V případě příčiny na straně dodavatele je ošetřením transfer rizika na subdodavatele zahrnutím odpovědnosti za neplnění smluvních podmínek. V každém případě autor spolu s firmou dospěli k závěru, že takové riziko je řešeno buď přímo během okamžité výstavby, nebo ve fázi projektové dokumentace.

Co se týče rizika R8 spojeného s nedostatkem technického personálu a pracovní síly, dojde-li k uskutečnění, doporučuje se rozdělení činností stavebního projektu na menší činnosti se zaměřením na využití služeb menších dodavatelů. Jiná příležitost – v případě akutního nedostatku potřebných odborníků je možné najmout odborníky ze zahraničí. Nicméně, rozhodnutí o náboru dodatečné práce by však mělo být velmi zváženo a v případě potřeby by mělo být doprovázeno vhodnou analýzou nákladů a rizik spojených se zaměstnáváním ze zahraničí.

Pokud jde o špatnou kvalitu materiálů (R11), první věc, kterou je třeba zvážit, je zpřísnění podmínek výběrového řízení a provedení několika jeho kol. Jiným způsobem ošetření, když management podniku například nechce riziko řešit samostatně, je transfer rizika na odpovědného dodavatele. Zpřísní se odpovědnost smluvních stran o tom, kdo utrpí ztráty, pokud dojde k porušení smluvních podmínek. Ideálně by tady měla být k dispozici aktualizovaná databáze dodavatelů, která by rozdělovala dodavatele na skupiny podle:

- kvality materiálů,
- termínů dodání,
- dokumentooběhu.

Pokud společnost nemá pro tento nástroj volné prostředky, doporučuje se v případě potřeby využívat služby jiných subjektů.

Pravděpodobnosti, že dojde k havárii (R17), může být snížena především dodržením standardů BOZP a používáním osobních ochranných pracovních prostředků. Důležité je zde dodržení norem a pokynů pro provoz specifických nástrojů, strojů apod. Měly by se uplatňovat jak pravidelné, tak i nepravidelné kontroly, možná jsou i periodická školení pracovníků. Opět se v případě nutnosti doporučuje využití služeb externího auditora v rámci kontroly bezpečnosti. Ke snižování rizik může přispět zodpovědný přístup firmy, organizace zaměstnanců a kvalita systému řízení stavby na samotných objektech.

3 Diskuse

Diplomová práce na téma “Využití simulace Monte Carlo při analýze rizika stavebního projektu” byla zaměřena na analýzu časových a cenových rizik spojených se stavebním projektem společnosti GC Engineers, konkrétně autor analyzoval rizika spojená s výstavbou penzionu. Během práce se zjistilo, že časový rámec projektu je nejvíce ovlivněn inženýrskou činností, která je dle odborníků firmy zároveň i nejproblematictější. Velikost rozpočtu však závisela na činnostech spojených s hrubou stavbou. Z výsledků simulace se podařilo vyčlenit rizika, která působí na jednotlivé činnosti a navrhnout určitá opatření a strategie ošetření. Výzkum se při realizaci setkal s různými potížemi.

Největší překážkou byla nedostatečná zkušenost autora ve stavebnictví, což brání pochopení souvisejících profesionálních nuancí. Neslučitelnost mezi autorem a respondenty z hlediska znalostí a praxe byla hlavní překážkou, která způsobila časovou náročnost procesu identifikace a kvantifikace rizik. Přesto respondenti byli zkušení inženýři, architekti a projektoví manažeři, kteří mají spoustu praktických zkušeností, jež pokrývají autorský nedostatek znalostí.

Dalším omezením během pohovorů s odborníky byla adekvátní evaluace rizikových faktorů. Příčina omezení je v tom, že bez ohledu na profesionální zkušenost člověk je zřídka schopný realisticky posoudit riziko. Nelze tedy hovořit o tom, zda se riziko podceňuje nebo přeceňuje. Vzhledem k malému počtu respondentů a skutečnosti, že při shrnutí výsledků rozhovorů se autor vydal počítáním průměrných hodnot. Vhodnějším způsobem by bylo analyzovat odchylky mezi odpověďmi respondentů, aby bylo možné pochopit rozdíly ve vnímání rizik mezi různými respondenty. Taková analýza však může být předmětem dalších studií s větším počtem respondentů pracujících ve stavebnictví nebo v jiném průmyslu. K problémům s oceněním rizika kvantitativně přispívá i to, že společnost GC Engineers neuplatňuje rizikový management. Během přidělení rizik jednotlivým činnostem však respondenti velmi rychle identifikovali nejčastěji vyskytující se a zároveň i nejdůležitější rizika. Také byly identifikovány i důležité činnosti v rámci stavby penzionu.

Překážkou provedení analýzy bylo i to, že analýza projektových rizik spojených s časovým plánem a náklady je v literatuře spíše špatně popsáné téma, zejména pro zájemce, který se s ním nikdy nesetkal. Konkrétně je zde nedostatek školicích materiálů nebo takzvaných příruček popisujících průběh podobných analýz.

Významnou roli ve složitosti analýzy projektových rizik je omezenost nebo nemožnost přístupu ke konkrétním softwarovým nástrojům. Například MS Project výrazně zjednodušuje plánování projektů, rozdělení zdrojů a identifikaci rizik. Integrace

programu @Risk s projektem by umožnila nastavení závislosti jednotlivých složek projektu a provedení analýzy realistického data ukončení projektu, ne pouze jeho trvání. Kromě toho by bylo možné integrovat cenové a časové změny pro další analýzu projektových rizik. Nicméně ne každá společnost má volné prostředky k nákupu těchto programů.

Navíc šlo v této práci pouze o „před-stavební“ analýzu rizik. Podobné projekty by měly být doprovázeny další rizikovou analýzou, protože během samotné výstavby lze identifikovat nová rizika.

Závěr

Diplomová práce se skládá ze dvou částí, z teoretické a praktické. V teoretické části byly uvedeny teoretické poznatky o rozhodování, projektovém řízení a risk managementu. Také byly zmíněny klíčové charakteristiky stavebních projektů spolu s rešerší literatury na téma stavebních rizik. Byl také popsán proces risk managementu dle mezinárodních standardů a poslední kapitoly se věnují analýze projektových rizik, zejména rizik spojených s dobou trvání projektu a cenou.

V praktické části byly poznatky z literární rešerše aplikovány do praxe. Práce se zabývala stavebním projektem, konkrétně stavbou penzionu. Vstupní data a další potřebné informace byly získávány od stavební firmy GC Engineers, která má daný projekt na starosti. Dále v práci kromě samotného projektu vystupují i odborní experti firmy, kteří mají se stavebními projekty bohaté zkušenosti.

Prvním úkolem diplomové práce bylo definování projektu a sestavení kompletního harmonogramu stavebních činností včetně jejich ceny (viz obr. 6 a 7). Pak byla odhadnuta celková doba a cena stavby penzionu. Předpokládaná délka projektu činí 475 dní, předpokládaná cena 11 312 970 Kč. Zdůrazňujeme, že projekt zahrnoval činnosti bez jejich detailního rozpisu. Náklady na jednotlivé činnosti byly vypočítány na základě cenových ukazatelů ve stavebnictví za rok 2018.

Dalším krokem byla identifikace rizikových faktorů, které by mohly ovlivnit daný projekt. S pomocí odborníků a na základě dřívějšího výzkumu literatury bylo identifikováno 23 potenciálních rizikových faktorů, které se týkaly vybraných činností v rámci stavby penzionu. Na základě identifikace byl vytvořen rizikový seznam stavby penzionu. Po odsouhlasení seznamu rizik byli odborníci požádáni, aby prošli malým dotazníkem, v němž bylo nutné k vybraným rizikům stanovit pravděpodobnost jejich výskytu a velikost dopadu na dobu trvání a náklady. Poté autor shrnul výsledky do tabulky na obrázku 8. Pak následovalo přidělení rizik jednotlivým aktivitám, což se dělo spolu s managementem firmy. V této části se autor spolu s odborníky zaměřil pouze na aktivity, které jsou považovány za kritické nebo důležité. Jedná se o následující činnosti: inženýrská činnost, zemní práce, základy, svislé a kompletní konstrukce, komunikace, zdravotně technické instalace (zti), úpravy povrchu, izolace proti vodě, izolace tepelné, konstrukce tesařské, konstrukce klempířské, krytiny tvrdé, konstrukce truhlářské, konstrukce zámečnické, podlahy z dlaždic a obklady, obklady keramické, nátěry, malby, elektromontáže (penzion elektro), závěr provádění stavby. Výsledkem opět byla tabulka (viz obr. 9), která poskytovala informace o tom, která rizika ovlivňují konkrétní aktivitu.

Získané údaje sloužily jako úvodní data simulací Monte Carlo v programu @Risk. Průběh simulace je podrobně popsán v kapitole 2.8. Simulace probíhala přes 10 000 iterací, aby se zajistilo, že budou započítána všechna rizika. Výsledky simulace na obr. 12 a 13 ukázaly, že počáteční předpoklady o době výstavby 475 dní a ceně 11 314 970 Kč byly velmi optimistické a obecně nebyla zohledněna rizika. Pokud vezmeme v úvahu rizikové faktory, průměrná délka projektu je 648 dní se směrodatnou odchylkou 98 dnů. Cena v případě převzetí rizika je v průměru přibližně 15,5 milionu korun se směrodatnou odchylkou 2,5 milionu korun. V důsledku toho výsledky výpočtů ukázaly, že v rámci takových projektů je nutné brát v úvahu určité nebezpečí a také je při uzavírání obchodů zohledňovat. Dále byla analyzována citlivost trvání projektu na specifické aktivity. Podobně autor zkoumal vliv cenových změn na konkrétní aktivity na celkovou cenu projektu (viz obr. 14 a 15). Ukázalo se, že celková doba trvání projektu je nejvíce ovlivněna inženýrskými činnostmi, zatímco změny cen jsou výrazně ovlivněny několika činnostmi najednou. Z těchto grafů bylo možné dospět k závěru, jaká rizika by měla být nakonec vyřešena.

V poslední kapitole praktické části se autor zaměřil na navrhování vhodných řešení zaměřených na snížení nebo prevenci rizik. Nakonec v kapitole Diskuse autor zdůrazňuje potíže, s nimiž se při psaní své práce setkal.

Použitá literatura

1. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. (4th ed.). (c2008). Newtown Square, Pa.: Project Management Institute
2. Akintoye, A. & MacLeod, M. (1997). Risk analysis and management in construction. *International Journal of Project Management*. 15. 31-38. doi: 10.1016/S0263-7863(96)00035-X.
3. Al-Salman, A. (2004). *Assessment of risk management perceptions and practices of construction contractors in Saudi Arabia*. (Disertační práce). King Fahd University of Petroleum and Minerals (Saudi Arabia) Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/305055036?accountid=17203>
4. ČSN ISO 31000.(2010). *Management rizik – Principy a směrnice*. Praha, Česko: UNMZ
5. Diab, M. F. (2011). *Analyses of highway project construction risks, performance, and contingency* (Disertační práce). North Dakota State University. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/871216829?accountid=17203>
6. Doležal, J., Máchal P. & Lacko B.(2009). *Projektový management podle IPMA*. Praha, Česko: Grada
7. Donnelly, J. H., Gibson J. L. & Ivancevich J.M. (1997) *Management*. Praha, Česko: Grada
8. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). *Vlastní cesta*. [online]. [vid. 2018-03-14]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/fmea/>
9. Fotr, J. & Hnilica J. (2014) *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. (2.vyd.). Praha, Česko: Grada
10. Fotr, J. & Souček I. (2005). *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*. Praha, Česko: Grada
11. Fotr, J. & Švecová L. (2010). *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. (2. vyd.) Praha, Česko: Ekopress
12. Gantt Chart. [obrázek]. [vid. 2018-02-20. Dostupné z: <http://www.gantt.com/>
13. Hillson, D. (2001). *Effective strategies for exploiting opportunities*. Příspěvek byl prezentován na Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, Nashville, TN. Newtown Square, PA: Project Management Institute. Dostupné také z: <https://www.pmi.org/learning/library/effective-strategies-exploiting-opportunities-7947>
14. Hillson, D.(2002). *What is risk? Towards a common definition*. *Inform: Journal of the Institute of Risk Management*. Dostupné z: <http://www.risk-doctor.com/pdf-files/def0402.pdf>
15. Hlaing, N. N., Singh, D., Tiong R.L.K. , & Ehrlich, M. (2008). Perceptions of Singapore construction contractors on construction risk identification. *Journal of*

- Financial Management of Property and Construction*, 13(2), 85-95. doi: 10.1108/13664380810898104
16. Hulett D.(2011). *Integrated Cost-Schedule Risk Analysis*. Farnham Burlington, VT: Gower
 17. Chapman, C. B. & Ward S. (c2003). *Project risk management: processes, techniques, and insights*. (2nd ed.) Hoboken, NJ: Wiley
 18. Ing. Arch. Tomáš M. (2012, 7. červenec). Dokumentace pro územní řízení. *WikiArch* [vid. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://www.wikiarch.cz/wiki/vf03-dur-dokumentace-pro-uzemni-rizeni/>
 19. Jarkas, A. M., & Haupt, T. C. (2015). Major construction risk factors considered by general contractors in Qatar. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 13(1), 165-194. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/1660156927?accountid=17203>
 20. Kalouda F.(2010, 8. - 9. září). *Riziko a nejistota – příspěvek k precizaci pojmů*. Příspěvek byl prezentován na 5. mezinárodní konferenci Řízení a modelování finančních rizik 2010 [vid. 2018-03-15]. Dostupné také z: <https://www.ekf.vsb.cz/export/sites/ekf/rmfr/.content/galerie-dokumentu/2014/plne-zneni-prispevku/Kalouda.Frantisek.pdf>
 21. Korecký, M. & Trkovský V.(2011). *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Praha, Česko: Grada
 22. Kululanga, G., & Kuotcha, W. (2010). Measuring project risk management process for construction contractors with statement indicators linked to numerical scores. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 17(4), 336-351. doi: 10.1108/09699981011056556
 23. Mar A. (2016, 26. červen). 130 Project Risks (List). *Simplicable* [vid. 2018-03-30]. Dostupné z: <https://management.simplicable.com/management/new/130-project-risks>
 24. National Research Council.(2005). Risk Identification and Analysis. In: *The Owner's Role in Project Risk Management*.(s. 22-40) doi: 10.17226/11183. Dostupné také z: <https://www.nap.edu/read/11183/chapter/6>
 25. Osadchaya, N. A., Murzin, A. D., & Torgayan, E. E. (2017). Assessment of risks of investment and construction activities: Russian practice. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 8(2), 529-544. doi: 10.14505/jarle.v8.2(24).24
 26. Pitaš, J. (2012). *Národní standard kompetencí projektového řízení verze 3.2: National standard competences of project management version 3.2*. (Vyd. 3.). Brno, Česko: Společnost pro projektové řízení
 27. Project. *Oxford Dictionaries*. [online][vid. 2018-03-24] Dostupné z: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/project>

28. Risk Transfer. *Business Dictionary*. [online]. [vid. 2018-03-29] Dostupné z: <http://www.businessdictionary.com/definition/risk-transfer.html>
29. Ryor, M. M. (2013). *Utilization of risk management practices by construction project managers in the united states* (Order No. 3567627). Dostupné na ProQuest Central. (1424273936). Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/1424273936?accountid=17203>
30. Ryu, H., PhD., P.E. (2016). *Schedule Risk Management For Concrete Works*. Příspěvek byl prezentován na Proceedings of the International Annual Conference of the American Society for Engineering Management. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/2010276637?accountid=17203>
31. Řepa, Václav. (2007). *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. (2. vyd.) Praha, Česko: Grada
32. Shuttleworth M. (2017, 6. duben) 5 Useful Qualitative Risk Analysis Techniques. Project Risk Manager. [vid. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://www.project-risk-manager.com/blog/qualitative-risk-techniques/>
33. Smejkal, V. a Rais K. (2013) *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. (4. vyd.). Praha, Česko: Grada
34. Stavebnistandardy.cz (2018). *Cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2018*. [vid. 2018-04-15] Dostupné z: http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu_2018.html
35. Stefánek, R., & Bocková, K. H. (2011). Jak Se Řídí Rizika V Projektech Českého A Slovenského Strojírenského Prumyslu. *E+M Ekonomie a Management*, (4), 67-77. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/913458485?accountid=17203>
36. Tichý, M. (2006). *Ovládání rizika: analýza a management*. Praha, Česko: C. H. Beck
37. Tichý, M. (2008). *Projekty a zakázky ve výstavbě*. Praha, Česko: C. H. Beck, 2008
38. Uncertainty. *Business Dictionary*. [online]. [vid. 2018-03-22] Dostupné z: <http://www.businessdictionary.com/definition/uncertainty.html>
39. Valach, J. (2001) *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. Praha, Česko: Ekopress
40. Veber, J. (2009). *Management: základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita*. (2. vyd.). Praha, Česko: Management Press
41. Vítečková, M., Přidal, P. & Koudela T. (2006). *Základy teorie pravděpodobnosti a teorie grafů*. Ostrava, Česko. Dostupné z: <http://books.fs.vsb.cz/SystAnal/texty/download/cele.pdf>
42. Vlachý, Jan. (c2006). *Řízení finančních rizik*. Praha, Česko: Vysoká škola finanční a správní
43. Vodáček, & Vodáčková O. (2009). *Moderní management v teorii a praxi* (2., rozš. vyd.). Praha, Česko: Management Press

44. Vose, D.(c2008). *Risk analysis: a quantitative guide*. (3rd ed.), Hoboken, NJ: John Wiley & Sons
45. Wu, Z.,Nisar, T., Kapletia, D. & Prabhakar, G.. (2017). Risk factors for project success in the Chinese construction industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 28. 10.1108/JMTM-02-2017-0027. Dostupné z <https://www.researchgate.net/publication/318673690>
46. Xu, Z., Yu, J., & Li, H. (2014). Analyzing integrated cost-schedule risk for complex product systems R&D projects. *Journal of Applied Mathematics*, doi: 10.1155/2014/472640
47. Zou, P., Zhang, G. & Wang, J. (2014). Identifying Key Risks in Construction Projects: Life Cycle and Stakeholder Perspectives. *International Journal of Construction Management*. 9. doi: 10.1080/15623599.2009.10773122.

Seznam tabulek

TABULKA 1: ODHADY PROJEKTOVÝCH PRVKŮ	38
TABULKA 2: HODNOCENÍ PROJEKTOVÝCH RIZIK	40
TABULKA 3: PŘIRÁŽENÍ PROJEKTOVÝCH RIZIK JEDNOTLIVÝM PRVKŮM	40

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: PROJEKTOVÝ TROJIMPERATIV	15
OBRÁZEK 2: PROCES ŘÍZENÍ RIZIK	25
OBRÁZEK 3: GANTTŮV DIAGRAM	35
OBRÁZEK 4: TROJÚHELNÍKOVÉ ROZDĚLENÍ	38
OBRÁZEK 5: BETA ROZDĚLENÍ	38
OBRÁZEK 6: HARMONOGRAM PROJEKTOVÝCH ČINNOSTÍ	48
OBRÁZEK 7: GANTTŮV DIAGRAM PROJEKTOVÝCH ČINNOSTÍ	49
OBRÁZEK 8: SEZNAM IDENTIFIKOVANÝCH RIZIKOVÝCH FAKTORŮ SPOLEČNOSTI GC ENGINEERS	51
OBRÁZEK 9: PŘIDĚLENÍ RIZIK JEDNOTLIVÝM PROJEKTOVÝM AKTIVITÁM	52
OBRÁZEK 10: SEZNAM RIZIK PRO SIMULACI	53
OBRÁZEK 11: PROJEKTOVÉ ÚKOLY A NÁKLADY	54
OBRÁZEK 12: SIMULOVANÁ DÉLKA STAVBY	55
OBRÁZEK 13: SIMULOVANÁ CENA STAVBY	55
OBRÁZEK 14: TORNADO GRAF TRVÁNÍ STAVBY	56
OBRÁZEK 15: TORNADO GRAF TRVÁNÍ STAVBY	56
OBRÁZEK 16: ANALÝZA CITLIVOSTI DÉLKY PROJEKTU NA JEDNOTLIVÁ RIZIKA	57
OBRÁZEK 17: ANALÝZA CITLIVOSTI CENY PROJEKTU NA JEDNOTLIVÁ RIZIKA	58

Přílohy

A. Dopad identifikovaných rizik na harmonogram

N	Rizikový faktor	Pohovor 1			Pohovor 2			Pohovor 3			Pohovor 4			Pohovor 5			Průměr		
		Min	R	Max	Min	R	Max	Min	R	Max	Min	R	Max	Min	R	Max	Min	R	Max
R1	Pomalejší rozhodovací proces klientem	1.00	1.04	1.05	1.10	1.13	1.15	1.10	1.40	1.50	1.10	1.30	1.60	1.10	1.10	1.50	1.08	1.19	1.36
R2	Zpoždění v platebním procesu klienta		1.05		1.10	1.13	1.15	1.30	1.50	1.60	1.20	1.40	1.40	1.09	1.20	1.60	1.17	1.26	1.44
R3	Časté změny požadavků klientem	1.10	1.35	1.50	1.25	1.63	2.00	1.60	1.70	1.80	1.10	1.20	1.30	1.40	1.40	1.90	1.29	1.46	1.70
R4	Chyby v konstrukčních výkresech		1.10		1.15	1.38	1.60		1.30		1.10	1.40	2.00	1.50	1.70	1.80	1.25	1.38	1.80
R5	Nedostupnost nebo nedostatek materiálů	1.00	1.30	1.50	1.20	1.40	1.60	1.10	1.20	1.20	1.20	1.50	1.90	1.10	1.30	1.90	1.12	1.34	1.62
R6	Finanční problémy dodavatelů	1.08	1.10	1.12	1.10	1.13	1.15		1.30		1.10	1.30	1.50	1.40	1.60	1.70	1.17	1.29	1.37
R7	Prehlednost výkresů a technických specifikací	1.00	1.04	1.05	1.00	1.07	1.08	1.02	1.05	1.05	1.05	1.10	1.20	1.12	1.12	1.50	1.04	1.07	1.18
R8	Nedostatek technického personálu a pracovní síly	1.20	1.60	2.00	1.70	1.75	1.80	1.30	1.40	1.50	1.00	1.50	2.00	1.10	1.10	1.80	1.26	1.47	1.82
R9	Pozdní dodání materiálů	1.80	1.90	2.00	1.80	1.90	2.00	1.70	1.70	1.80	1.50	1.50	1.90	1.60	1.60	1.90	1.68	1.72	1.92
R10	Chyby v dokumentaci, nekompletní dokumentace	1.90	1.95	2.00	1.30		1.45	1.20	1.30	1.30	1.10	1.10	1.50	1.10	1.30	1.40	1.32	1.41	1.53
R11	Špatná kvalita materiálů	1.80	1.90	2.00	1.60		1.70	1.50	1.60	1.80	1.50	1.50	1.90	1.80	1.80	1.90	1.64	1.70	1.86
R12	Omezený přístup ke staveništi		1.80			1.50		1.30	1.40	1.50	1.20	1.40	1.40	1.00	1.50	1.70	1.17	1.52	1.53
R13	Špatný design	1.00	1.10	1.20		1.05		1.10	1.60	1.80				1.50	1.60	2.00	1.20	1.34	1.67
R14	Zpoždění v porizení pozemku		1.05		1.10	1.10	1.40		1.20		1.10	1.20	1.40				1.10	1.14	1.40
R15	Zpoždění subdodavatelů	1.50	1.75	2.00	1.55		1.95	1.50	1.50	1.80	1.30	1.50	2.10	1.30	1.30	1.60	1.43	1.51	1.89
R16	Nadměrný počet schvalování na úřadech	1.50	1.75	2.00	1.50		2.00		1.50		1.20	1.50	2.20	1.50	1.70	2.00	1.43	1.61	2.05
R17	Všeobecné havarie	1.50	1.75	2.00	1.50	1.75	2.00	1.10	1.20	1.50	1.10	1.10	1.50	1.30	1.30	1.50	1.30	1.42	1.70
R18	Zvýšení cen na materiálu																		
R19	Dodatečné práce	1.30	1.50	2.00	1.50	1.65	1.80	1.50	1.60	1.60	1.20	1.30	1.40	1.10	1.60	2.00	1.32	1.53	1.76
R20	Nepřesné odhady	1.80	1.90	2.00	1.20	1.35	1.50	1.20	1.40	1.60	1.30	1.50	1.90	1.10	1.30	2.00	1.32	1.49	1.80
R21	Úřad nepovolí investiční záměr investora	1.00	1.30	1.60	1.50	1.75	2.00	1.00	1.30	1.70	1.30	1.30	1.90	1.20	1.50	1.90	1.20	1.43	1.82
R22	Problémy s dotčenými orgány státní správy	1.00	1.30	1.50	1.50	1.75	2.00	1.10	1.30	2.00	1.00	1.30	1.30	1.00	1.50	1.70	1.12	1.39	1.70
R23	Zásah banky do projektu		1.60			1.50	1.75	2.00	1.00	1.60	1.00	1.10					1.17	1.39	1.80

B. Dopad identifikovaných rizik na cenu projektu

N	Rizikový faktor	Pohovor 1			Pohovor 2			Pohovor 1			Pohovor 1			Pohovor 1			Průměr		
		Min	R	Max	Min	R	Max	Min	R	Max	Min	R	Max	Min	R	Max	Min	R	Max
R1	Pomalý rozhodovací proces klientem	1.10	1.13	1.15	1.20	1.33	1.45	1.00	1.10	1.40	1.20	1.60	1.80	1.30	1.50	1.50	1.16	1.33	1.46
R2	Zpoždění v platebním procesu klienta																		
R3	Časté změny požadavků klientem	1.10	1.15	1.20	1.65	1.75	1.85	1.70	1.80	1.90	1.10	1.50	2.10	1.20	1.60	2.80	1.35	1.56	1.97
R4	Chyby v konstrukčních výkresech	1.00	1.30	1.00	1.00	1.30	1.50	1.20	1.50	1.50	1.10	1.10	1.40	1.00	1.20	1.60	1.06	1.28	1.40
R5	Nedostupnost nebo nedostatek materiálů	1.00	1.50	1.00	1.07	1.19	1.30	1.10	1.20	1.30	1.00	1.20	1.60	1.60	1.80	2.00	1.15	1.38	1.44
R6	Finanční problémy dodavatelů	1.10	1.15	1.20	1.15	1.20	1.25	1.10	1.20	1.60	1.60	2.00	2.50	1.10	1.30	1.40	1.21	1.37	1.59
R7	Přehlednost výkresů a technických specifikací;	1.00	1.09	1.12	1.00	1.10	1.15	1.00	1.05		1.00	1.10	1.20	1.00	1.40	1.50	1.00	1.15	1.24
R8	Nedostatek technického personálu a pracovní síly	1.80	1.90	2.00	1.80	1.90	2.00	1.70	1.70	1.80	1.10	1.20	1.30	1.10	1.70	2.20	1.50	1.68	1.86
R9	Pozdní dodání materiálů	1.80	1.90	2.00	1.50	1.70	1.90		1.60			1.50		1.50	1.50	1.70	1.60	1.64	1.87
R10	Chyby v dokumentaci, nekompletní dokumentace	1.70	1.80	1.90	1.30	1.40	1.50	1.20	1.60	1.70	1.20	1.50	1.70	1.70	1.70	1.80	1.42	1.60	1.72
R11	Špatná kvalita materiálů	1.80	1.90	2.00	1.60	1.80	2.00	1.00	1.50	2.00	1.50	1.70	1.70	1.30	1.40	1.70	1.44	1.66	1.88
R12	Omezený přístup ke staveništi	1.00	1.25	1.30	1.30	1.35	1.40	1.50	1.60	1.80	1.40	1.50	1.80	1.00	1.10	1.20	1.24	1.36	1.50
R13	Špatný design	1.50	1.70	2.00	1.00	1.05	1.10										1.25	1.38	1.55
R14	Zpoždění v pořízení pozenku																		
R15	Zpoždění subdodavatelů	1.50	1.75	2.00	1.40	1.45	1.50	1.50	1.50	2.00	1.40	1.60	1.90				1.45	1.58	1.85
R16	Nadměrný počet schvalování na úřadech	1.50	1.75	2.00	1.50	1.75	2.00	1.20	1.20	1.30	1.00	1.50	2.20	1.00	1.40	1.60	1.24	1.52	1.82
R17	Všeobecné havarie	1.50	1.75	2.00	1.30	1.40	1.50	1.00	1.20	1.30	1.00	1.10	1.60	1.20	1.40	1.60	1.20	1.37	1.60
R18	Zvýšení cen na materiály	1.50	1.75	2.00	1.50	1.65	1.80	1.70	1.80	2.20	1.10	1.20	1.30	1.60	1.90	2.00	1.48	1.66	1.86
R19	Dodatečné práce	1.80	1.90	2.00	1.40	1.60	1.80	1.00	1.80	2.20	1.20	1.60	1.60	1.50	1.60	2.00	1.38	1.70	1.92
R20	Neřesné odhady	1.50	1.60	1.70	1.45	1.53	1.60	1.60	1.70	1.70	1.50	1.60	2.00	1.30	2.00	2.20	1.47	1.69	1.84
R21	Úřad nepovolí investiční záměr investora	1.50	1.70	1.80	1.70	1.75	1.80	1.00	1.60	2.00	1.50	2.00	2.50	1.70	1.70	1.90	1.48	1.75	2.00
R22	Problémy s dotčenými orgány státní správy	1.50	1.60	1.80	1.00	1.50	1.60	1.60	1.80	2.00	1.60	1.60	2.00	1.80	2.00	2.20	1.50	1.70	1.92
R23	Zásah banky do projektu	1.20	1.40	1.60	1.45	1.53	1.60	1.20	1.50	1.70	1.00	1.50	1.50				1.21	1.48	1.60

C. Pravděpodobnost vzniku rizikového faktoru

N	Rizikový faktor	P1	P2	P3	P4	P5	Pr.
R1	Pomalý rozhodovací proces klientem	0.50	0.40	0.30	0.30	0.60	0.42
R2	Zpoždění v platebním procesu klienta	0.50	0.55	0.60	0.20	0.50	0.47
R3	Časté změny požadavků klientem	0.50	0.70	0.60	0.40	0.60	0.56
R4	Chyby v konstrukčních výkresech	0.60	0.60	0.65	0.41	0.50	0.55
R5	Nedostupnost nebo nedostatek materiálů	0.10	0.05	0.20	0.30	0.50	0.23
R6	Finanční problémy dodavatelů	0.40	0.40	0.50	0.60	0.80	0.54
R7	Přehlednost výkresů a technických specifikací;	0.05	0.15	-	0.20	0.10	0.13
R8	Nedostatek technického personálu a pracovní síly	0.50	0.70	0.70	0.50	0.60	0.60
R9	Pozdní dodání materiálů	0.20	0.10	0.50	0.60	0.40	0.36
R10	Chyby v dokumentaci, nekompletní dokumentace	0.70	0.50	0.50	0.30	0.20	0.44
R11	Špatná kvalita materiálů	0.20	0.25	0.30	0.50	0.10	0.27
R12	Omezený přístup ke staveništi	0.15	0.45	0.50	0.60	0.40	0.42
R13	Špatný design	0.05	0.10	0.15	-	0.20	0.13
R14	Zpoždění v pořízení pozemku	0.50		0.30	0.40	-	0.40
R15	Zpoždění subdodavatelů	0.30	0.40	0.50	0.30	0.60	0.42
R16	Nadměrný počet schvalování na úřadech	0.50	0.50	0.50	0.40	0.60	0.50
R17	Všeobecné havarie	0.10	0.05	0.20	0.30	0.10	0.15
R18	Zvýšení cen na materiály	0.20	0.35	0.45	0.50	0.10	0.32
R19	Dodatečné práce	0.50	0.20	0.30	0.25	0.44	0.34
R20	Nepřesné odhady	0.50	0.60	0.40	0.60	0.20	0.46
R21	Úřad nepovolí investiční záměr investora	0.50		0.40	0.50	0.50	0.48
R22	Problémy s dotčenými orgány státní správy	0.15	0.12	0.30	0.40	0.24	0.24
R23	Zásah banky do projektu	0.10	0.50	0.30	0.50	-	0.35

D. Dotazník "Analýza rizik stavebních projektu s vlivem na projektový rozvrh a náklady"

Dotazník obsahuje 24 rizikových faktorů, které mají dopad na časový plán výstavby a na náklady. Každá otázka obsahuje 3 hodnoty, důležité pro další zpracování:

Pravděpodobnost - četnost výskytu určité události.

Časový dopad - ilustrující odchylky v rozvrhu, způsobenou rizikem.

Nákladový dopad - ilustruje vliv rizikového faktoru na projektový rozpočet.

Například:

Chyby v konstrukčních výkresech prodlouží dobu trvání projektu o 50%. Pravděpodobnost výskytu je 90%.

1. Vaše pozice:
2. Pomalý rozhodovací proces klientem

Znamená neefektivní nebo pomalý tok informací mezi klientem a řízením projektu.

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

3. Zpoždění v platebním procesu

Subdodavatel nedostane zapláceno za práce. Riziko je vyjádřeno skutečností, že dodavatel snižuje objem práce nebo zastavuje se.

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

4. Časté změny klientských požadavků

Může se jednat, například, o komplikované změny rozsáhlého charakteru, často se zásahy do konstrukcí, které vyžadují individuální přístup dle povahy a rozsahu změny.

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

5. Chyby v konstrukčních výkresech

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

6. Nedostupnost nebo nedostatek materiálů

Nedostatek materiálů potřebných pro projektové aktivity

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

7. Finanční problémy dodavatelů

Nedostatek finančních prostředků zhotovitelů na pokrytí stavebních nákladů

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

8. Přehlednost výkresů a technických specifikací

Chyby v návrhu, technické chyby atd.

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

9. Nedostatek technického personálu a pracovní síly

Nedostatek kvalifikovaných pracovníků k plnění určitého projektu

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

10. Pozdní dodání materiálů

Riziko neschopnosti získat potřebné materiály k určitému datu z důvodu pozdního doručení

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

11. Chyby v dokumentaci, nekompletní dokumentace

Technické chyby v projektové dokumentaci, vyžadující opravu

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

12. Špatná kvalita materiálů

Kvalita objednaného materiálu neodpovídá požadavkům. Toto riziko může vést k časovému zpoždění a zvyšuje náklady.

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

13. Omezený přístup ke staveništi

Přístup ke staveništi může být omezen vzhledem k poloze objektů. toto riziko může vést ke zpoždění projektu kvůli potřebě re-plánování výstavby.

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

14. Špatný design

Dané riziko může vést ke zpoždění projektu kvůli potřebě re-designu výstavby, také zvyšuje náklady

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

15. Zpoždění v pořízení pozemku

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

16. Zpoždění subdodavatelů

Dodavatel nedokáže dodávat materiály nebo dokončit projektovou činnost včas

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

17. Nadměrný počet schvalování na úřadech

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

18. Všeobecné havárie

Pracovní úrazy, nehody způsobené povětrnostními podmínkami apod.

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

19. Zvýšení cen na materiály

Zvýšená cena za materiály, zařízení stavebních nástrojů. Riziko se obvykle vyskytuje v podmínkách dodatečného nákupu, kdy cena není sjednána předem.

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

20. Dodatečné práce

Neočekávané dodatečné práce, které mají za následek časové zpoždění projektu a nárůst nákladů na projekt.

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

21. Nepřesné odhady nákladů a potřebného času

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

22. Úřad nepovolí investiční záměr investora

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

23. Problémy s dotčenými orgány státní správy

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

24. Zásah banky do projektu

	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Pravděpodobnost (%)		
Dopad na rozvrh (%)		
Dopad na cenu (%)		

25. Kromě potenciálních rizik uvedených výše, existují další potenciální hrozby, které mohou ovlivnit úspěch stavebního projektu?