



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Daria Antonova

**Hodnocení ekonomického rizika investičního
projektu**

Diplomová práce

2020



K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Daria Antonova

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – LA – Logistika a řízení dopravních procesů

Název tématu (česky): **Hodnocení ekonomického rizika investičního projektu**

Název tématu (anglicky): Economic risk assessment of investment project

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Fáze přípravy a realizace investičního projektu
- Pojetí ekonomického rizika projektu a fáze jeho řízení
- Počítačová podpora hodnocení rizika investičních projektů
- Hodnocení rizika zadaného investičního projektu s počítačovou podporou
- Návrhy na opatření ke snížení ekonomického rizika hodnoceného projektu

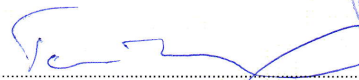



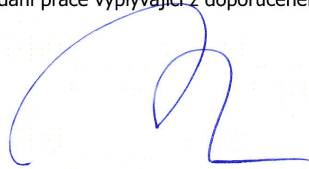
- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: FOTR, J., ŠVECOVÁ L. Manažerské rozhodování - Postupy, metody, nástroje. Praha: Ekopress, 2016
FOTR, J., SOUČEK I. Podnikatelský záměr a investiční rozhodování. Praha: Grada, 2005
BREALEY, R.A., MYERS, S.C. Teorie a praxe firemních financí. Brno: BizBooks, 2014

Vedoucí diplomové práce: **prof. Dr. Ing. Otto Pastor, CSc.**

Datum zadání diplomové práce: **29. června 2019**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **18. května 2020**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.
vedoucí
Ústavu logistiky a managementu dopravy



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


Bc. Daria Antonova
jméno a podpis studenta

V Praze dne 29. června 2019

Poděkování

Chtěla bych poděkovat všem, jejichž rady mi byly nápomocny při tvorbě této diplomové práce, zvláště pak prof. Dr. Ing. Ottu Pastorovi, CSc. za odborné vedení mé práce a za zájem a čas, který mi věnoval. Dále bych chtěla poděkovat svým rodičům a všem blízkým, kteří mě podporovali nejenom při tvorbě této práce, ale po celou dobu mého studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 6.08.2020

podpis 

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá analýzou rizika investičního projektu. Práce nejprve klasifikuje investiční projekty podle určitých hledisek a následně popisuje fáze přípravy a řízení projektu během jeho životního cyklu. Další část je zaměřena primárně na rizika, jejich klasifikaci, způsoby vyjádření, komplex metod identifikace a analýz. Jsou zde také popsány metody snižování rizik. Praktická část zahrnuje komplexní postup analýzy rizik konkrétního investičního projektu. Cílem diplomové práce je stanovit na základě vstupních hodnot určených expertním šetřením ekonomická kritéria efektivnosti investičního projektu a provést analýzu jeho rizik, a následně stanovit opatření proti těm nejvýraznějším z nich.

KLÍČOVÁ SLOVA

Investiční projekt, riziko, pojištěný, ztráty, analýza citlivosti, simulace Monte Carlo, Crystal Ball.

ABSTRACT

The purpose of this master's thesis is to explore the risk analysis of the investment project. At the very beginning, the work classifies investment projects according to certain aspects and then describes the phases of project preparation and management during its life cycle. The next chapter is mainly focused on risks, its classification, complex of methods of identification and analysis. Moreover the chapter describes the methods of risks reduction. The practical part includes a comprehensive process of risk analysis of the specific investment project. The aim of the master's thesis is based on the input values determined by expert investigation to determine the economic criteria of efficiency of the investment project, to perform the analysis of its risks and to determine measures against the most important of it.

KEY WORDS

Investment project, risk, insured, losses, sensitivity analysis, simulation Monte Carlo, Crystal Ball.

Obsah

Seznam použitých zkratk	6
Úvod	7
1 Fáze přípravy a realizace investičního projektu	8
1.1 Klasifikace investičních projektů	9
1.2 Fáze přípravy a realizace projektu	13
1.3 Předinvestiční fáze	15
1.4 Investiční fáze	16
1.5 Provozní fáze	17
1.6 Ukončení provozu a likvidace	18
2 Pojetí ekonomického rizika projektu a fáze jeho řízení	19
2.1 Klasifikace rizik	20
2.2 Základní pojmy vztažené k analýze rizik	22
2.3 Vztahy a souvislosti v analýze rizik	24
2.4 Statistické charakteristiky rizika	25
3 Management rizik	27
3.1 Posouzení situace	28
3.2 Identifikace rizik	29
3.3 Stanovení významnosti faktorů expertním hodnocením	30
3.4 Stanovení významnosti faktorů jednofaktorovou analýzou citlivosti	31
3.5 Hodnocení rizika pomocí rozhodovacích matic	34
3.6 Hodnocení rizika pomocí rozhodovacích stromů	34
3.7 Simulace Monte Carlo	36
4 Metody snižování rizik	41
4.1 Sdílení rizika	41
4.2 Transfer rizika	42
4.3 Diverzifikace	42
4.4 Pojištění	43
4.5 Lineární programování jako nástroj snižování podnikatelského rizika	44
4.6 Vytváření rezerv	45
5 Hodnocení rizika zadaného investičního projektu v Crystal Ball	46
5.1 Crystal Ball	46
5.2 Postup při modelování v aplikaci Crystal Ball	46

5.3	Přehled a vstupní parametry investičního projektu.....	47
5.4	Finanční model.....	50
5.5	Identifikace nejvýznamnějších rizikových faktorů investičního projektu	51
5.6	Simulace a interpretace výsledků.....	53
6	Návrh opatření ke snížení rizika projektu	59
	Závěr	61
	Seznam použité literatury.....	63
	Seznam obrázků.....	67
	Seznam tabulek.....	68

Seznam použitých zkratek

MS	Microsoft
PRINCE2	Projects in Controlled Environments 2nd Version
VVP	Vnitřní výnosové procento
CB	Crystal Ball
CF	Cash Flow (Peněžní tok)
ČSN	Česká technická norma
ISO	International Organization for Standardization
NPV	Net Present Value (Čistá současná hodnota)
OS	Operační systém

Úvod

V tržní ekonomice je dosažení zisku jedním z hlavních důvodů realizace investiční činnosti, kterou si nelze představit bez rozvoje podniku v technické, organizační, finanční a právní oblasti a plánu pro investování kapitálu do konkrétních podnikatelských subjektů. Existuje velké množství vědeckých prací v oblasti řízení rizik investičních projektů, nicméně otázky týkající se rozvoje strategií rozhodování během řízení rizik investičních projektů jsou nedostatečně prostudovány. Rostoucí dynamika ekonomických procesů navíc určuje potřebu vývoje a uplatňování nových účinných mechanismů řízení rizik. Vzhledem k věčné nestabilitě je vývoj vědeckých a praktických doporučení pro řízení rizik investičních projektů nedílnou částí konkurenceschopnosti a trvalého působení na trhu každého podniku.

Daná diplomová práce je zaměřena na vytváření komplexního pohledu na analýzu a řízení rizik. Primárním cílem je na základě vstupních hodnot stanovit ekonomická kritéria efektivnosti investičního projektu a provést analýzu jejich rizik a následně stanovit opatření proti nejvýznamnějším z nich.

Práce je rozdělena do tří základních částí. První část se věnuje pojetí investičního projektu, jeho základní klasifikaci a jednotlivým fázím, kterými projekt prochází během životního cyklu. Druhá část je primárně zaměřena na vysvětlení pojetí rizika, jeho třídění, klasifikaci a postup při jeho vymezení a eliminování. Dále jsou v této části podrobně popsány a znázorněny metody stanovení významnosti faktoru rizika a jeho dalšího vyhodnocení. Tato část je zaměřená na postupy, které jsou užitečné v praxi, a těmi jsou: expertní hodnocení, analýza citlivosti, metody Monte Carlo a rozhodovacích stromů. Třetí část udává kompletní přehled nástrojů umožňujících provádět ofenzivní a defenzivní činnosti související se snižováním rizika. Poslední část je zaměřena na modelování rizik dílčího investičního projektu, řešeného v rámci spolupráce s konzultační firmou, a to konkrétně na stanovení rizikových faktorů a následné provedení simulace Monte Carlo s cílem stanovit celkovou rizikovost daného projektu na základě získaných výstupů ze simulace. Jako počítačová podpora byl zvolen program Crystal Ball, rozšíření programu MS Excel vyvinutý společností Oracle.

Diplomová práce může být přínosná managementu společnosti ze strategického pohledu v rámci řízení investičního projektu v jakékoliv etapě jeho životního cyklu.

1 Fáze přípravy a realizace investičního projektu

Během své existence se lidem za celou historii života podařilo realizovat obrovské množství úspěšných projektů. Jedněmi z mála příkladů jsou stavby pyramid v egyptské Gíze, let prvního letadla přes oceán, expedice člověka na Měsíc atd. Všechny tyto projekty vyžadovaly koordinovanou práci tisíců lidí. Dokonce i v době, kdy lidstvo ještě nevědělo, že používá nástroje řízení projektů, tento druh řídicí činnosti již existoval. Tento starodávný úspěch lidstva demonstrují zříceniny starověkých měst, nádherné historické památky – velké katedrály, mešity a různé další budovy. Některé základní principy těchto staveb se používají i v moderních výrobních systémech.

V současné době představuje řízení projektů novou vlnu manažerské činnosti a získává aktivnější postavení při řešení úkolů než v minulosti. Dříve se řešením úkolů zabýval střední management podniku. Projektový manažer potřebuje nejen základní znalosti podnikání, ale také značnou míru kreativity, flexibility, vytrvalosti, tolerance, a dokonce i nepředvídatelnosti.

Vzhledem ke stále aktivnější implementaci projektů ve funkci podniků je nyní nutné produkovat speciální týmy projektových manažerů, kteří jsou schopni vytvořit a realizovat projekt, úspěšně jej dokončit a vytvořit podmínky pro životaschopnost všeho, co v jeho průběhu vzniklo.

Projektový management byl tradičně používán ve stavebnictví, vojenském průmyslu, vědách a umění. Postupně se rozvinul ve vzdělávacích procesech, reklamní a konzultační činnosti, restrukturalizaci podniků a rozvoji informačních technologií. Mnoho podniků v různých oblastech dosáhlo značných výsledků ve vývoji, a to díky využívání projektových přístupů, které zajišťují rychlou kvalitativní transformaci. Řízení projektů se uplatňuje nejen v ekonomice, ale umožňuje efektivnější řešení problémů v sociálních, environmentálních, politických, technických, psychologických, mezinárodních a v dalších oborech.

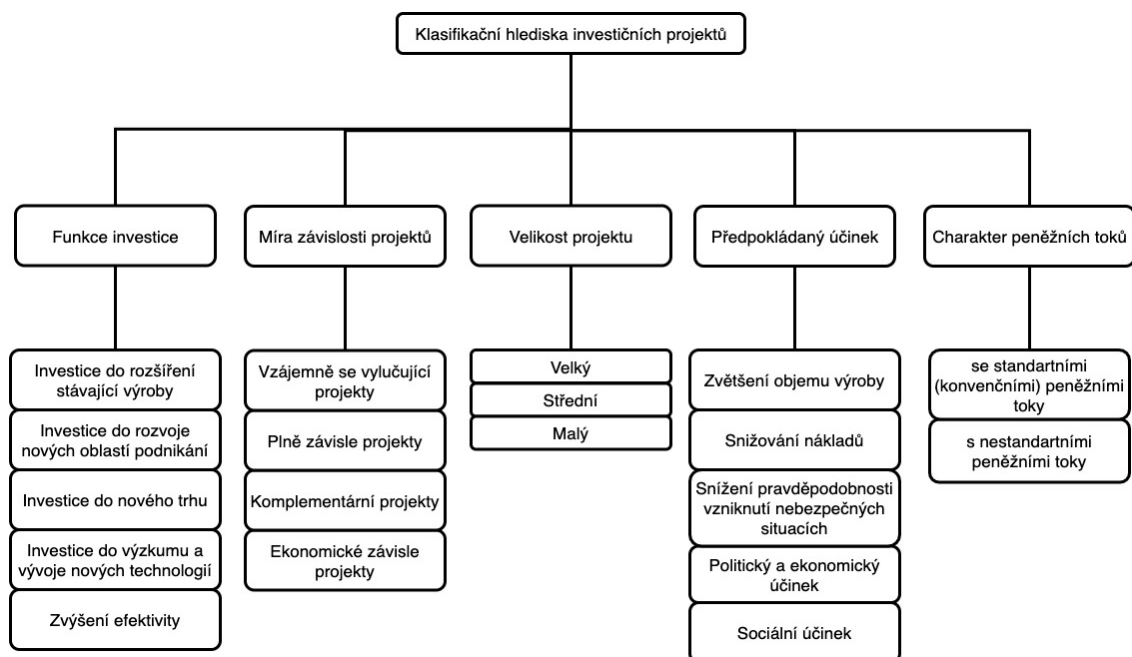
Projektový management zahrnuje takové body, jako jsou vypracování plánu práce, určení projektového manažera a projektového týmu, provádění a monitorování projektových aktivit. Řízení projektů je vždy spojeno s inovacemi, podporou testovacích prvků (nový trh, nový produkt). Cílem projektového řízení je řešit konkrétní úkoly ve zkrácené době s minimálními transakčními náklady (spojenými se špatnou komunikací, změnami, zneužíváním zdrojů atd.).

Všechny projekty jsou různé, neexistuje model nebo postup dějů, které lze úspěšně používat v řízení u absolutně všech projektů. Také neexistuje žádný systém, který by vyhovoval všem manažerům a byl by vhodným pro všechny členy týmu. Během existence řízení projektu však existuje řada účinných přístupů, metod a standardů, které lze využívat. Některé z těchto metod budou popsány v této kapitole. Dále bude detailně rozebráno několik druhů klasifikace, fáze přípravy a realizace investičních projektů.

1.1 Klasifikace investičních projektů

Základním pojmem, u kterého je potřeba začít, je investice. Investice představuje souhrn peněžních prostředků, které byly investorem vynaloženy do podniku s cílem dosažení zisku nebo pozitivního sociálního efektu. Investice se rovněž dá popsat jako dlouhodobé vynaložení určitých prostředků za předpokladu zvětšení původního kapitálu v budoucnosti. Jedním z cílů investování je zvýšení efektivity, snížení nákladů se zachováním kvality na výrobu produkce, resp. poskytování služeb pomocí inovace a zavadení nových technologií. (1)

Investiční projekty se dají klasifikovat podle různých charakteristik. Na obrázku č. 1 je schematicky znázorněna klasifikace projektu na základě šesti základních hledisek.



Obrázek 1: Klasifikace investičních projektů. Zdroj: (2)

Funkce investice

Zvýšení efektivity podniku zahrnuje takové činnosti, jako jsou snížení nákladů podniku, např. výměnou zastaralého zařízení, pravidelné školení zaměstnanců nebo přesunutí továren do regionů s nejúspornějšími výrobními a marketingovými podmínkami. Cílem investování do stávající výroby je zvýšení produkce zboží na trhu v rámci stávajících průmyslových odvětví.

Investice do rozvoje nových oblastí podnikání: jednou z klíčových podmínek racionální organizace podnikání je jeho diverzifikace, jejímž smyslem je v rámci firmy rozvíjet několik nezávislých průmyslových odvětví. Důvodem rozvíjení je kolísání zisků během několika let (pokles v jednom sektoru hospodářství může být doprovázen růstem v jiném) a pravděpodobnost vyvíjení nového perspektivního odvětví.

Projekty, které jsou spojeny s investicemi do nového trhu, spočívají nejčastěji v rozšíření výroby. S expanzí trhů nedochází k zásadním konstrukčním změnám produktů, ale může dojít k nepatřičným změnám a vylepšením, například z národních či klimatických důvodů, nebo vstupem dalšího subjektu na trh. Kromě toho existuje potřeba rozvíjení distribuční logistiky a marketingové strategie v novém místě podnikání.

V současné době hrají projekty zaměřené na výzkum a vývoj nových technologií nesporně důležitou roli. Velké společnosti vynakládají velmi značné částky na výzkum a vývoj. Významnými nevýhodami těchto projektů jsou zvýšená rizikovost a obtížné hodnocení.

Velikost projektu

Investiční projekty se významně liší v závislosti na výši požadované investice a době trvání investičního vývoje. V praxi lze rozdělit projekty na velké, střední a malé. Ve většině případů je kritériem hodnocení pro klasifikaci projektu do určité skupiny výše kapitálové investice. Klasifikace projektů z hlediska objemu požadovaných investic nejčastěji závisí na velikosti samotné společnosti; kritéria, dle kterých se analyzovaný projekt klasifikuje jako velký nebo malý, se výrazně liší. Zpravidla jsou za realizace projektů z různých skupin odpovědní manažeři na různých hierarchických úrovních. Například ve velkých společnostech je běžnou praxí omezit výši investic, s kterou má manažer dané úrovně právo nakládat; u ambiciózních a nákladných projektů rozhodnutí o jejich nutnosti přijímá vrcholový management.

Cíle, které jsou stanoveny během vytváření projektů, se mohou lišit a výsledek realizace se ne vždy posuzuje hodnotou dosaženého peněžního zisku. Existují projekty, které jsou nerentabilní v ekonomickém smyslu, ale například vytvářejí nepřímý příjem získáváním

stability v dodání surovin a polotovarů, vstupem na nové trhy, dosahováním určitého sociálního efektu, snižováním nákladů pro další projekty a průmyslová odvětví atd. Jak již bylo uvedeno, v mnoha vyspělých zemích je otázka ochrany životního prostředí a zajištění bezpečnosti produktů společnosti pro uživatele a přírodu velmi aktuálním problémem.

Projekty, které mají za cíl zvětšit objem výroby, jsou zaměřeny na rozšíření tradiční výroby. Zde je výsledkem zvýšení tržního podílu výrobků kontrolovaných danou společností.

Projekty spojené se snižováním nákladů jsou zaměřeny na snížení nákladů buď na existující výrobu, nebo na společnost jako celek. Podle základu ekonomiky je zisk rozdílem mezi příjmy a výdaji. Z toho vyplývá, že snižování nákladů vede ke zvýšení zisku.

Snížení pravděpodobnosti vzniku nebezpečných situací ve výrobě a marketingu

Projekty této skupiny jsou zaměřeny na snížení rizika výrobních a obchodních aktivit do firmy společnosti. Příklady zahrnují projekty související se zavedením spolehlivějšího vybavení a uskutečňování pravidelného školení zaměstnanců.

Politický a ekonomický účinek

Projekty této skupiny zpravidla řeší problémy politického charakteru. Příkladem je snaha velkých firem implementovat vlastní ideologie v různých oblastech, včetně obchodu.

Projekty určené k dosažení sociálního účinku jsou docela běžné. Provádějí se především při realizaci státních a veřejných programů. Příkladem jsou projekty spojené s pokročilým vzděláváním zaměstnanců společnosti, výstavbou center relaxace a fyzického rozvoje. Při správném rozvoji rekvalifikačního systému se však činnost těchto center ospravedlňuje nejen v sociálním, ale i v ekonomickém smyslu. (2)

Podle **míry závislosti** rozlišujeme projekty:

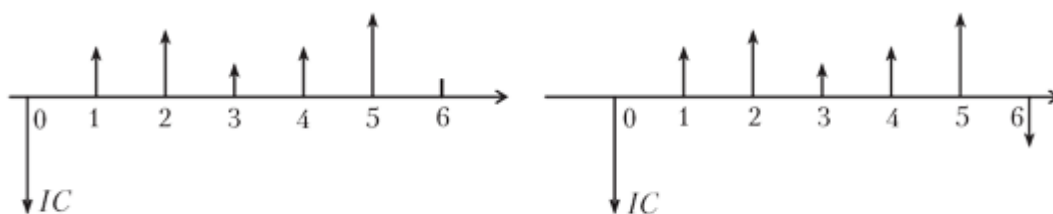
Vzájemně se vylučující; znamená to, že firma chce uskutečnit pouze jeden z těchto dvou projektů, nikoli oba. Například při rozhodování mezi dvěma způsoby technologií výroby produktu.

Plně závislé; v některých případech mohou být projekty uskutečňovány pouze v určitém pořadí a tvoří určitý soubor, který bude realizován v případě dokončení všech jeho projektů. Například pokud lze tři projekty A, B a C uskutečnit v sekvenci, může být projekt B proveden až po provedení projektu A. Jakmile je projekt A proveden, vytváří příležitost k provedení projektu B.

Komplementární; projekty, mezi kterými existuje závislost, např. růst příjmů u jednoho projektu vede k růstu příjmu u druhého komplementárního projektu.

Ekonomicky závislé; druh projektů, u kterých se může projevit substituční efekt, vyvolaný zavedením nového výrobku, resp. služby, mající stejné nebo podobné funkce, jako má dosavadní produkt (služba).

Podle charakteru peněžních toků lze klasifikovat projekty se *standardními* (konvenčními) a *nestandardními* peněžními toky. Investiční projekty se standardními (konvenčními) peněžními toky sestávají z jednorázových investic (peněžní výdaje) a následných peněžních příjmů. V případě investičních projektů s nestandardními peněžními toky se kladné a záporné peněžní toky střídají. Na obrázku č. 1 jsou znázorněna schémata obou typů projektů. Vlevo je příklad projektu se standardními (konvenčními) peněžními toky, vpravo s nestandardními.



Obrázek 2: Grafické znázornění IP podle charakterů peněžních toků. Zdroj: (2)

Další klasifikační systém byl popsán Jiřím Fotrem a Ivanem Součkem v jejich práci "*Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*". Dle dané práce je základem klasifikačního systému šest třídících hledisek. Mezi ně se řadí vztah k rozvoji podniku, věcná naplň projektů, míra závislosti projektu, forma realizace projektu, charakter peněžních toků, velikost projektu. Dále budou popsána jenom ta hlediska, která nebyla rozebírána v prvním klasifikačním systému této podkapitoly.

Z hlediska **vztahu k rozvoji podniku** lze každý projekt zařadit do jedné ze tří skupin. První skupinou jsou **rozvojové projekty**. Dané typy projektů jsou orientovány na expanzi a jejich cílem je zvýšení stávající schopnosti podniku produkovat nebo prodávat výrobky, resp. služby. Do druhé skupiny patří **projekty obnovy**. Zde se jedná o náhradu výrobního zařízení, které se nachází v konečné fázi své životnosti. V některých případech se podnik snaží obnovit zařízení před skončením technické životnosti. Dané typy úloh se dají řešit jako optimalizační problém o zjištění hodnot nezávislé proměnné (proměnných), při němž bude maximalizovaná či minimalizovaná cílová funkce. Třetí skupinou jsou **mandatorní**, resp. **regulatorní projekty**, které se zaměřují na zákony, předpisy a různé druhy pracovních smluv v oblastech spojených s ochranou životního prostředí, bezpečností práce, hygienických norem atd.

Na základě **věcné náplně** můžeme projekty členit na ty, které se zabývají:

- **zavedením nových výrobků, resp. technologií**; projekty se zaměřením na implementaci nového produktu do systému podniku,
- **výzkumem a vývojem nových výrobků a technologií**; dané typy projektů patří k rizikové skupině,
- **inovací IS, resp. zavedením informačních technologií**.

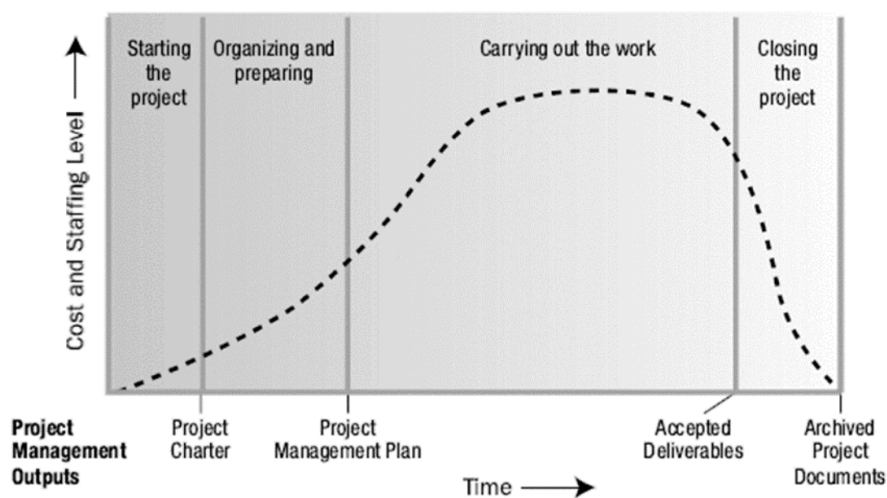
Podle **formy realizace** můžeme projekty rozdělit na **investiční výstavby** a **akvizice** (koupě). Do první skupiny patří projekty zaměřené na zvětšený objem výrobní kapacity. Daný typ projektu se realizuje jak v již existujícím podniku, tak i formou výstavby na zelené louce. Druhá skupina zahrnuje projekty, kterými kupující zvětšuje podíl svých aktiv. (3)

1.2 Fáze přípravy a realizace projektu

Všechny projekty jsou odlišné, jejich fáze se mohou lišit v závislosti na rozsahu, složitosti projektu, oblasti činnosti a systému organizace práce. Avšak bez ohledu na to mají stejnou základní strukturu životního cyklu, kterou lze rozdělit do čtyř základních fází (viz obrázek č. 3):

- předinvestiční (předprojektová příprava);
- investiční (projektová příprava a realizace výstavby);
- provozní (operační);
- ukončení provozu a likvidace.

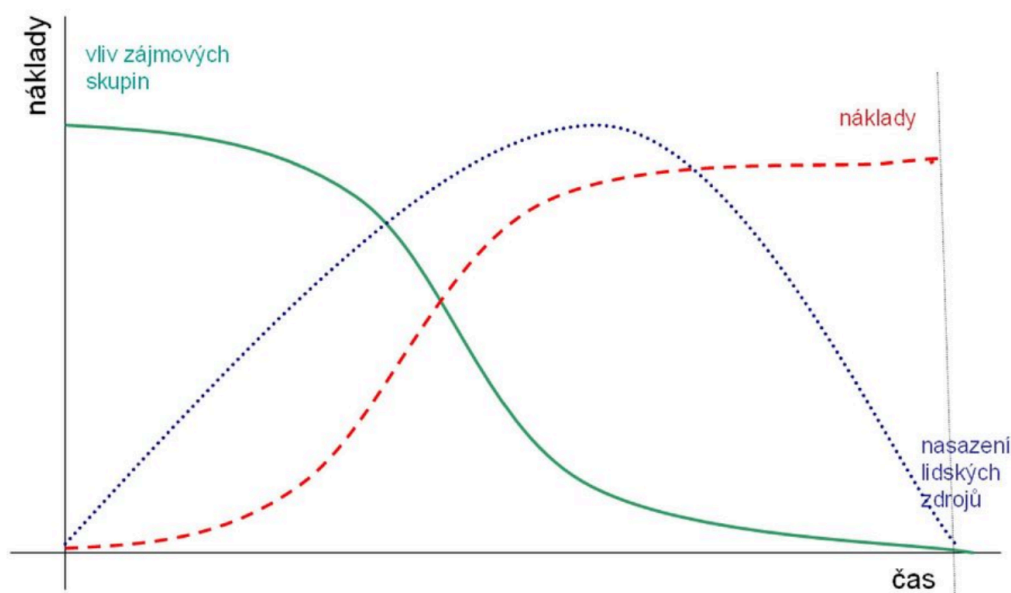
Dané fáze jsou zjednodušenou metodikou PRINCE2 (Projects IN Controlled Environments 2nd Version). Toto je jedna z nejrozšířenějších metodik projektového řízení. Její struktura je daná čtyřmi základními elementy: principy, tématy, procesy a přizpůsobením metodiky prostředí projektu. (4)



Obrázek 3: Rozložení fází projektu. Zdroj: (5)

Čtyřfázová metoda je výhodná, protože pomocí ní lze vytvořit přehledný model s jasným rozhraním mezi situacím, která předchází samotnému projektu (rozhodnutí o tom, zda bude projekt realizován), přípravě projektu (vytvoření týmu, příprava dokumentace), zprovoznění projektu a likvidace. (5) Každou ze čtyř fází lze rozdělit na podetapy, které jsou v další části práce podrobně popsány.

Dále je na obrázku č. 4 znázorněna možnost ovlivnění výše nákladů v závislosti na fázi projektu. Z obrázku lze vysledovat, že investiční náklady jsou nejnižší na začátku projektu, tj. v předinvestiční fázi. Proto je v této fázi nejvyšší možnost ovlivnění (snížení) nákladů v závislosti na fázích projektu. Zároveň je na začátku projektu docela vysoký podíl vlivů zájmových skupin, avšak časem dochází na rozdíl od nákladů spojených s realizací projektu k poklesu. Potřeba lidských zdrojů se zvyšuje těsně před nebo během operační fáze a klesá ve fázi likvidace projektu. (6)



Obrázek 4: Životní cyklus projektu. Zdroj: (6)

Základem projektu je vždy určitá myšlenka, která bývá označována jako investiční plán nebo koncepce. Tato myšlenka může mít jak vnější, tak i vnitřní zdroj. Příkladem vnějšího zdroje je vznik nových technologií, změny na trhu nebo změny zákonů země, v níž se podniká. Za vnitřní zdroj lze považovat podnikatelskou iniciativu, vlastní výzkum a vývoj firmy, zájmy akcionářů, resp. vlastníků. Z toho důvodu, že existuje velké množství podobných nápadů a myšlenek, je úkolem prozkoumat a vybrat ty nejlepší, a to podle hodnotících kritérií. Mezi hodnotící kritéria patří náklady, riziko a dostupnost potřebných zdrojů. Tuto operaci lze provést pomocí odborného posouzení proveditelnosti projektu s využitím vážených koeficientů.

Algoritmus posouzení je popsán dále a následně ilustrován v tabulce č. 2:

1. identifikovat faktory, které významně ovlivňují proveditelnost projektu;
2. seřadit tyto faktory (v sestupném pořadí podle významnosti);
3. vyhodnotit váhu (pořadí) každého faktoru. Součet řad se musí rovnat 1;
4. přiřadit každému faktoru hodnocení v bodech (od 0 do 100);
5. výsledkem posouzení je součet součinů vah každého faktoru.

Tabulka 1: Příklad č. 1. Zdroj: vlastní zpracování

№	Faktor	Koeficient	Posouzení faktorů pro investiční projekt č.			Integrální posouzení faktorů pro investiční projekt č.		
			1	2	3	1	2	3
1	Poltava	0,24	70	65	90	16,8	15,6	21,6
2	Zdroje	0,31	60	76	42	18,6	23,56	13,02
3	Duševní vlastnictví	0,19	80	80	70	15,2	15,2	13,3
4	Licence	0,15	60	90	83	9	13,5	12,45
5	Náklady	0,11	65	75	75	7,15	8,25	8,25
	Suma	1				66,75	76,11	68,62

1.3 Předinvestiční fáze

Předinvestiční fáze se obvykle provádí před zahájením jakékoliv činnosti vztahující se k projektu, a to včetně plánování. Jedná se o jednu ze základních etap, které určují, zda by měl být projekt realizován, či nikoliv. Mezi úkoly předinvestiční fáze patří identifikace podnikatelských příležitostí, předběžný výběr a rovněž příprava projektu obsahující analýzu jeho variant. V této fázi probíhá především sběr informací, jejich analýza a následné hodnocení. Výstupem této fáze je tedy rozhodnutí, zda se projekt bude realizovat, či nikoliv. Jak už bylo uvedeno, prvním krokem této fáze je **identifikace podnikatelských příležitostí (Opportunity study)**, během které se provádí posouzení proveditelnosti projektu, potřeb a závazků zúčastněných stran. (3) Tento krok pomáhá identifikovat inovativní způsoby a prostředky pro realizaci, usnadňuje pochopení jednotlivých částí projektu a definuje možné ekonomicky výnosné příležitosti. (7) Výstupem studie příležitostí je soubor potenciálních investic. Rovněž lze v tomto kroku rozhodnout o jeho pokračování, nebo ukončení. Důvodem k vyřazení projektu může být vysoká pravděpodobnost výskytu rizika nebo nízká ziskovost. (8)

Následným krokem je **předběžná technicko-ekonomická studie (Pre-feasibility study)**, která vyžaduje vysoké časové a jiné náklady. Předběžná studie je prováděna za účelem stanovení, vyšetření, posouzení a výběru nejlepších obchodních scénářů. V této studii se předpokládá, že existuje více než jeden scénář uskutečnění projektu, a proto je potřeba vědět,

který z nich je nejlepší z technické a finanční stránky. V tomto kroku se vybírá nejlepší varianta implementace projektu z několika variant. Jedná se o poměrně složitý proces, který vyžaduje čas, protože je potřeba prozkoumat každý scénář a zohlednit všechna rizika. (9) Posuzovaná varianta se většinou týká následujících částí projektu:

- strategie firmy a rozsah projektu,
- místo realizace projektu,
- vliv na životní prostředí,
- dostupné technologie,
- kvalifikace pracovníků,
- plán realizace projektu,
- odhad investičních nákladů.

Výsledkem daného kroku je buď rozhodnutí o zpracování podrobné technicko-ekonomické studie, či rozhodnutí o zastavení dalších prací na přípravě projektu. (3)

Technicko-ekonomická studie projektu (Feasibility study) je studie založená na zkušebních pracích a inženýrských analýzách, která poskytuje dostatek informací, které vedou k rozhodnutí, zda by měl být projekt realizován. Daný krok lze považovat za rozhodovací bod „go / no-go“, což znamená, že někdy může být odpověď negativní. Nejprve zvažujeme přípravu studie proveditelnosti, pokud stále nemáme představu, jak získat finanční prostředky na realizaci projektu. Na rozdíl od předběžné technicko-ekonomické studie je v tomto kroku potřeba zpracovat analýzu finančních zdrojů. (9)

Výsledky technicko-ekonomické studie projektu jsou přesná formulace cílů projektu, jeho základní charakteristiky, způsoby realizace projektu, všechny přímé a nepřímé náklady související s projektem, zhodnocení vlivu na životní prostředí, dosažitelný podíl na trhu a představa očekávaného zisku. Součástí daného kroku je identifikace základních rizikových faktorů. Důležitým aspektem zahájení provádění technicko-ekonomické studie je jistota, že lze získat zdroje pro financování projektu, realizovatelného zvoleným způsobem. V opačném případě by byly prostředky na zpracování studie použity iracionálně. (3)

1.4 Investiční fáze

Výsledek předinvestiční fáze slouží jako podklad k zahájení investiční fáze. Během této fáze je potřeba zpracovat zadání stavby a projektovou dokumentaci. Dalšími kroky jsou realizace výstavby, příprava uvedení projektu do provozu a zkušební provoz.

Zadání stavby je dokumentem definujícím důvody vzniku, cíle a rozsah projektu. Daný dokument zahrnuje veškeré informace týkající se surovin, výrobních kapacit, spotřeby energií, umístění a dostupnosti lokality a technické koncepce projektu atd. V případě, že projekt zahrnuje licenci, bude do zadání stavby zaveden požadavek na poskytovatele licence. Tento dokument rovněž slouží jako podklad pro výběrová řízení dodavatelů. Na jeho základě se rozhoduje, bude-li realizace projektu pokračovat, nebo bude pozastavena.

Dalším krokem investiční fáze je zpracování úvodní projektové dokumentace. Tento krok umožňuje spočítat přibližné náklady s přesností $\pm 10\%$, získat územní rozhodnutí a stavební povolení, pokud to projekt vyžaduje.

Během realizace výstavby se provádějí činnosti jako:

- nákup zařízení a materiálů a následné dodání na staveniště,
- inspekční prohlídky zařízení po montáži,
- průběžné monitorování realizace výstavby,
- přeprava dokumentů,
- školení pracovníků,
- vypracování zprávy o výstavbě.

Na konci této fáze se testují výrobní zařízení, uvádějí se do zkušebního provozu a kontroluje se, aby byly činnosti vztahující se k zahájení provozu provedeny v souladu s legislativou a projektovou dokumentací. Rovněž probíhá aktualizace a modifikace existující dokumentace.

(3)

1.5 Provozní fáze

Po investiční fázi projekt přechází do provozní fáze. V této fázi ekonomická činnost probíhá s využitím nově vytvořeného zařízení. Stejně jako každá provozní fáze cyklu má své vlastní problémy a lze je posuzovat jak z krátkodobého hlediska, tak i z dlouhodobého. **Krátkodobý pohled** se vztahuje k uvedení projektu do provozu. Během dané podetapy mohou vznikat určité komplikace, jako jsou nezvládnutí určeného technologického procesu a nedostatečná kvalifikace pracovníků. Většina těchto problémů vzniká v realizační fázi projektu. **Dlouhodobý pohled** se vztahuje ke zvolené strategii projektu. V případě, že se zvolená strategie a základní předpoklady ukázaly jako mylné, zavedení opatření může být docela obtížným procesem s využitím vysokých nákladů.

Doba trvání této fáze se zpravidla plánuje v předprojektové přípravě. Pro každé zařízení se stanovují normativní období jeho provozu. Provozní fáze by měla trvat tak dlouho, aby byla

v souladu se současnou investiční politikou. Obvykle definuje problematiku odpisů, odpisů zařízení a postupů pro ekonomicky spolehlivou aktualizaci dlouhodobého majetku společnosti. Řízení investičního projektu v provozní fázi je založeno na ukazatelích ekonomické efektivity. Závisí na délce fáze životního cyklu a na koeficientu návratnosti. V tomto ohledu může být během této fáze zapotřebí dalších nekritických investic, aby se zvýšila návratnost fixního kapitálu.

1.6 Ukončení provozu a likvidace

Dokončení projektu je doprovázeno likvidační a analytickou fází. V této fázi jsou řešeny:

1. Eliminace vznikajících nebo potenciálních negativních vlivů z výsledků projektu, například negativní vliv na životní prostředí. Ve většině případů tyto záležitosti upravuje zákon. Daná práce je kapitálově poměrně náročná, ale nezbytná. Důležité je, aby byly během kalkulace tyto náklady zahrnuté do výpočtu,
2. Do fáze likvidace patří prodej likvidovaného majetku, demontáž zařízení, prodej přebytečných zásob, sanace lokality atd.
3. Dokončení projektu zahrnuje shrnutí jeho výsledků, vyhodnocení a analýzu dosažených cílů. Probíhají práce na nedostatcích, doplňují se knihovny investičních a technologických řešení. Analýza výsledků projektu poskytuje firmě neocenitelné zkušenosti s vývojem a řízením projektů. (2)

2 Pojetí ekonomického rizika projektu a fáze jeho řízení

Úkolem této kapitoly je odpovědět na otázku, co znamená pojem riziko, popsat základní třídění, způsoby hodnocení a snižování rizika. Existence rizik je nedílnou součástí objektivní reality, která vždy ohrožuje konečný výsledek jakékoliv události. V každé oblasti lidské činnosti se vyskytují rizika. Riziko je definováno jako nejistá událost nebo podmínka, která – pokud k ní dojde – má buď pozitivní, nebo negativní dopady na cíle. (10) V současné době lze řízení rizik považovat za jeden z klíčových determinantů úspěchu projektu. Nezvládání rizika je jednou z hlavních příčin zhoršení kvality, prodloužení doby výroby a překročení rozpočtu ve srovnání s původním plánem podniku. (11) Riziko znamená jak nejistotu pokud jde o budoucnost, tak to, že výsledek může vést do horší situace, než v jaké se momentálně nacházíme. (12)

Pojetí riziko výrazem, který vzniknul v 17. století a definoval se jako „nebezpečí při plavbách“. Nyní tento pojem označuje pravděpodobnost vzniku škody, poškození, ztráty či zničení. Dále je popsáno několik dalších definic pojmu riziko:

- pravděpodobnost či možnost vzniku ztráty, obecně nezdaru,
- variabilita možných výsledků nebo nejistota jejich dosažení,
- odchýlení skutečných a očekávaných výsledků,
- pravděpodobnost jakéhokoliv výsledku, odlišného od výsledku očekávaného,
- situace, kdy kvantitativní rozsah určitého jevu podléhá jistému rozdělení pravděpodobnosti,
- nebezpečí negativní odchylky od cíle (tzv. čisté riziko),
- nebezpečí chybného rozhodnutí,
- možnost vzniku ztráty nebo zisku (tzv. spekulativní riziko),
- neurčitost spojená s vývojem hodnoty aktiva (tzv. investiční riziko),
- střední hodnota ztrátové funkce,
- možnost, že specifická hrozba využije specifickou zranitelnost systému,
- kombinace pravděpodobnosti události a jejího následku.

Pojetí riziko úzce souvisí s pojmy neurčitý a nežádoucí výsledek. Pojem neurčitý výsledek definuje podmínku, že musí existovat alespoň dvě varianty řešení. V případě, že existuje jistota, že dojde ke ztrátě, pokud budeme investovat do určitého projektu, nelze hovořit o riziku. Výsledek je zde jistý a riziko neexistuje, protože riziko je vždy spjata s rozhodnutím. Druhý

termín označuje, že alespoň jeden z možných výsledků je nežádoucí. V obecném slova smyslu se jedná například o výnos, který je nižší než očekávaný. (13)

Pokud se jedná o riziko, tak jsou ve většině případů důležitými aspekty způsoby zjištění hodnoty a pravděpodobnosti rizika za určitých podmínek. Metody analýzy rizik budou popsány v následující kapitole. Hodnota rizika se dá spočítat jako součin pravděpodobnosti, že riziko nastane. Hodnoty předpokládané škody (ztráty):

$$HR_i = p_{Ri} * ZR_i$$

kde:

HR_i ... je finančně vyjádřená míra rizika R_i ,

p_{Ri} ... je pravděpodobnost, že riziko i nastane,

ZR_i ... je finančně vyjádřená hodnota předpokládané škody (ztráty), kterou riziko R_i způsobí.

(8)

Existuje silná potřeba hodnotit a kontrolovat riziko ve všech fázích projektu. Existuje mnoho různých metod řízení rizik, avšak důležitou podmínkou téměř u každé metody je zjištění počátečního stavu, okolností a stanovení kritéria pro výběr mezi rizikovými technikami. Tato kritéria však obvykle nezohledňují komplexní soubor jedinečných charakteristik projektu a prostředí, ve kterém se nachází. (14)

2.1 Klasifikace rizik

Podnikatelské riziko má pozitivní a negativní stránky. Negativní stránka se projevuje tím, že při neúspěchu budou vynaložené náklady ztracené, na druhou stranu při dosažení úspěchu může podnik (podnikatel) docílit velkého zisku – což je pozitivní hledisko. Podnikatelské riziko se v případě použití cizího kapitálu na rozvoj nového produktu zvětšuje.

Čisté riziko má na rozdíl od podnikatelského pouze negativní stránku, což znamená, že zde neexistuje možnost dosažení žádného zisku a pravděpodobným důsledkem je pouze plná ztráta, částečná ztráta nebo rovnovážná situace. Daný typ rizika se vztahuje ke škodám na majetku (majetková rizika), poškození zdraví (osobní rizika), ke ztrátám způsobeným přírodními jevy nebo jednáním lidí (rizika odpovědnosti).

Systematické riziko a nesystematické riziko; systematické riziko je riziko, kterému jsou vystaveny všechny firmy na trhu a které nelze diverzifikovat, ale může být například pojištěno, nejčastěji je vyvoláno společnými faktory. Vzhledem ke specifikaci systematického rizika patří

do skupiny makroekonomických rizik. Opakem systematického rizika je nesystematické riziko, které představuje mikroekonomické riziko. Daný druh rizik je specifický pro jednotlivé firmy. Zdrojem tohoto rizika může být ukončení spolupráce s klíčovým subdodavatelem, resp. zákazníkem, růst konkurence na trhu atd. Vzhledem k tomu, že nesystematické riziko lze diverzifikovat, se celkové riziko rovná úrovni toho systematického, které diverzifikovat nelze.

Vnitřní riziko a vnější riziko se určuje na základě toho, z jaké strany riziko ovlivňuje podnik. Vnitřní riziko je vztaženo k faktorům uvnitř společnosti. Za vnitřní riziko pro společnost lze považovat například sdílení citlivých dat zaměstnanci, riziko selhání zaměstnance, neloajální management, špatné mezilidské vztahy na pracovištích a s odbory atd. Vnější riziko je vyvoláno podnikatelským okolím. Jeho zdrojem mohou být činnosti subdodavatelů, konkurentů, odběratelů, změna legislativy apod. Faktory vnějšího rizika mohou být jak makroekonomické, tak i mikroekonomické. Ve většině případů se jedná o kombinaci obou typů rizik.

Ovlivnitelné riziko a neovlivnitelné riziko souvisí s možností firmy působit na příčinu jejich vzniku. Ovlivnitelné riziko lze oslabit nebo eliminovat pomocí zavádění opatření. Příkladem je zvýšení kvalifikace pracovníků, obnova technických prostředků ve firmě, splnění norem bezpečnosti. Pravděpodobnost vzniku neovlivnitelného rizika nelze snížit působením na jeho příčiny, ale lze přijmout opatření, která vedou k minimalizaci škody.

Sekundární riziko; jedná se o riziko, která vzniká při eliminaci primárních rizik.

Do **rizik ve fázi přípravy a realizace projektu** patří všechna rizika, která mohou opozdit termín odevzdání projektu a která mohou vést k překročení stanoveného rozpočtu a ovlivnit výslednou kvalitu projektu.

Rizika ve fázi provozu jsou faktory, které mohou ovlivnit výsledek fungování projektu. Příkladem je růst cen surovin, deflace, krize, pokles poptávky apod.

Další velkou skupinou členění rizik je rozdělení podle jejich věcné náplně. Podle daného hlediska lze rozdělit rizika do 11 skupin:

1. **technicko-technologická**, která souvisí s využíváním technologií, konkrétně s neúspěchem vyvinutí, implementací nových výrobků a technologií ve firmě,
2. **výrobní** se projevuje v nedostatku zdrojů různé povahy, což může ohrozit kvalitu výrobního procesu a výsledku,

3. **ekonomická** jsou vyvolána faktory, jako je například růst různých nákladových položek,
4. **tržní** je spojená s úspěšností výrobků (služeb) na domácích i zahraničních trzích a má převážně podobu prodejních rizik (ve vztahu k velikosti prodeje) a cenových rizik (z hlediska dosahovaných prodejních cen),
5. **finanční**, spojená s finančními aktivitami, např. s dostupností zdrojů financování, zvýšením úrokových sazeb, změn kurzů apod.
6. **kreditní**, spojená s neschopností splácet úroky,
7. **legislativní**, která souvisí s politikou vlády a se změnou legislativy,
8. **politická**, vztažena ke vzniku nepokojů v zemi, např. stávků, války, teroristické útoky,
9. **environmentální**, souvisí s náklady na ochranu vodních zdrojů, s dopadem na zdraví lidí, udržením biodiverzity a kvality životního prostředí,
10. **rizika spojená s lidským činitelem** jsou přímo úměrná úrovni zkušeností, kompetence i jednání všech relevantních subjektů,
11. **informační** souvisí s nedostačující ochranou firemních dat a mohou vyvolávat ztrátu nebo poškození cenných dat,
12. **zásahy vyšší moci**, které jsou spojené s riziky havárií výrobních zařízení a s nebezpečím živelných pohrom různého druhu. (3)

2.2 Základní pojmy vztahované k analýze rizik

Analýzu rizik lze definovat jako metodický nástroj pro stanovení rizik a jejich závažnosti. Pomocí dané analýzy lze odpovědět na otázky: co se může stát; proč se to může stát; jaké to bude mít dopady. Analýza je nezbytně nutná pro posuzování existujících či navrhovaných opatření a k vytváření scénářů průběhu pohromy. Výsledkem analýzy rizik může být tabulkový seznam nouzových situací s návrhy na snížení rizika. Na tento výsledek navazuje řízení rizika. (15)

Zpravidla lze analýzu rizik rozdělit do čtyř částí:

1. identifikace aktivit,
2. stanovení hodnoty aktivit,
3. identifikace hrozeb a slabín,
4. stanovení závažnosti hrozeb a míry zranitelnosti. (13)

Aktivum

Aktiva lze charakterizovat jako majetek, hodnotu, která může být snížena působením hrozby.

Aktiva se dají seřadit podle jednotlivých druhů:

- **hmotná** (pozemky, budovy, stavby, cenné papíry, peníze atd.),
- a **nehmotná** (nehmotné výsledky výzkumu a vývoje, software, ocenitelná práva, autorská práva atd.).

Hodnota aktiva představuje základní parametr, jehož prostřednictvím se dá ocenit důležitost aktiva. Ve většině případů je tento parametr relativní a záleží na konkrétní situaci. Dalším významným parametrem aktiva pro analýzu rizik je zranitelnost, která je popsána dále. (13)

Zranitelnost

Zranitelnost je stav určitého aktiva, který vzniká při vzájemném působení hrozby a aktiva, resp. pomocí daného parametru lze stanovit míru citlivosti aktiva na působení určité hrozby. Podstatnou charakteristikou zranitelnosti je její úroveň, která se určuje podle faktorů citlivosti a kritičnosti. Citlivost je náchylnost aktiva ke způsobení rizika hrozbou. Kritičnost je význam aktiva pro podnik.

Hrozba

Pojmem hrozba se rozumí jakýkoliv fenomén, který může porušit bezpečnostní stav systému nebo způsobit škodu. Míra hrozby je vztažena k velikosti možné škody a k časové vzdálenosti uplatnění této hrozby. Hrozba může být výsledkem jak přírodních jevů, tak i lidské činnosti. (16) Hrozbu stejně jako i zranitelnost hodnotí její úroveň, která se určuje na základě faktů, že:

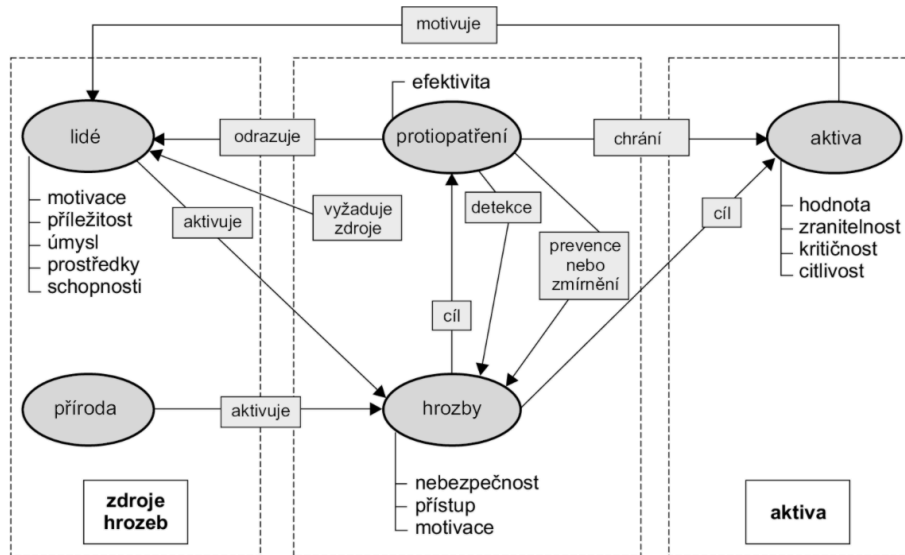
- nebezpečnost je kombinace pravděpodobnosti, že hrozba způsobí škodu;
- přístup je pravděpodobnost interakce mezi hrozbou a aktivem;
- motivace je souborem faktorů, které mohou iniciovat hrozbu vůči aktivu. (13)

Protiopatření

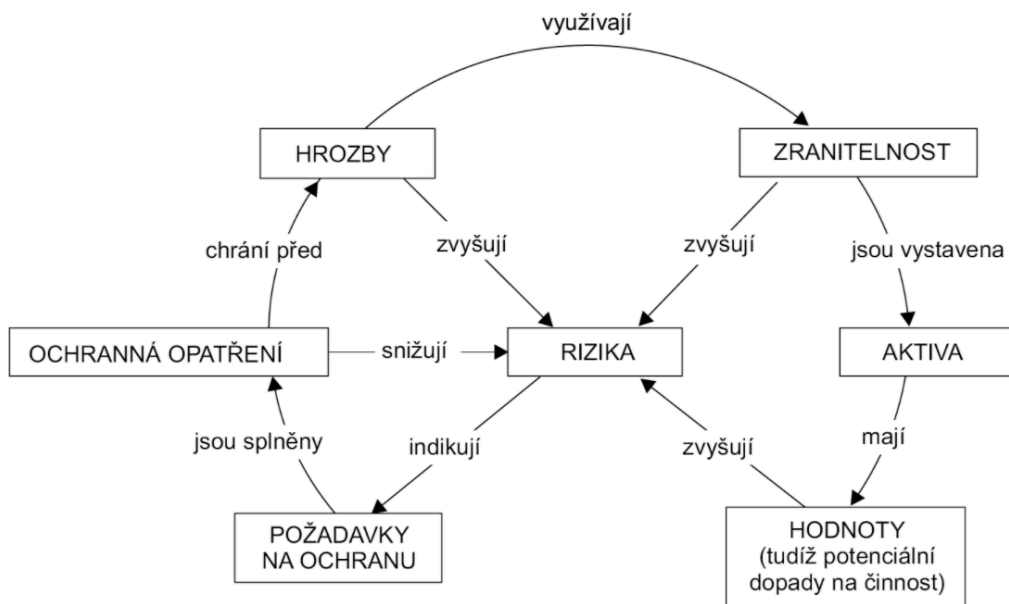
V analýze rizik se za protiopatření považuje cokoliv, co je navrženo za účelem snížení hrozby a zranitelnosti, a tedy eliminace budoucího rizika. Protiopatření mohou být například: změny procesů ve firmě, zavedení nových technických prostředků, návrhy organizačních opatření. Míru úspěchu zavedeného protiopatření charakterizujeme efektivitou a náklady. Parametr efektivity sděluje informace, nakolik bude snížena pravděpodobnost rizika zavedením určitých procesů do projektu. Do parametru nákladů se započítávají náklady spojené s pořízením, zavedením a provozováním konkrétního protiopatření. Cílem výběru protiopatření je optimalizace projektu, zvýšení pravděpodobnosti úspěchu a minimalizace nákladů na zvolených etapách projektu. (13)

2.3 Vztahy a souvislosti v analýze rizik

Neexistují žádné bezrizikové projekty. Zvyšování složitosti projektu vždy přímo úměrně vede ke zvětšování rozsahu a počtu souvisejících rizik. Určení základních vztahů a souvislostí v analýze rizik je důležitým procesem pro úspěšnou realizaci projektu. Dále jsou znázorněny dva grafy popisující vztahy v analýze a řízení rizik.



Obrázek 5: Vztahy v analýze rizik. Zdroj: (13).



Obrázek 6: Vztahy v řízení rizik. Zdroj: (13)

- hrozba využívá zranitelnosti, aby obešla protiopatření a ovlivnila hodnotu aktiv způsobením škody,
- aktiva pro útočníka představují zájem, proto se snaží je ohrožit. Aktivum disponuje určitou zranitelností, proto je chráněno protiopatřeními,
- protiopatření detekují hrozby a snaží se snížit nebo eliminovat jejich účinek,
- hrozba má vždy zdroj a působí buď na aktivum, nebo na protiopatření, pokud je aktivum má. (13)

2.4 Statistické charakteristiky rizika

Riziko lze matematicky vyjádřit a přiřadit mu hodnotu, resp. pravděpodobnost výskytu za určitých podmínek. To je potřeba pro analyzování rizika a jeho změření. K tomuto se používají statistické charakteristiky, jako jsou směrodatná odchylka a rozptyl. Směrodatná odchylka se používá při porovnání jednotlivých očekávaných hodnot (např. předpokládané výnosy investičního projektu) s průměrnou očekávanou hodnotou. Rozptyl je mírou variability náhodné veličiny a je součtem druhých mocnin rozdílů odchylek jednotlivých předpokládaných hodnot charakteristik a střední hodnoty, násobený pravděpodobností výskytu jednotlivých stavů charakteristiky.

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n [r_i - E(r)]^2 * P_i,$$

kde: σ^2 je rozptyl očekávaných změn charakteristiky,
 r_i jsou jednotlivé hodnoty sledované veličiny,
 $E(r)$ je střední hodnota sledované veličiny za určité období,
 i jsou jednotlivé stavy systému,
 n je počet měření,
 P_i je pravděpodobnost výskytu jednotlivých stavů charakteristiky.

Směrodatná odchylka je odmocninou z rozptylu:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Riziko vyjadřuje variační koeficient, což je podílem směrodatné odchylky a střední hodnoty sledované veličiny za určité období. Čím je větší koeficient variace, tím je vyšší riziko:

$$KV(\%) = \frac{\sigma}{E(r)} * 100[\%]$$

Příklad: Je potřeba vybrat ze dvou variant jednu nejvhodnější investiční příležitost.

Tabulka 2: Investiční příležitosti. Zdroj: vlastní zpracování

I				II			
r_i	P_i	$[r_i - E(r)]^2$	$[r_i - E(r)]^2 * P_i$	r_i	P_i	$[r_i - E(r)]^2$	$[r_i - E(r)]^2 * P_i$
5	0,1	22,09	2,209	19	0,3	51,84	15,552
7	0,2	7,29	1,458	11	0,1	0,64	0,064
10	0,4	0,09	0,036	9	0,4	7,84	3,136
12	0,1	5,29	0,529	6	0,1	33,64	3,364
13	0,2	10,89	2,178	8	0,1	14,44	1,444

$$E(r)_I = 5 * 0,1 + 7 * 0,2 + 10 * 0,4 + 12 * 0,1 + 13 * 0,2 = 9,7 \%$$

$$E(r)_{II} = 19 * 0,3 + 11 * 0,1 + 9 * 0,4 + 6 * 0,1 + 8 * 0,1 = 11,8 \%$$

$$\sigma^2_I = \sum_{i=1}^4 [r_i - E(r)]^2 * P_i = 6,41\% ; \sigma = 2,53\%$$

$$KV_I(\%) = \frac{\sigma}{E(r)} * 100[\%] = \frac{2,53\%}{9,7\%} * 100\% = 26,1\%$$

$$\sigma^2_{II} = \sum_{i=1}^4 [r_i - E(r)]^2 * P_i = 23,56\% ; \sigma = 4,85\%$$

$$KV_{II}(\%) = \frac{\sigma}{E(r)} * 100[\%] = \frac{4,85\%}{11,8\%} * 100\% = 41,13\%$$

Průměrná očekávaná výnosová míra je u první varianty 9,7 %, u druhé pak 11,8 %. V případě, že se rozhoduje pouze na základě této hodnoty, je první varianta lepší. Odchyly od střední očekávané hodnoty v první variantě činí 2,53 %, což znamená, že výnosy se budou pohybovat od 7,17 % do 12,23 %. Ve druhé variantě se odchylka rovná 4,85 %, z toho plyne, že výnosy se budou pohybovat od 6,95 % do 16,65 %. Koefficient variace v první variantě je mnohem menší, což znamená, že pravděpodobnost výskytu rizika je nižší v první variantě. Na základě provedených výpočtů lze říct, že první varianta investiční příležitosti je vhodnější než druhá.

3 Management rizik

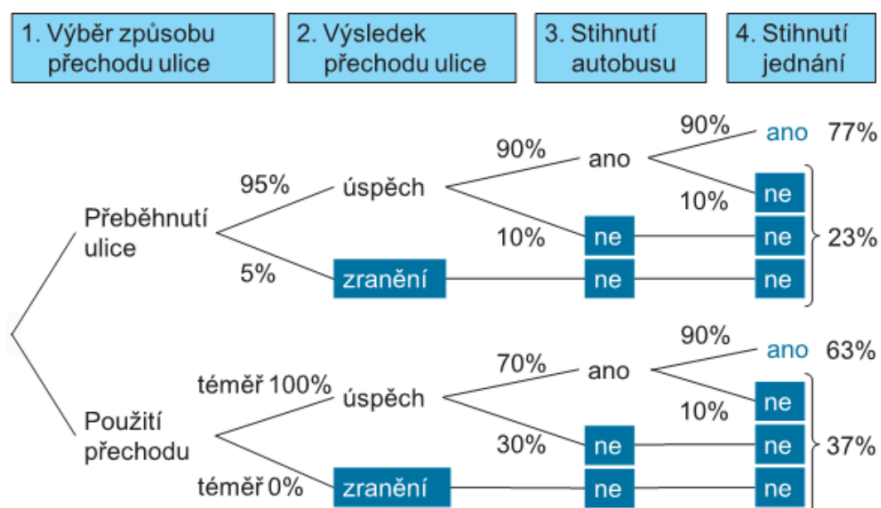
Hlavním cílem řízení rizika projektu je dosáhnout vysoké pravděpodobnosti úspěchu a minimalizovat účinek negativních faktorů, které mohou ohrozit realizaci projektu. Dalšími cíli jsou zjištění faktorů, které mohou nejvíce ovlivnit stav projektu, kvantitativní vyjádření rizikovosti projektu a návrh opatření pro snížení rizika projektu na přijatelnou míru. (3)

Základní kroky managementu rizik lze ilustrovat na situaci z běžného života. Dané kroky budou podobné i při řízení rizik investičního projektu, proto je dále uveden následující příklad. Rozdíl je v tom, že při běžné situaci se člověk řídí intuitivním postupem.

Příklad

Zaměstnanec dojíždí denně do práce městským autobusem, ale autobus nejedí přesně podle jízdního řádu. Zaměstnanec odchází z domova na poslední chvíli, protože vzniká situace, že nestíhá dojít na zastávku – poté se rozhoduje, zda přeběhnout silnici a pokusit se dostihnout autobus s rizikem způsobení havárie, nebo přejít silnici po přechodu, ale s rizikem, že autobus nestihne. Důležitou skutečností je, že zaměstnanec má pevnou pracovní dobu a musí být v kanceláři včas.

Rizika, která mohou vzniknout během dané situace jsou znázorněna ve formě pravděpodobnostního stromu na obrázku č. 7. Tento strom má podobu grafu, který se skládá z uzlů (rizikové faktory) a hrany (možné hodnoty těchto faktorů).



Obrázek 7: Příklad situace z běžného života. Zdroj: (17).

V prvním uzlu se rozhoduje mezi přeběhnutím ulice a použitím přechodu. V obou případech může mít rozhodnutí zaměstnance pozitivní nebo negativní výsledek, avšak s tím rozdílem, že v prvním scénáři má negativní výsledek větší pravděpodobnost. Ve třetím kroku větvení zaměstnanec může nebo nemusí stihnout autobus. Ve čtvrtém větvení se řeší, zda dojde autobus do cílové stanice a zda zaměstnanec dorazí do práce včas, nebo bude mít zpoždění.

Na daném příkladu lze ukázat základní postup řízení rizika, které lze aplikovat během monomentu rizik investičního projektu.

1. **posouzení situace:** je potřeba se rozhodnout, co je v dané situaci důležité – dorazit do práce včas,
2. **identifikace rizik:** zjistit, jaká rizika mohou vzniknout, např. může ujet autobus, dojde k havárii, pokárání od nadřízeného apod.
3. **analýza rizik:** stanovit, jaké budou výsledky, pokud určité riziko nastane, např. přijít o prémie nebo o místo,
4. **ošetření rizik:** zjistit možnosti snížení pravděpodobnosti pozdního příchodu do práce (probudit se dřív, jet vlastním autem nebo použít taxi),
5. **řízení rizik:** přijmout opatření, která byla stanovena v předchozím kroku, tj. ráno vstát, vyrazit z domova o několik minut dřív atd.
6. **zhodnocení zkušeností,** poučení: posledním krokem je analýza dosažených výsledků.

Z ilustrovaného příkladu vyplývá, že management rizik vždy začíná posouzením situace, stanovením kritérií přijatelnosti rizik, zkoumáním situací, v nichž mohou vznikat další rizika a návrhem opatření minimalizujících tato rizika.

3.1 Posouzení situace

V této fázi je potřeba stanovit kontext, což znamená vyjádřit cíle a určit vnější a vnitřní parametry, které mají vliv na průběh projektu. Podle normy *ISO 31000:2009 Management rizik – principy a směrnice*, lze rozdělit tuto fázi na čtyři etapy:

1. stanovení vnějšího kontextu (vnější působení),
2. stanovení vnitřního kontextu (cíle projektu, vnitřní uspořádání organizace),
3. stanovení kontextu v rámci procesu managementu rizik (cíle, odpovědnosti, metody realizace, rozsah práce),
4. určování kritérií rizik (způsob vyhodnocení úrovně rizika).

Z toho důvodu, že existuje velký počet metodik posouzení, je potřeba vybrat ta, která jsou optimální, a pak je přizpůsobit procesům pro další etapy managementu rizik. (17)

3.2 Identifikace rizik

Cílem fáze identifikace rizik je nalezení všech rizik projektu, popsání každého z nich a stanovení jeho zdrojů. Správným postupem by bylo najít co nejvíce rizik a pak během studia vyloučit některá z nich. Důležité je zapojit do této fáze zainteresované strany projektu, zejména zákazníka, přímého uživatele realizovaného projektu, klíčové dodavatele, interní a externí experty. (17)

Identifikace rizik by se měla začít provádět současně se zahájením prvních etap projektu (počínaje předinvestiční fází ještě před schválením předběžné koncepce) a měla by pokračovat až do ukončení projektu. Identifikace rizik není přesná věda, a proto by měl být tento proces pravidelný během celé doby projektu. V každé fázi projektu mohou vzniknout rizika, která doposud nebyla akceptovaná. Z tohoto důvodu by měl vedoucí projektu zajistit, aby plán řízení projektového rizika zajišťoval pravidelné aktualizace. (18)

K identifikaci rizik projektů se využívá celá řada metod a nástrojů. Níže jsou uvedeny a popsány některé z nich:

- **posouzení dokumentace a báze znalosti**; jedná se o základní krok, je třeba posoudit kvalitu a konzistenci všech podkladů k projektu, např. porovnat požadavky zákazníka a zadání projektu, prověřit podmínky kontraktu, provést analýzu navrženého harmonogramu, posoudit úplnost a kvalitu projektového týmu,
- **brainstorming**; metoda spočívá v generování co největšího počtu nápadů daného tématu, tyto nápady vyvolají u účastníků brainstormingu další nápady,
- **provedení "Pre-Mortem"** je manažerská strategie, ve které si projektový tým představí, že projekt nebo organizace selhala, a poté je úkolem členů týmu určit příčiny neúspěchu,
- **Metoda Delphi** probíhá formou písemné komunikace s externími odborníky. Experti vytváří odhady a prognózy nezávisle na sobě. Výstupy pak distribuují pro další kola. Cílem je získat komplexní názor expertů na rizika projektu,
- **dotazníky** se využívají k tomu, aby nebyly přehlédnuty možné příležitosti,
- **SWOT analýza**: metoda pro analýzu silných a slabých stránek projektu, jeho hrozeb a příležitostí,
- **kontrolní seznamy** – checklisty, promlisty; nástroj poskytující podrobné přehledy potenciálních rizikových faktorů, které mohou způsobit škody na projektu,

- **analýza předpokladů a omezení** stanovuje parametry, fakta, která jsou dána při plánování projektu. Předpoklady představují důvody realizace projektu. Omezení jsou součástí předpokladů a považují se za určité aspekty, které musí projekt splňovat. Mezi omezení patří např. zdroje nebo čas (termíny).

Metody posouzení dokumentace a báze znalosti, SWOT analýza a analýza předpokladů a omezení jsou vhodné pro nalezení rizik. Ostatní uvedené metody slouží pro bližší porozumění rizikům. (17)

Velmi užitečným nástrojem je komplexní databáze událostí z minulých projektů. Tyto znalosti však lze často získat pouze během pohovoru s experty nebo prostřednictvím brainstormingových schůzek projektového týmu.

Výstupem fáze identifikace rizik je záznam faktorů rizika, která ovlivňují dosažení stanovených cílů. Lze předpokládat, že počet faktorů bude vysoký, a některé z těchto faktorů nebudou významné, proto je dalším krokem potřeba stanovit významnost faktorů rizika, což umožní snížit počet faktorů, se kterými se bude pracovat v následujících fázích. (3)

3.3 Stanovení významnosti faktorů expertním hodnocením

Při posouzení důležitosti faktorů rizika používají expertní hodnocení a analýzu citlivosti. První způsob je vhodný v případě, že význam rizika nelze kvantifikovat. Druhý se používá, pokud lze určit závislost finančních kritérií investičních projektů (např. čist. CF, VVP, doba úhrady atd.) na faktorech rizika. Tyto dvě metody budou podrobně popsány v následující podkapitole.

Expertní hodnocení se používá v případech, kdy analyzované riziko nelze kvantifikovat, proto odborné ohodnocení provádí experti mající znalosti v určité oblasti. Základními parametry kvalitativního hodnocení rizika jsou rizikové události a faktory, které jsou stanovené ve fázi identifikace rizik. Významnosti faktorů rizika se posuzují na základě dvou hledisek. Prvním je pravděpodobnost výskytu faktoru rizika a druhým je intenzita negativního vlivu. Čím vyšší jsou daná hlediska u rizikové události, tím je riziko významnější. Na základě těchto dvou parametrů lze konstruovat **matice hodnocení rizika**, které se využívají v kvalitativní analýze. Princip matice spočívá v tom, že rizikové události jsou uspořádané podle pravidla: *čím vyšší pravděpodobnost výskytu události a čím větší vliv rizika na projekt, tím významnější tato událost je*. Pravděpodobnost výskytu faktoru rizika a intenzita nabývají pěti stupňů: zvláště vysoká (ZV), vysoká (V), střední (S), malá (M), velice malá (VM). (19)

Tabulka 3: Matice hodnocení rizik. Zdroj: (20).

Pravděpodobnost	Intenzita negativních dopadů				
	VM	M	S	V	ZV
Z		R4		R8	
V				R1	R2
S			R9		
M	R5			R3	
VM		R6		R10	R7

Tabulka č. 4 znázorňuje příklad, kde je deset událostí (R1, R2, ..., R10) seřazeno na základě expertního ohodnocení podle pravděpodobnosti a intenzity negativního dopadu. Podle pravidla zmíněného v předchozím odstavci jsou nejvýznamnější rizika R1, R2, R8 a nejméně významné jsou R5 a R6. V závislosti na pravděpodobnosti a intenzity negativního dopadu lze jednotlivá rizika rozdělit do těchto kategorií (v tabulce jsou označeny různými odstíny šedé barvy). Jedná se o malá, středně významná a nejvýznamnější rizika. (20)

Nevýhodou dané metody je určitá míra subjektivity, která závisí na tom, jak hodnotitel určí stupňování pravděpodobnosti výskytu a intenzitu vlivu faktoru.

3.4 Stanovení významnosti faktorů jednofaktorovou analýzou citlivosti

Analýza citlivosti je procedura modelování a stanovení rizika, ve kterém se provádějí změny podstatných proměnných, aby se zjistilo, v jaké míře tyto proměnné ovlivňují plánovaný výsledek. Pomocí analýzy citlivosti lze určit, jak jsou ovlivněny cílové proměnné na základě změn v jiných proměnných známých jako vstupní proměnné. Je to způsob, jak předpovídat výsledek rozhodnutí vzhledem k určitému rozsahu proměnných. Vytvořením dané sady proměnných může analytik určit, jak změny v jedné proměnné ovlivňují výsledek. Tyto změny mohou mít povahu buď: pesimistických (resp. optimistických) hodnot; nebo odchylek od plánovaných hodnot.

Příklad

Ve firmě byla zahájena výroba nového produktu. Plánuje se vyrábět 10 tis. kusů výrobků ročně, prodejní cena je 100 EUR/ks, variabilní náklady činy 750 Kč/ks, fixní 2mil. Kč. Předpokládá se, že měnový kurz bude 28 Kč/EUR. Úkolem je zjistit citlivost zisku tohoto projektu v závislosti na jednotlivých rizikových faktorech. Předpokládaná změna všech faktorů rizika činí $\pm 15\%$.

Zisk je rozdílem mezi tržbami z prodeje produktů, resp. služeb, a finančními náklady na jejich výrobu (poskytování této služby). Hodnotu tržeb lze zjistit vynásobením jednotkové ceny výrobku (služby), prodaného množství výrobků (jednotek služby) a měnovým kurzem. Náklady lze také rozepsat na fixní (nezáleží na objemu výroby) a variabilní (záleží na objemu výroby).

$$Z = T - N = c \times Q_p \times m - (N_{fix} + n_{var} \times Q_v)$$

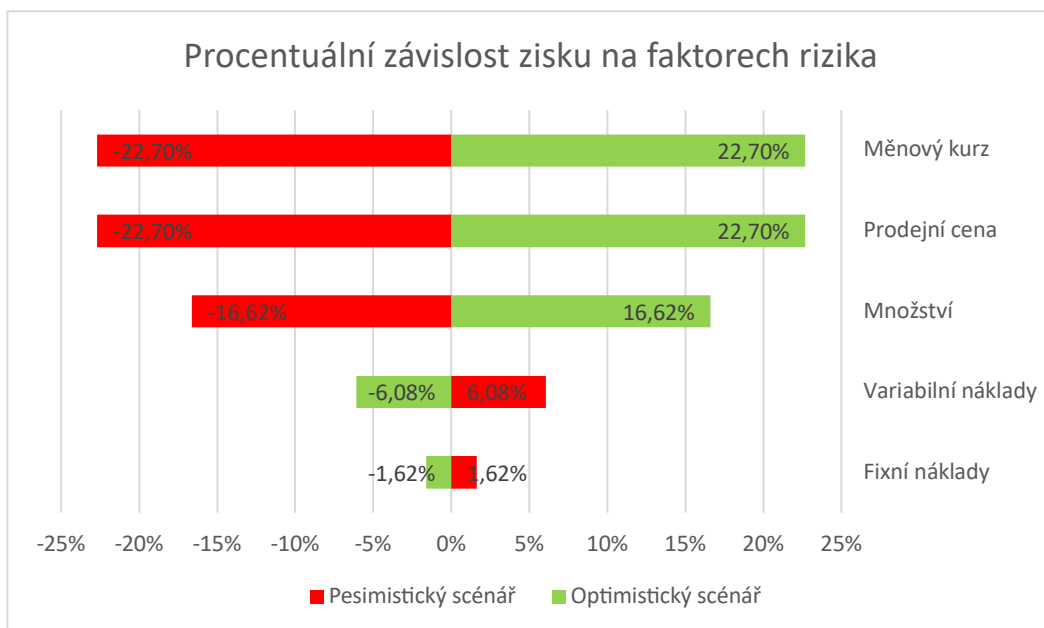
$$Z = 18500000 \text{ Kč}$$

Tabulka 4: Výsledky analýzy citlivosti. Zdroj: vlastní zpracování

Faktor rizika	Jednotka	Hodnota faktoru			Pokles zisku		Zvýšení zisku	
		Očekávaný scénář	Pesimistický scénář	Optimistický scénář	Nový zisk v Kč	ΔZ v %	Nový zisk v Kč	ΔZ v %
Množství	ks	10000	8500	11500	15425000	16,62 %	21575000	16,62 %
Prodejní cena	Eur/ks	100	85	115	14300000	22,70 %	22700000	22,70 %
Měnový kurz	Kč/Eur	28	23,8	32,2	14300000	22,70 %	22700000	22,70 %
Variabilní náklady	Kč/ks	750	637,5	862,5	19625000	6,08%	17375000	-
Fixní náklady	Kč	2000000	1700000	2300000	18800000	1,62%	18200000	-

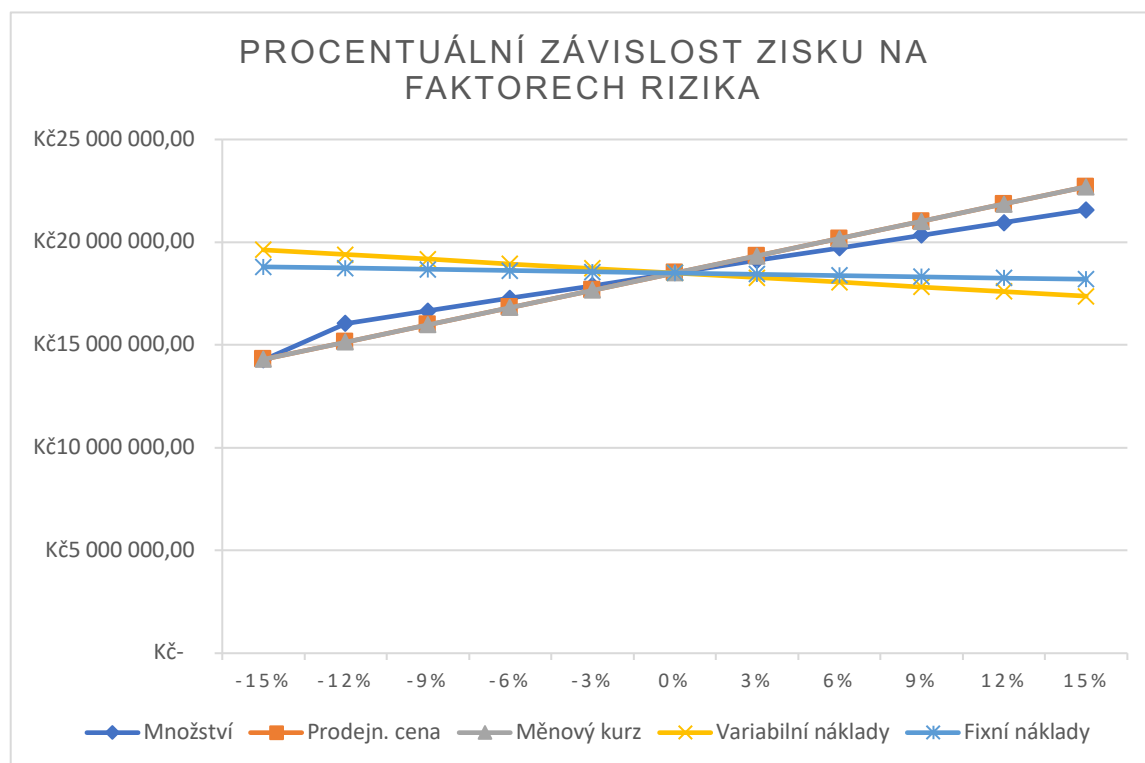
Z tabulky lze vidět, že nejvýznamnějšími faktory rizika daného projektu jsou měnový kurz a prodejní cena, protože jejich pokles, resp. růst nejvíce ovlivnily hodnotu zisku. Rovněž významný faktor představuje množství výrobků, kdy jeho pesimistické odhady vedly k poklesu přibližně o 17 %. Při poklesu hodnoty variabilních a fixních nákladů lze vidět růst zisku, a naopak při zvýšení hodnoty těchto faktorů rizika zisk klesá.

Na základě výsledku je sestaven diagram (typu tornádo), který ukazuje procentuální závislost zisku při změně faktoru rizika o 15 %. Faktory jsou v grafu uspořádány podle citlivosti zisku na stejné změny těchto faktorů.



Obrázek 8: Tornádo graf zisku. Zdroj: vlastní zpracování

Dalším grafickým způsobem zobrazení výsledků je spojnicový graf, který ukazuje lineární závislost zisku a faktorů rizika. Z grafu je zřejmé, že čím jsou sklony přímky strmější, tím je zisk na daný faktor citlivější.



Obrázek 9: Spojnicový graf zisku. Zdroj: vlastní zpracování

Provádění analýzy citlivosti skýtá řadu výhod. *Zprvé* to je hloubková studie, která zkoumá všechny proměnné, jež mohou mít vliv na projekt. Výsledky studie mohou být mnohem spolehlivější než při expertním hodnocení. *Zadruhé* umožňuje rozhodovacím subjektům zjistit, v jakých oblastech firma může v budoucnu potenciálně dosáhnout zlepšení. *Zatřetí* analýza pomáhá přijímat rozhodnutí o budoucí strategii podniku.

Použití analýzy citlivosti má však určité nevýhody. Výsledky jsou založeny na předpokladech, protože proměnné jsou založeny na historických datech. To znamená, že při použití analýzy na budoucí předpovědi může vzniknout prostor pro chyby.

Při provádění analýzy citlivosti jsou zcela analyzovány jak cílové, tak vstupní – nebo nezávislé a závislé – proměnné. Osoba provádějící analýzu zkoumá, jak se proměnné pohybují a jak je vstupní proměnná ovlivňuje s ohledem na cíl.

3.5 Hodnocení rizika pomocí rozhodovacích matic

Při návrhu rozhodovací matice existuje n možných stavů S_1, S_2, \dots, S_n , se známým pravděpodobnostním rozdělením p_j , kde $j = 1, 2, \dots, n$. Na základě toho se generuje matice, kde jsou řádky možné varianty a_1, a_2, \dots, a_p , sloupce jsou stavy s_1, s_2, \dots, s_n , prvky této matice a_{ij} , kde $j = 1, 2, \dots, n$, $i = 1, 2, \dots, p$, vyjadřují ohodnocení důsledku rozhodnutí v případě, že nastane určitá situace s_j .

$$\begin{array}{cccc}
 & s_1 & \dots & s_n \\
 a_1 & [a_{11} & \dots & a_{1n}] \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 a_p & [a_{p1} & \dots & a_{pn}]
 \end{array}$$

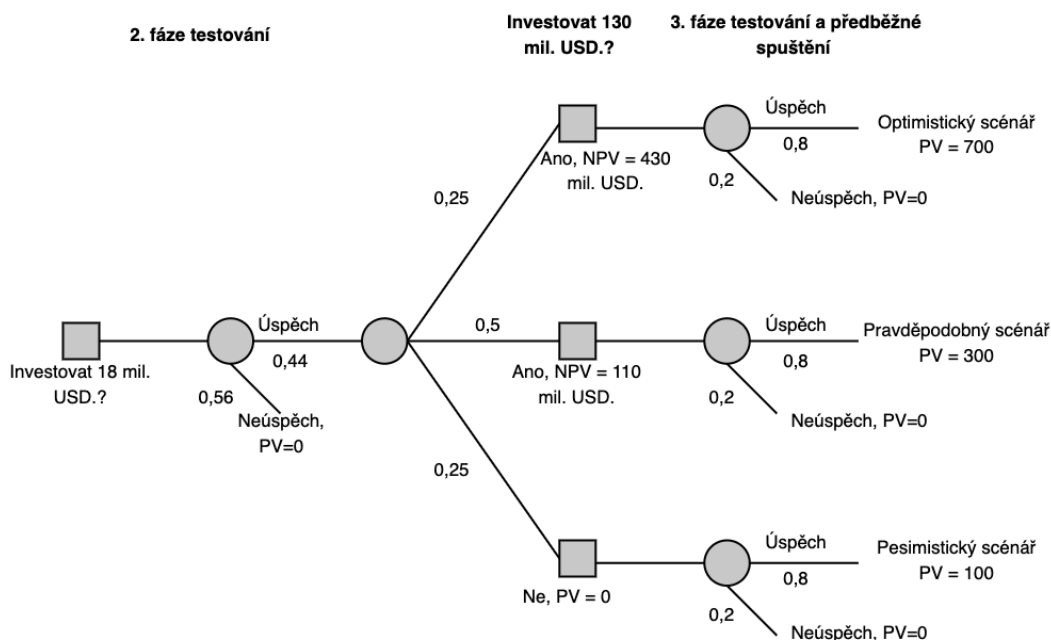
V tomto případě se používá princip maximalizace očekávané hodnoty, podle kterého je vybraná varianta maximalizující ukazatel.

$$EV = \max_i \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j \quad (19)$$

3.6 Hodnocení rizika pomocí rozhodovacích stromů

Rozhodovací stromy (Decision tree) jsou nelineárním klasifikačním algoritmem se strukturou podobnou vývojovému diagramu a používají se při řešení víceetapových rozhodovacích problémů s cílem nalezení optimální posloupnosti rozhodnutí. (21)

Algoritmus se skládá ze dvou fází. První fáze spočívá v konstruování stromu a druhá v jeho vyhodnocení. Vytvořený strom představuje množinu situačních uzlů a hran. Uzly zobrazují rizikové faktory a hrany možné větvení, resp. možné výsledky těchto situací. Vyhodnocení se provádí směrem od koncových hran k počátečnímu rozhodovacímu uzlu. Z možných scénářů (větev stromu) se vybírá jeden, který má optimální posloupnost rozhodnutí. (19)



Obrázek 10: Rozhodovací strom. Zdroj: (1)

Pomocí rozhodovacích stromů lze předvídat, jak budoucí rozhodnutí ovlivní cash-flow projektu. Nejlepším způsobem je detailně popsat, jak funguje daná metoda, a aplikovat ji na reálnou situaci.

Počátek roku 2020 přinesl obrovské globální změny, které ovlivnily život každé země na všech kontinentech. Jedná se o nový virus pocházející z Číny, který ochromil ekonomiku spousty států. V důsledku toho vznikla potřeba vyvinutí vakcíny. Problém spočívá v tom, že vyvinutí vakcíny trvá minimálně 18 měsíců (vzhledem k tendencím ve farmaceutické industrii i několik let). (22) Důvodem je to, že je potřeba prozkoumat statisíce sloučenin, aby se našlo několik vhodných. Tyto sloučeniny pak musejí projít několika fázemi investic a klinických testů a získat státní souhlas k využití pro komerční účely. Na obrázku č. 10 je znázorněn rozhodovací strom ilustrující řadu rozhodnutí s předpokladem, že lék prošel 1. fází testování. Další etapa vyžaduje investice v hodnotě 18 mil. USD, aby byla provedena druhá fáze testování. Pravděpodobnost neúspěchu činí 56 %. V případě, že testování bude úspěšné, bude možné zjistit jeho komerční potenciál, který zaleží na šířce využití daného léku. Ve stromu jsou znázorněny tři scénáře: pesimistický, pravděpodobný a optimistický, včetně souvisejících hodnot NPV 100 mil. USD, 300 mil. USD, 700 mil. USD. Pravděpodobnost scénářů je 25 %, 50 % a 25 %. Je potřeba

zdůraznit, že farmaceutická firma bude mít kladný NPV za podmínek, že lék projde všemi klinickými testy a bude schválen vládou, v opačném případě je nulový. Po období předběžného zavadení produktu na trh je potřeba rozhodnout o další investici v hodnotě 130 mil. USD. a uvedení léku do komerčního prodeje. Pravděpodobnost úspěchu této fáze činí 80 %.

Strom procházíme zprava doleva. Hodnoty NPV na počátku období předběžného zavadení produktu na trh jsou:

$$NPV (\text{optimistický}) = -130 + 0,8 * 700 = 430 \text{ mil. USD.}$$

$$NPV (\text{pravděpodobní}) = -130 + 0,8 * 300 = 110 \text{ mil. USD.}$$

$$NPV (\text{pesimistický}) = -130 + 0,8 * 100 = -50 \text{ mil. USD.}$$

Z výpočtu je zřejmé, že v případě pesimistického scénáře by investiční projekt neměl pokračovat, nemá smysl investovat 130 mil. USD do projektu s výdělkem 100 mil. USD o několik let později. Dále je spočteno NPV pro investiční rozhodnutí o 2. fázi testování. Konečný výdělek při jakémkoliv scénáři závisí na úspěšnosti testů ve druhé fázi.

$$NPV = -18 + 0,44 * (0,25 * 430 + 0,5 * 110 + 0,25 * 0) = 53,5 \text{ mil. USD.}$$

Řešení investovat do 2. fáze dává smysl bez ohledu na to, že projekt projde všemi fázemi realizace jenom s pravděpodobností 0,33.

Výhodou rozhodovacích stromů je potřeba stanovit předpoklady a vypracovat provozní strategii firmy. Docela často se tyto předpoklady stanovují implicitně. Při použití rozhodovacích stromů je potřeba explicitní formulace strategie, což ukazuje závislost budoucnosti na současné situaci. Nevýhodou stromu je rychlost, se kterou se komplikuje, ale to lze říct o všech modelech ilustrujících situace z reálného života. (1)

3.7 Simulace Monte Carlo

Metoda Monte Carlo je metodou hodnocení na základě počítačové simulace, která se používá jako nástroj pro řešení určité třídy ekonomických nebo matematických problémů. Tato metoda je založena na počítačové simulaci distribucí náhodných proměnných (v našem případě rizikových faktorů) a vytváření odpovídajících projektových odhadů na základě těchto distribucí. Jedná se o simulační metodu analýzy stability, která historicky získala své jméno z názvu města, kde se nachází spousta heren a kasin. Termín „simulace Monte Carlo“ byl navrhnout vědci Stanem Ulamem a Johnem von Neumannem jako součást projektu Manhattan. První článek na toto téma byl publikován v roce 1949. (23)

Na jedné straně je metoda Monte Carlo určitou úpravou diskrétní analýzy citlivosti, protože jde o vyhodnocení dopadu změn parametrů peněžních toků na čistou současnou hodnotu a dalších kritérií hodnocení investičních projektů, na jejichž základě se vytváří rozdělení hodnotících indikátorů zvažovaného projektu. Na druhé straně je však hlavní rozdíl od diskrétní metody v tom, že v aplikaci metody Monte Carlo se vytvoří určité rozdělení čisté současné hodnoty projektu, úrokové sazby, indexu ziskovosti a dalších ukazatelů, které se stanoví v závislosti na simulovaném náhodném rozdělení vybraných rizikových faktorů. To umožňuje získat určité odhady tohoto rozdělení ve formě rozptylu, směrodatné odchylky nebo variačního koeficientu čisté současné hodnoty nebo jiného výsledného ukazatele, jehož analýza umožňuje docházet k závěru o udržitelnosti budoucích podmínek projektu a představuje možnost získání příznivých nebo nepříznivých výsledků. (24)

Při výpočtu metod Monte Carlo se předpokládá, že hodnoty všech parametrů určujících hodnotu jednotlivých složek investičního projektu jsou známy. U parametrů, které jsou považovány za rizikové faktory, se při modelování náhodného rozdělení tohoto faktoru určuje počáteční hodnota podle očekávání. Metodu Monte Carlo lze popsat následujícím sledem hlavních fází.

Fáze 1.

Definice hlavních indikátorů hodnocení investičního projektu, k jejichž vztahu bude měřen vliv rizikových faktorů. Tyto ukazatele mohou zahrnovat: čistou současnou hodnotu projektu, úrokovou sazbu, index ziskovosti, dobu návratnosti nebo jiné ukazatele podle přání investora.

Fáze 2.

Identifikace parametrů považovaných za rizikové faktory, které budou modelovány ve formě náhodných proměnných. Pro jejich numerickou implementaci se předpokládá, že počítačové modelování bude prováděno na základě generátorů pseudonáhodných čísel na základě předem vybrané distribuční formy. Pro analýzu se vybírají složky peněžního toku, které podle názoru investora, manažera nebo odborníka v příslušné oblasti, nejsilněji ovlivňují změny ve vybraném ukazateli projektu, tj. jsou nejvýznamnějšími rizikovými faktory. V zásadě lze všechny parametry všech složek peněžních toků považovat za náhodné, což je způsobeno několika problémy. Zaprvé zvýšení počtu vybraných náhodných parametrů může vést k nekonzistentním výsledkům v důsledku korelované implementace náhodných proměnných, které se zvažují; zadruhé to může vyžadovat více času na analýzu získaných výsledků a zdůvodnění dopadu jednotlivých faktorů; zatřetí zůstane nezjištěno, které faktory ovlivnily výsledky.

Fáze 3.

Výběr formy distribuce náhodných proměnných, na jejichž základě bude provedena počítačová simulace jejich numerické implementace. Provádí se dle některých představ o rozdělení uvažovaných ukazatelů. Mezi takové rozdělení patří: normální, logaritmické (častěji používané při modelování parametrů finančních trhů), trojúhelníkové, rovnoměrné atd. Normální, trojúhelníkové a rovnoměrné rozdělení jsou symetrické a jejich použití je založeno na předpokladu symetrického rozdělení budoucích výsledků. Normální rozdělení není symetrické a jeho použití je založeno na předpokladu, že většina náhodných hodnot je posunuta v určitém směru vzhledem k očekávané hodnotě.

Fáze 4.

Simulační modelování náhodných veličin – vybrané parametry cash flow. K simulaci numerické implementace odpovídající náhodné hodnotě lze používat například vestavěný generátor pseudonáhodných čísel v aplikaci Microsoft Excel nebo speciální aplikační balíčky, jako je Crystal Ball. Pokud je simulováno několik náhodných proměnných současně, je nutné zkontrolovat, zda neexistuje žádná korelace mezi každou dvojicí jejich numerických implementací. Možnosti použití kritérií pro kontrolu statistických hypotéz jsou vysvětleny níže.

S ohledem na každou přijatou implementaci uvažované náhodné hodnoty, jakož i parametry peněžních toků, u nichž se předpokládá, že jsou pevné, se pro každou přijatou implementaci specifikovaných náhodných hodnot provádějí výpočty peněžních toků. Počet peněžních toků se rovná vybranému počtu realizací těchto hodnot. Na základě těchto peněžních toků se vytvoří rozdělení čisté současné hodnoty projektu nebo jiných odhadovaných ukazatelů uvažovaného projektu v každém cyklu simulačních výpočtů.

Fáze 5.

Stanovení distribučních charakteristik čisté současné hodnoty projektu získané v důsledku jednoho simulačního výpočtového cyklu, včetně očekávané hodnoty čisté současné hodnoty projektu, rozptylu a směrodatné odchylky a dalších indikátorů získané distribuce tohoto ukazatele. Mezi ně patří největší a nejmenší hodnota čisté současné hodnoty, variační koeficient, pravděpodobnost realizace záporné čisté současné hodnoty, tj. nepříznivý výsledek při realizaci projektu. Ve druhém případě je specifikovaná pravděpodobnost definována jako poměr počtu záporné čisté současné hodnoty v získané distribuci k celkovému počtu experimentů provedených v rámci jednoho simulačního cyklu:

$$P(NPV < 0) = \frac{k}{m},$$

kde k je počet záporných hodnot čisté současné hodnoty získán během simulace;
 t je počet provedených simulačních experimentů.

Takový odhad pravděpodobnosti nepříznivých výsledků je založen na předpokladu, že pravděpodobnost každého výsledku v průběhu jednoho simulačního cyklu je stejná a rovna $p = 1/t$. Podobné výpočty lze provést pro úrokovou sazbu, index ziskovosti a dobu návratnosti.

Fáze 6.

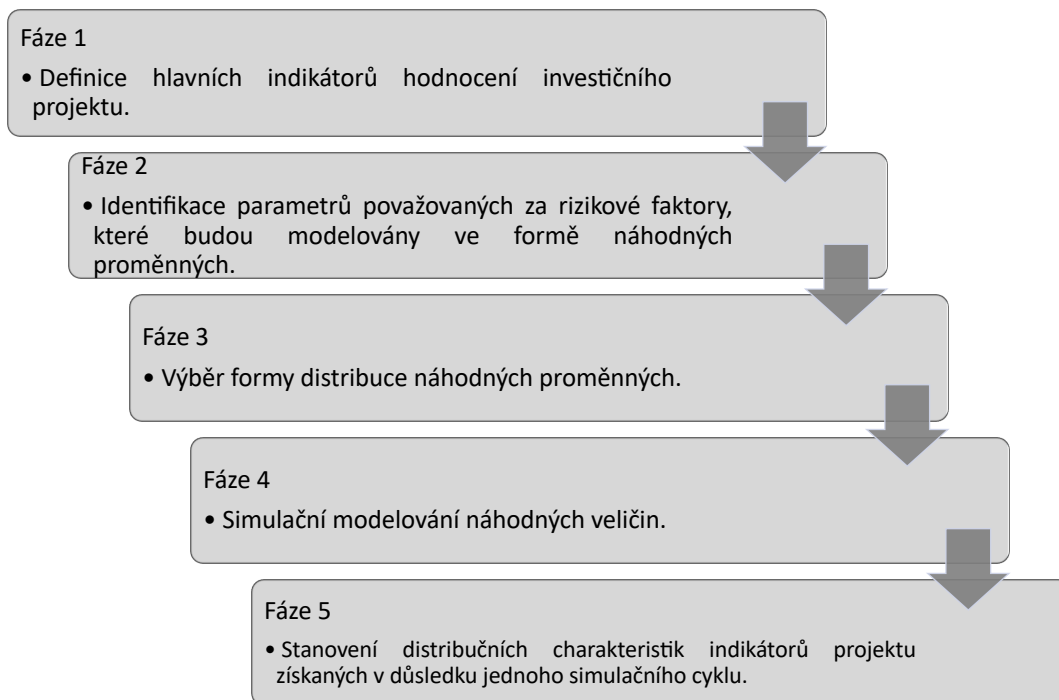
Postupné vícenásobné opakování cyklů simulačních výpočtů prováděných ve fázích 4 a 5, což zahrnuje důslednou tvorbu rozdělení distribučních hodnot čisté současné hodnoty a odpovídajících sad hodnot prezentovaných ve fázi 5.

Pro kontrolu stability získaných charakteristik distribuce čisté současné hodnoty a ke zlepšení kvality platnosti závěrů by mělo být v simulačním režimu provedeno několik stovek nebo tisíc iteračních výpočtových cyklů.

Fáze 7.

Výsledky aplikace metody Monte Carlo a vyhodnocení odolnosti projektu vůči vybraným rizikovým faktorům lze prezentovat ve dvou formách. V prvním případě to může být analýza kvantitativních hodnot indikátorů charakterizujících parametry získané distribuce čisté současné hodnoty projektu nebo jiné hodnotící indikátory získané na základě simulačních výpočtů. Tyto ukazatele mohou zahrnovat: očekávanou hodnotu čisté současné hodnoty; rozptyl, směrodatnou odchylku a variační koeficient jako měřítko rizika; největší a nejmenší hodnotu čisté současné hodnoty v získaném vzorku; pravděpodobnost získání záporné čisté současné hodnoty projektu. V procesu vícenásobného opakování simulačního cyklu je možné sestavit průměrnou hodnotu pro daný vzorek pro každý specifikovaný indikátor a považovat je za určité očekávané charakteristiky dopadu rizikových faktorů na podmínky realizace daného investičního projektu.

Analýza rozložení hodnot ukazatelů získaných v důsledku dostatečně velkého počtu iterací umožňuje vyvodit určité závěry o relativní stabilitě čisté hodnoty projektu, očekávané hodnoty a směrodatné odchylky získaného rozdělení hodnot NPV, pravděpodobnost získání záporné hodnoty NPV projektu za předpokladu, že se vybrané náhodné hodnoty změní v souladu s vybranou formou jejich distribuce. Tuto stabilitu lze hodnotit vizuálně nakreslením grafů hodnot vzorků specifikovaných indikátorů, nebo pomocí odpovídajících statistických odhadů určených na základě přijatého vzorku odpovídajícího indikátoru. Podobná analýza může být provedena v případě, že jsou použita jiná kritéria hodnocení projektu.



Obrázek 11: Posloupnost výpočtů metodou Monte Carlo. Zdroj: zpracováno na základě (25)

Obecná posloupnost výpočtů metodou Monte Carlo je uvedena na obrázku č. 11. Další formou výsledků počítačové simulace nebo studií Monte Carlo může být využití grafiky. To jsou frekvenční histogramy hodnot NPV, které se vytvářejí v závislosti na frekvenci zasažení simulovaných hodnot NPV ve zvolených intervalech nebo skupinách jejich hodnot. (25)

4 Metody snižování rizik

Při minimalizaci negativních důsledků rizik patří hlavní role vnitřním mechanismům neutralizace. Předmětem použití interních mechanismů neutralizace jsou všechny druhy přípustných rizik, značná část rizik kritické skupiny a také pojistná katastrofická rizika.

Výhodou použití interních mechanismů neutralizace rizik je vysoký stupeň alternativních manažerských rozhodnutí, která nezávisí na jiných podnikatelských subjektech. Jsou založeny na specifických podmínkách podniku a jeho schopnostech, umožňují maximální zohlednění dopadu interních faktorů na úroveň rizik v procesu neutralizace jejich negativních důsledků. Všechna opatření ke zmírnění rizika lze rozdělit do dvou skupin na ofenzivní (plánovanou a prováděnou předem) a defenzivní (plánovanou a prováděnou v případě vzniku nepravdělné události). Do první skupiny lze zařadit transfer rizika, do druhé diverzifikaci a pojištění. Dále budou podrobně popsány způsoby snižování rizik, která se nejvíce vztahují k problematice řízení rizik investičního projektu.

4.1 Sdílení rizika

Riziko lze rozdělit mezi účastníky podnikatelské činnosti. Jakou formu bude mít daná spolupráce určují účastníci. Druh spolupráce se může pohybovat od vytvoření volného sdružení několika firem, přes strategické aliance v nejrůznějších oblastech až po vytvoření společného podniku. Důvodem zahájení spolupráce jsou vysoké náklady na realizaci konkrétního projektu a hrozba související s vysokými ztrátami v případě neúspěchu projektu. Sdílení rizika má řadu následujících výhod.

- riziko se rozdělí mezi účastníky a v případě neúspěchu hrozba neohrozí jejich finanční stabilitu,
- lze využít silné stránky účastníků v jednotlivých oblastech (např. podnikatelské vztahy, technologie, marketingové zkušenosti),
- zvětšuje se pravděpodobnost získání úvěru od bankovních institucí za výhodných podmínek.

Nevýhoda dané metody spočívá v tom, že snížení pravděpodobnosti vzniku rizikové situace vede k poklesu zisku podnikatele, v důsledku dělení zisku mezi účastníky podnikatelské činnosti. Vznik spolupráce nese řadu dodatečných rizik, vyvolaných rozdílem kultur a tradic účastníků, stylem vedení byznysu a přístupem ke konkrétním problémům.

4.2 Transfer rizika

Transfer rizik je strategie řízení a kontroly rizik, která zahrnuje smluvní přesun čistého rizika z jedné strany na druhou. Na rozdíl od ofenzivní metody se v dané metodě používá defenzivní přístup. Příklady způsobů přesunu rizik jsou:

- uzavírání dlouhodobých smluv na dodání materiálů, resp. poskytování služeb, což umožňuje snížení pravděpodobnosti výskytu cenových rizik;
- uzavření komisionářských smluv;
- uzavření obchodních smluv, stanovujících výši minimálního odběru, úroveň kvality v předem určený čas;
- termínové obchody;
- leasing;
- faktoring a forfaiting, resp. odkup pohledávek;
- franšíza – snížení nákladu pro velkou firmu a možnost využití know-how pro malou firmu;
- akreditiv, inkaso, bankovní záruka. (13)

V České republice se nejčastěji využívá faktoring a forfaiting. Faktoringové financování jsou krátkodobé pohledávky, proto lze porovnávat factoring s úvěry, které pohledávky také využívají. V případě úvěrů zajištěných pohledávkami se určují procentuálním propočtem a do kalkulace vstupuje pouze hodnota pohledávek před splatností. Ve factoringu během kalkulace nároku na čerpání nerozlišují, zda jde o pohledávky před či po lhůtě splatnosti, ale stanovují jednotné procento financování na všechny. Faktoringem lze získat ze stejného objemu pohledávek více zdrojů. (26) Pojem forfaiting souvisí s odkupem dosud nesplacených pohledávek, které jsou zajištěny bankovní zárukou nebo dokumentárním akreditivem s odloženou splatností. Odkup pohledávek provádí specializovaná forfaitingová společnost bez možnosti zpětného postihu dodavatele v případě, že odběratel nezaplatí. (13)

4.3 Diverzifikace

Diverzifikace je strategie řízení rizik, která kombinuje širokou škálu investic v rámci portfolia. Diverzifikované portfolio obsahuje kombinaci různých typů aktiv a investičních nástrojů. Důvodem je snaha rozložit riziko na co největší základnu, protože portfolio vytvořené z různých druhů aktiv může přinést v průměru vyšší dlouhodobé výnosy. Použitím diverzifikace lze vyhladit nesystematické rizikové události v portfoliu, takže pozitivní výkon některých investic neutralizuje negativní výkon ostatních. (27)

V některých případech může diverzifikace vést k negativním výsledkům, proto je třeba předtím, než je tato varianta zvolena:

- provést strategickou analýzu a stanovit, je-li projekt atraktivní, jaká je konkurence na trhu;
- spočítat náklady na vstup a předpokládaný zisk. Hodnota zisku musí přesahovat hodnotu nákladů;
- definovat výhody diverzifikace.

K měření diverzifikace lze použít Herfindalův index. Herfindalův index je měřítkem velikosti podniků ve vztahu k průmyslu a ukazatel množství konkurence mezi nimi.

$$H = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$$

kde n je počet podmětů podnikání,

p_i je poměr zaměstnanců podniku v i -té oblasti podnikání k celkovému počtu zaměstnanců

Index H nabývá hodnot v intervalu $(0;1)$. Pokud $H=0$ znamená, že je firma aktivní pouze v jedné oblasti, pokud je $H=1$, aktivita se rozkládá do nekonečného počtu oblastí. Daný způsob měření diverzifikace umožňuje sledovat finanční důsledky různých strategií. (13)

4.4 Pojištění

Pojištění je závazkovým právním vztahem mezi pojišťovnou a pojištěným, ve kterém se pojišťovna zavazuje, že uhradí pojištěnému újmu, vzniknuvší ve smyslu pojistných podmínek. (12) Pojištění lze vnímat jako alternativu k vytváření vlastních rezerv pro budoucí rizikové události. K hlavním výhodám pojištění patří:

- snížení rizika a nejistoty pro podnikatele, což umožňuje rychlejší a udržitelnější rozvoj společnosti;
- pokrytí škod způsobných pojistnými plněními. Umožňují podniku pokračovat ve své činnosti a nepřerušovat práce na dlouhou dobu;
- relativní levnost pojištění ve srovnání s jinými metodami snižování rizik.

Nevýhodou daného přenosu rizik je snaha pojišťoven sjednat pojistné podmínky tak, aby v případě vzniku rizikové události a následném vzniku škody, bylo možné výši pojistného plnění omezit nebo ji vyloučit. (13)

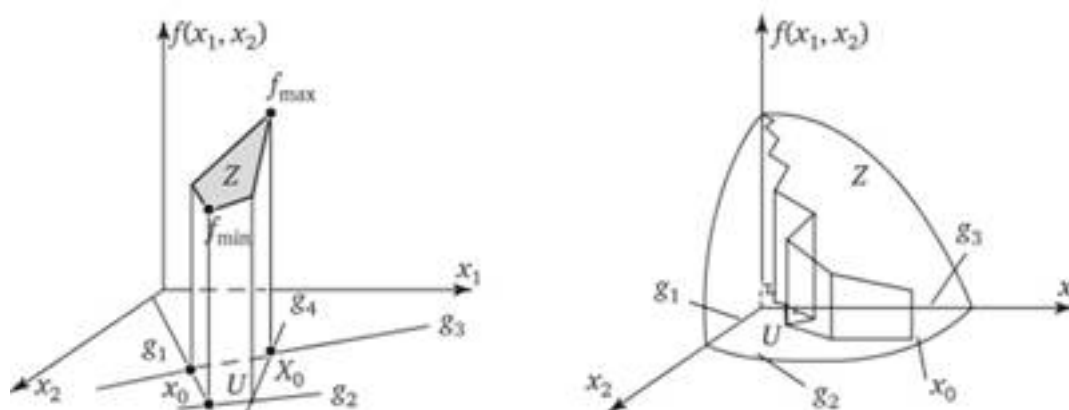
V procesu pojištění podniku je poskytována pojistná ochrana na všechny základní druhy jeho rizik (systematických i nesystematických). V současné době není omezena výše odškodnění

za negativní výsledky rizik ze strany pojistitelů – je určována hodnotou pojistného objektu, pojistnou částkou a částkou zaplaceného pojistného. S ohledem na služby pojišťoven by měl podnik nejprve definovat předmět pojištění – druhy rizik, na které hodlá poskytovat externí pojistnou ochranu. Složení těchto rizik je určeno řadou podmínek:

- pojistitelnost rizika, resp. možnosti pojištění konkrétního produktu na daném trhu;
- povinnost pojistit rizika. Řada rizik v souladu s legislativou podléhá povinnému pojištění;
- vysoká pravděpodobnost výskytu rizika. Tato podmínka definuje nezbytnost pojistné ochrany pro jednotlivá rizika, která patří do přípustné a kritické skupiny, pokud není možné neutralizovat tato rizika ofenzivním způsobem;
- nepředvídatelnost a nekontrolovatelnost rizika v podniku. Absence zkušeností nebo nedostatek informací někdy neumožňuje určit pravděpodobnosti výskytu rizikové události ani vypočítat škodu od nepravidelné události;
- úměrnost vynaložených nákladů na pojištění a rizika. Pokud náklady na pojistné krytí neodpovídají úrovni rizika nebo finančnímu stavu podniku, měla by být zavedena opatření k neutralizaci daného rizika prostřednictvím interních mechanismů. (28)

4.5 Lineární programování jako nástroj snižování podnikatelského rizika

Lineární programování patří do skupiny metod operační analýzy, které jsou založeny na deterministických modelech. Potenciální výhodou lineárního programování je to, že při aplikaci do procesu může dojít ke snížení rizika již před výpočtem modelu během sběru informací nebo po výpočtu modelu pomocí správné interpretace výstupních parametrů modelu. Cílem rozhodování je najít optimální řešení problému. (13)



Obrázek 12: Grafické vyhledávání extrémů: Zdroj: (25)

V obecné úloze LP se hledá vektor $x^* \in U$ maximalizující (resp. minimalizující) hodnotu dané lineární funkce mezi všemi vektory $x \in U$ splňujícími danou soustavu lineárních rovnic a nerovnic. Lineární funkce, která se má maximalizovat, či minimalizovat, se jmenuje účelová

funkce a má tvar $c^T x = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_n x_n$, kde $c \in U$ je daný vektor. Lineárními rovnicemi a nerovnicemi v úloze jsou omezující podmínky nebo mezní funkce $g(m)$. Jejich grafické znázornění je na obrázku č. 12 a má podobu polygonu v rovině (x_1, x_2) , a mnohostěnu v trojrozměrném prostoru. Úloha lineárního programování se často zapisuje pomocí matic a vektorů, podobně jako soustava lineárních rovnic se v lineární algebře píše $Ax = b$. (29)

Výhody použití LP:

- v případě, že existuje optimální řešení, úlohu lze vyřešit,
- velikost problému není podstatná,
- lze použít citlivostní analýzu řešení.

Nevýhody:

- metodu nelze použít při vícekritériálním rozhodování,
- těžké aplikovat na problémy reálného života,
- problém nemusí mít řešení. (13)

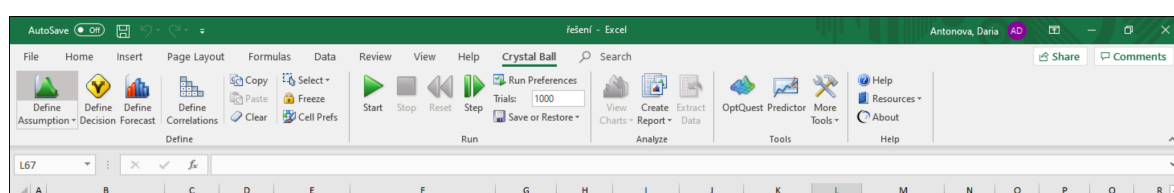
4.6 Vytváření rezerv

Rezervy představují aktiva, která podnik používá v mimořádných událostech, aby minimalizoval účinky různých výkyvů (např. změny měnového kurzu, zpoždění dodání surovin apod.). Rezervy se dělí na materiálové a finanční. Materiálové rezervy, resp. pojistné zásoby umožňují snížit negativní vliv nepravidelných dodávek a surovin. Finanční rezervy jsou peněžní prostředky v likvidní podobě umožňující podniku překlenout příznivé období. Dále existují účetní rezervy, které podnik musí podle zákona mít. Tyto rezervy slouží k financování nákladů v budoucnosti. Při vytváření rezerv je vhodné využít variantu s krátkodobým financováním, aby peníze neztrácely svoji hodnotu a nebyly "mrtvé" (například termínový vklad, likvidní cenné papíry, depozitní certifikát atd.). (13)

5 Hodnocení rizika zadaného investičního projektu v Crystal Ball

5.1 Crystal Ball

Crystal Ball je “user-friendly“ grafický program pro prognózování a analýzu rizik. Software pomáhá odpovědět na otázky jako například: „Je ekonomicky výhodné implementovat nová zařízení?“ nebo „Jaká je pravděpodobnost, že tento projekt bude realizován včas?“. Crystal Ball je rozšířením programu MS Excel vyvinutý společností Oracle. Po instalaci programu se v MS Excel objeví v horní části “ikonka” s nadpisem “Crystal Ball” (obr. č. 13). Toto rozšíření se dá stáhnout z oficiální stránky Oracle. Pro vypracování praktické části byla využita 64bitová zkušební verze Crystal Ball.



Obrázek 13: Interface Crystal Ball

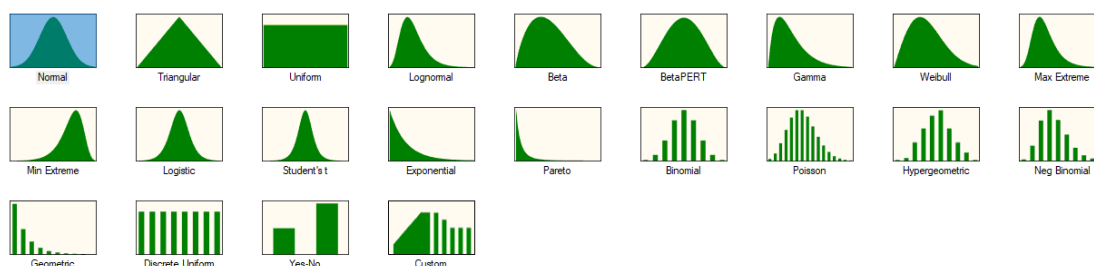
Výhodou programu je to, že Crystal Ball obsahuje vestavěné nástroje pro analýzu citlivosti, které pomáhají identifikovat klíčové vstupní faktory a následně zjistit jejich účinky. Z druhého hlediska, protože chyby v investičních projektech mohou vést k vysokým ztrátám, je potřeba provádět vyhodnocení před implementací. Správně navržený model může ušetřit spoustu času a nákladů ve srovnání s experimentem. Zatřetí, situace z reálného světa lze analyzovat pomocí relativně jednoduchých modelů. Zatímco mnoho realistických situací má řadu potenciálních komplikací, nejčastěji jen některé z nich mají největší vliv na výstupy. (30)

Nevýhodou programu je to, že pro dosažení věrohodných výstupů je potřeba mít kvalitní vstupní data, což je v některých situacích obtížné. Rovněž analýza rizik vyžaduje odborný pohled na rozhodování. Crystal Ball je jenom nástroj, který umožňuje navrhnout model a získat nahlédnutí do problému, nečiní konečné rozhodnutí na základě úsudku uživatele. Mezi další nevýhody patří to, že software byl vyvinut pouze pro OS Windows a využití softwaru není zadarmo, ve veřejném přístupu se nachází jenom zkušební verze systému. (31)

5.2 Postup při modelování v aplikaci Crystal Ball

1. **Vytváření modelu.** Je potřeba zadat vstupní data do listu Excel, která zahrnují názvy parametrů rizikových faktorů a jejich průměrné, resp. očekávané hodnoty, jakož i vzorec pro výpočet NPV.

2. **Definování typu rozdělení rizikových faktorů ovlivňujících vystup simulace.** Toto lze udělat zvolením buňky s hodnotou parametru rizikového faktoru v Excelu a vybráním funkce "Define Assumption". V okně, které se otevře, je potřeba vybrat vhodné rozdělení pro konkrétní parametr, a pak zvolit další charakteristiky závislé na vybraném rozdělení. V případě zvolení normálního rozdělení je potřeba definovat střední hodnotu parametru a směrodatnou odchylku, u trojúhelníkového rozdělení se určují minimální, střední a maximální hodnoty. Na obrázku č. 14 jsou znázorněna základní rozdělení v Crystal Ball. Po nastavení parametrů buňky budou zbarvena zeleně.



Obrázek 14: Základní rozdělení v Crystal Ball. Zdroj: vlastní zpracování

1. **Výběr závislé proměnné.** V tomto kroku je potřeba zvolit buňku, která obsahuje vzorec pro výpočet zkoumané hodnoty, např. čisté současné hodnoty, a vybrat funkci "Define Forecast". V okně, které se otevře, označit v poli „Units“ odkaz na hodnotu závislé proměnné.
2. **Nastavení simulačních podmínek.** Tento krok není povinný, protože systém nabídne výchozí parametry simulace (ve výchozím nastavení je 1000 iterací). Výchozí počet iterací lze změnit v "Run Preferences". Čím více iterací, tím spolehlivější výsledky simulace.
3. **Spuštění simulace.** Kliknutím na tlačítko "Start" program začne samotnou simulaci a po nastaveném počtu iterací zobrazí výsledky graficky.

5.3 Přehled a vstupní parametry investičního projektu

Úkolem tohoto dílčího investičního projektu je provést rozbor a analýzu rizika a rizikových faktorů. Analýza rizika bude provedena na základě stanovení rozdělení zisku investičního projektu, případně Cash-Flow projektu a ekonomického kritéria. V rámci rozdělení NPV je součástí výstupních potřebných analýz a interpretace statistická a pravděpodobnostní analýza.

Dílčí investiční projekt, zadány v rámci konzultační firmy, se zabývá výrobou odlitků pro nápravy lokomotiv užívaných zejména v dopravním průmyslu a železniční dopravě. Odlitky jsou vyráběny v typových řadách S, T, U, V, W, Z, které jsou technologicky podobné a liší se pouze maximálním točivým momentem v KN/m a hmotností v kg. Firma uzavřela s odběratelem smlouvu dlouhodobého charakteru na poskytování odlitků pro nápravy lokomotiv v typových řadách S, T, U, V, W, Z, s počátečními cenami v eurech na kus po řadě 20, 50 100, 90, 130,190 EUR/ks, přičemž je v rámci 20 let trvání projektu a dodavatelsko-odběratelských vztahů dohodnut průměrný roční růst cen v typových řadách 1,15 %. Dosavadní výrobní kapacita nestačí k uspokojení poptávky, přičemž v rámci mapování poptávky, jejímž předpokladem je její průměrný 1% roční růst, je po dobu trvání projektu 20 let kapacita výrobní a montážní linky v počátku 90 tis, 70 tis., 60 tis., 40 tis., 80 tis., 30 tis. za rok po řadě v rámci jednotlivých typových řad.

Směnný kurz Kč/EUR je pojištěn na dobu 20 let za částku 45 tis. euro u společnosti Aliance, a.s. a je fixován na částku 28 Kč/EUR. Na základě technicko-ekonomické studie bylo stanoveno, že v rámci automatizovaného výrobního úseku bude nutné pořídit výrobní a montážní linku (včetně softwaru) s pořizovací cenou 4,5 mil euro, která bude rovnoměrně ročně odepisována s nulovou cenou po skončení doby trvání investičního projektu. Linka bude financována z 45 % cizím dlouhodobým 10. letým úvěrem s konstantními ročními splátkami a s 10% úrokovou sazbou. Vzhledem k potenciální recesi ekonomiky a vysoké investici do automatizovaného výrobního úseku je riziko projektu odhadováno experty na 15 % a je také odhadována mezní daňová sazba za období na 19 %.

Cílem analýzy a modelace rizikových faktorů je z investičního projektu potlačit či zcela eliminovat ekonomické riziko. Složitost a vysoká variabilita vstupních faktorů vyvolala potřebu výběrového ekonomického šetření. Výsledky ekonomického šetření s výstupními informacemi jsou ve své podstatě shrnuty níže v textu.

V rámci ekonomického šetření byly odhadovány jednotlivé nákladové složky, přičemž je možné shrnout expertní šetření situace následovně. Materiálové vstupy odlitků pro nápravy lokomotiv typové řady S, T, U, V, W, Z po řadě jsou 10 EUR/ks, 20 EUR/ks, 35 EUR/ks, 40 EUR/ks, 70 EUR/ks, 30 EUR/ks včetně DPH, přičemž se předpokládá jejich 0,3% roční růst. Režijní náklady v rámci automatizovaného výrobního úseku jsou dány součtem materiálových a mzdových nákladů na rok. Jedná se převážně o náklady údržby, opravy a zajištění spolehlivosti. Náklady na energie byly odhadnuty částkami 4 EUR/ks, 5 EUR/ks, 7 EUR/ks, 9 EUR/ks, 12 EUR/ks, 9,5 EUR/ks. Vzhledem k charakteru výrobního procesu byly dále specifikovány náklady na kontrolní a jakostní procesy po řadě ve velikosti 1 EUR/ks, 0,5

EUR/ks, 1,8 EUR/ks, 0,6 EUR/ks, 1,9 EUR/ks A 2,2 EUR/ks. Automatizovaný výrobní úsek linky bude mít celkem 50 zaměstnanců s platem 35 000Kč/měsíčně. Odvody na zdravotním a sociálním pojištění činí 35 % hrubé mzdy. Kolektivní smlouva uvažuje o 1,4% ročním růstu platu, aby byla zachována alespoň v minimální míře úroveň kupní síly zaměstnanců. V tabulkách č. 6 a č. 7 jsou uvedeny vstupní hodnoty investičního projektu, na jejichž základě bude vytvořen finanční model a bude provedena analýza citlivosti a simulace metodou Monte Carlo.

Tabulka 5: Vstupní hodnoty. Zdroj: vlastní zpracování

Popis položky	Název proměnné	Hodnota	Jednotky
Výrobní linka			
Pořizovací cena výrobní linky	Cp	4500000	Euro
Doba trvání projektu	t	20	let
Financování úvěrem			
Úvěru	C	2025000	Euro
Doba splacení úvěru	tC	10	let
Úroková sazba	rC	0,1	%
Odhad rizika projektu	R	0,15	%
Směnný kurz	Ex	28	Kč/Euro
Pojištění směnného kurzu na 20 let	InEx	45000	Euro
Náklady podniku			
Počet zaměstnanců	N	50	
Roční plat zaměstnance	AnS	750000	Euro
Ostatní			
Roční růst poptávky	constant1	1,00	%
Průměrná roční míra inflace	constant2	1,15	%
Roční růst platu	constant3	1,4	%
Roční růst nákladů na materiály	constant4	0,3	%
Mezní daňová sazba	constant5	19	%
Náklady na soc. zabezpečení a zdravotní pojištění	constant6	0,35	%

Tabulka 6: Počet vyráběných odlitků, prodejní cena a závislé náklady. Zdroj: vlastní zpracování

Druh odlitků	Počáteční prodejní cena odlitků Euro/ks		Množství odlitků vyráběných v prvním roce (ks/rok)		Energetické náklady (Euro/ks)		Náklady na kontrolní a jakostní procesy (Euro/ks)		Náklady na materiál	
	Název proměnné	Hodnota	Náz. prom.	Hod.	Náz. prom.	Hod.	Náz. prom.	Hod.	Náz. prom.	Hod.
S	cS	20	qS	90000	eS	4	kS	1	nS	10
T	cT	50	qT	70000	eT	5	kT	0,5	nT	20
U	cU	100	qU	60000	eU	7	kU	1,8	nU	35
V	cV	90	qV	40000	eV	9	kV	0,6	nV	40
W	cW	130	qW	80000	eW	12	kW	1,9	nW	70
Z	cZ	190	qZ	30000	eZ	9,5	kZ	2,2	nZ	30

5.4 Finanční model

Na základě vstupních údajů byly spočítány ekonomické hodnoty investičního projektu, které lze využít v analýze. Výstupní hodnoty finančního modelu jsou znázorněny v tabulkách č. 8 a č. 9 a č. 10. První tabulka udává přehled o výstupních hodnotách spojených s pořízením linky využitím cizích zdrojů, jako jsou splátky, hodnota úvěru, jistina a úrok, potřebných pro výpočet čisté současné hodnoty projektu. Druhá a třetí tabulka poskytuje informace o nákladech, Cash-Flow, čistém zisku a čisté současné hodnotě daného projektu během 20 let.

Tabulka 7: Vypočet splátek investičního projektu. Zdroj: vlastní zpracování

Rok	Jistina	Úroky	Úvěr	Splátka
1	3557663,89	5670000	56700000	9227663,89
2	3913430,279	5314233,611	53142336,11	9227663,89
3	4304773,307	4922890,583	49228905,83	9227663,89
4	4735250,637	4492413,252	44924132,52	9227663,89
5	5208775,701	4018888,189	40188881,89	9227663,89
6	5729653,271	3498010,619	34980106,19	9227663,89
7	6302618,598	2925045,291	29250452,91	9227663,89
8	6932880,458	2294783,432	22947834,32	9227663,89
9	7626168,504	1601495,386	16014953,86	9227663,89
10	8388785,354	838878,5354	8388785,354	9227663,89
Celkem	56700000	35576638,9	355766389	92276638,9

Tabulka 8: Finanční ukazatele rok 0-9. Zdroj: vlastní zpracování

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Poptávka S		90000	90900	91809	92727,09	93654,3609	94590,90451	95536,81355	96492,18169	97457,10351
Poptávka T		70000	70700	71407	72121,07	72842,2807	73570,70351	74306,41054	75049,47465	75799,96939
Poptávka U		60000	60600	61206	61818,06	62436,2406	63060,60301	63691,20904	64328,12113	64971,40234
Poptávka V		40000	40400	40804	41212,04	41624,1604	42040,402	42460,80602	42885,41408	43314,26823
Poptávka W		80000	80800	81608	82424,08	83248,3208	84080,80401	84921,61205	85770,82817	86628,53645
Poptávka Z		30000	30300	30603	30909,03	31218,1203	31530,3015	31845,60452	32164,06056	32485,70117
Tržby	868000000	886761820	905929176,7	925510835,9	945515752,6	965953075,6	986832151,3	1008162528	1029953961	1052899361
Odpisy	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000
Investice	-126000000									
Úvěr	56700000									
Úroky	5670000	5314233,611	4922890,583	4492413,252	4018888,189	3498010,619	2925045,291	2294783,432	1601495,386	
Režijní náklady	400625000	405894250	411232845,8	416641700,6	422121739,7	427673900,5	433299132,7	438998398,7	44472673,4	
Energie	76580000	77345800	78119258	78900450,58	79689455,09	80486349,64	81291213,13	82104125,26	82925166,52	
Kontrola kvality	13300000	13433000	13567330	13703003,3	13840033,33	13978433,67	14118218	14259400,18	14401994,18	
Materiály	350000000	354560500	359180423,3	363860544,2	368601647,1	373404526,6	378269987,6	383198845,5	388191926,5	
Mzdy	37500000	38025000	38557350	39097152,9	39644513,04	40199536,22	40762329,73	41333002,35	41911664,38	
Soc. pojištění	13125000	13308750	13495072,5	13684003,52	13875579,56	14069837,68	14266815,41	14466550,82	14669082,53	
Hrubý zisk	36525000	378474536,4	391786852,3	405473268,1	419545636,3	434016381,2	44898542,2	464205820,7	479952631,9	
Čistý zisk	296075250	306564374,5	317347350,4	328433447,2	339831965,4	351553268,8	363607819,2	376006714,8	388761631,8	
CF projektu	-69300000	293147586,1	303636710,6	314419686,5	325505683,3	336904301,5	348625604,9	360680155,3	373079050,9	385833967,9
Diskontovaný CF	-69300000	261388841,8	241410259	222900938,3	205760242,9	189893529,4	175211905,7	161631983,5	149075625,4	137469691,5
Kumulovaný CF	-69300000	192088841,8	433499100,9	656400039,1	862160282,1	1052053811	1227265717	1388897701	1537973326	1675443018

Tabulka 9: Finanční ukazatele rok 10-20. Zdroj: vlastní zpracování

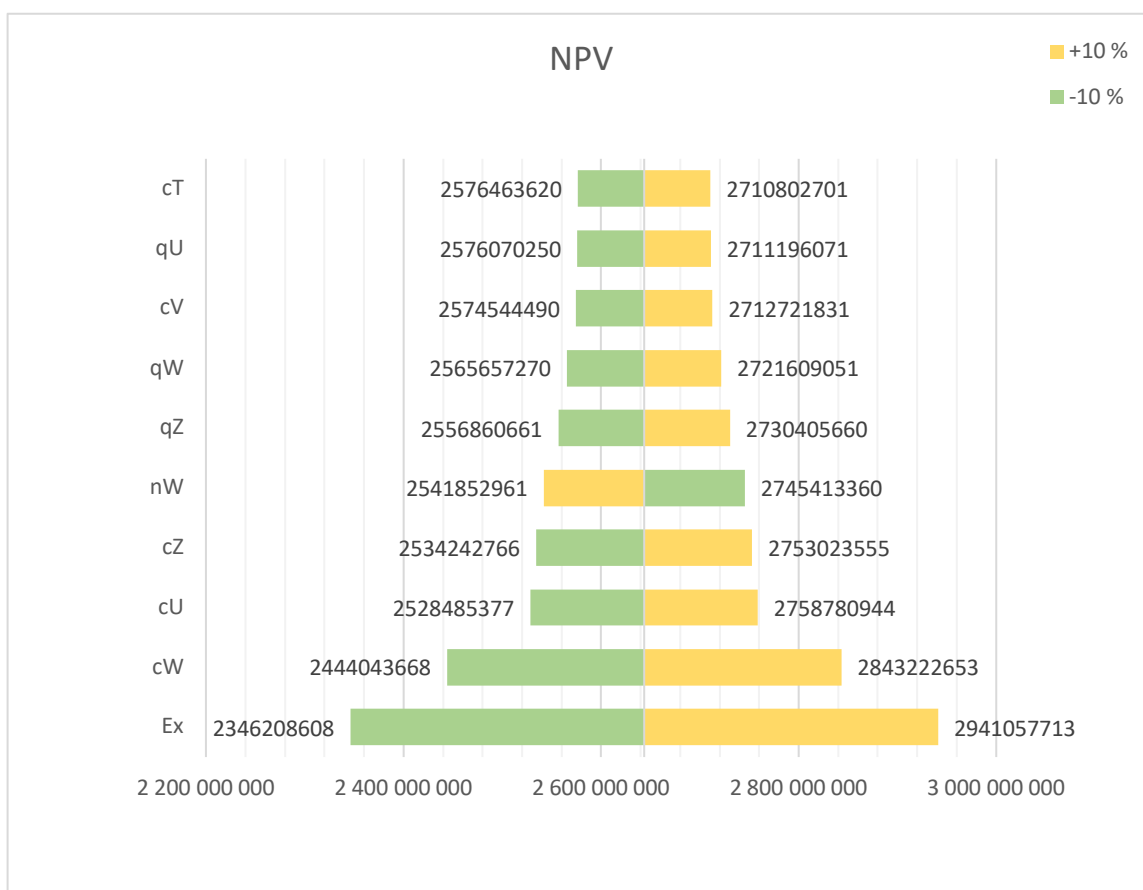
Rok	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Poptávka S	98431,67454	99415,99129	100410,1512	101414,2527	102428,4	103452,6792	104487,206	105532,08	106587,3988	107653,2728	108729,8055
Poptávka T	76557,96909	77323,54878	78096,78427	78877,75211	79666,53	80463,19493	81267,82688	82080,505	82901,3102	83730,3233	84567,62653
Poptávka U	65621,11636	66277,32752	66940,1008	67609,50181	68285,597	68968,45279	69658,13732	70354,719	71058,26588	71768,84854	72486,53703
Poptávka V	43747,41091	44184,88502	44626,73387	45073,00121	45523,731	45978,96853	46438,75821	46903,146	47372,17725	47845,89903	48324,35802
Poptávka W	87494,82181	88369,77003	89253,46773	90146,00241	91047,462	91957,93706	92877,51643	93806,292	94744,35451	95691,79805	96648,71604
Poptávka Z	32810,55818	33138,66376	33470,0504	33804,7509	34142,798	34484,2264	34829,06866	35177,359	35529,13294	35884,42427	36243,26851
Tržby	1052216416	1074960074	1098195336	1121932828	1,146E+09	1170958161	1196268421	1,222E+09	1248542012	1275529247	1303099812
Odpisy	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000	6300000
Investice											
Úvěr											
Úroky	838878,5354	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Režijní náklady	450622944,6	456550213,3	462555493,4	468639812,3	474804211	481049744,1	487377480,2	493788502	500283906,1	506864804,2	513532322,2
Energie	83754418,18	84591962,36	85437881,99	86292260,81	87155183	88026735,25	88907002,6	89796073	90694033,35	91600973,69	92516983,42
Kontrola kvality	14546014,13	14691474,27	14838389,01	14986772,9	15136641	15288007,04	15440887,11	15595296	15751248,94	15908761,43	16067849,04
Materiály	393250067,3	398374115,6	403564930,4	408823381,4	414150350	419546729,1	425013423	430551348	436161432	441844615,4	447601850,8
Mzdy	42498427,68	43093405,67	43696713,35	44308467,33	44928786	45557788,88	46195597,92	46842336	47498129	48163102,81	48837386,25
Soc. pojištění	14874449,69	15082691,98	15293849,67	15507963,57	15725075	15945226,11	16168459,27	16394818	16624345,15	16857085,98	17093085,19
Hrubý zisk	496154160,7	512826424,1	529063571,7	545713982,2	562787371	580293674,2	598243051,4	616645893	635512823,2	654854707,8	674682657,2
Čistý zisk	401884870,2	415389403,5	428541493	442028325,6	455857771	470037876,1	484576871,6	499483173	514765386,8	530432313,3	546492952,3
CF projektu	398957206,3	421689403,5	434841493	448328325,6	462157771	476337876,1	490876871,6	505783173	521065386,8	536732313,3	552792952,3
Diskontovaný CF	126745787,7	119453981,8	109834719	100973071,1	92811196	85295466,18	78376185,59	72007321	66146249,15	60753522,27	55792643,5
Kumulovaný CF	1802188805	1921642787	2031477506	2132450577	2,225E+09	2310557239	2388933425	2,461E+09	2527086995	2587840517	2643633161

Všechny výpočty byly zpracovány na základě údajů poskytnutých konzultační firmou v programu Microsoft Excel. Hodnoty byly vypočítány v závislosti na předpokládaných ročních změnách, jako jsou růst poptávky, inflace, růst mzdy pracovníků atd. Výsledkem daného finančního modelu je NPV projektu, který se rovná **2 643 633 161 Kč**. Daná hodnota je potřebná k následující analýze rizika v programu Crystal Ball.

5.5 Identifikace nejvýznamnějších rizikových faktorů investičního projektu

Čistá současná hodnota je ovlivněna velkým množstvím různých faktorů, proto je potřeba stanovit nejvýznamnější, které mohou nejvíce ohrozit úspěšnost projektu. Z toho důvodu je vhodné provést před simulací jednofaktorovou analýzu citlivosti a stanovit, které faktory lze zanedbat a tím zjednodušit proces simulace, a které faktory naopak mohou značně ovlivnit konečný výsledek. Předpokládaná změna všech faktorů rizika činí $\pm 10\%$ od předpokládaných hodnot. Postupně byly vypočítány hodnoty maximální a minimální hodnoty NPV na základě zmenšení nebo zvětšení jednotlivých faktorů rizika o předpokládanou změnu.

Výsledkem těchto výpočtů je tabulka č. 10, kde se nachází 10 nejvýznamnějších rizikových faktorů a jejich vliv na hodnotu NPV. Dále na obrázku č. 15 je znázorněná grafická interpretace analýzy citlivosti pomocí Tornádo grafu. Tyto faktory budou použity pro zpracování simulace.



Obrázek 15: Analýza citlivosti pomocí Tornádo grafu. Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 10: Výsledek analýzy citlivosti NPV. Zdroj: vlastní zpracování

Popis položky	NPV			Vstupní hodnoty		
	Minimum	Maximum	Rozsah	Minimum	Maximum	Očekávaná hodnota
Směnný kurz	2547663896	3187280843	639616946,9	25,2	30,8	28
cW	2667882877	3067061861	399178984,2	117	143	130
cU	2752324585	2982620153	230295567,8	90	110	100
cZ	2758081974	2976862764	218780789,4	171	209	190
nW	2969252568	2765692170	203560398,4	63	77	70
qZ	2777756964	2957187774	179430810,2	27000	33000	30000
qW	2778081571	2956863167	178781596,7	72000	88000	80000
qU	2796699016	2938245722	141546706,1	54000	66000	60000
cV	2798383699	2936561039	138177340,7	81	99	90
Mezní daňová sazba	2936481627	2798463111	138018515,9	0,171	0,209	0,19

Výsledky analýzy citlivosti ukazují, že směnný kurz a prodejní cena odlišků W, U, Z jsou významnými rizikovými faktory investičního projektu. Nejmenší vliv na konečný výsledek mají náklady na energie, kontrolu kvality a jakosti a roční růst platu zaměstnanců.

5.6 Simulace a interpretace výsledků

Podle výstupu finančního modelu je čistá současná hodnota projektu kladná a rovná se 2 643 633 161 Kč, což ukazuje na výhodnost projektu a lze jej tedy doporučit k realizaci. Ve skutečnosti bude reálná hodnota NPV projektu od této hodnoty odlišná, a to z toho důvodu, že výpočty byly provedeny na základě hodnot rizikových faktorů stanovených expertním šetřením.

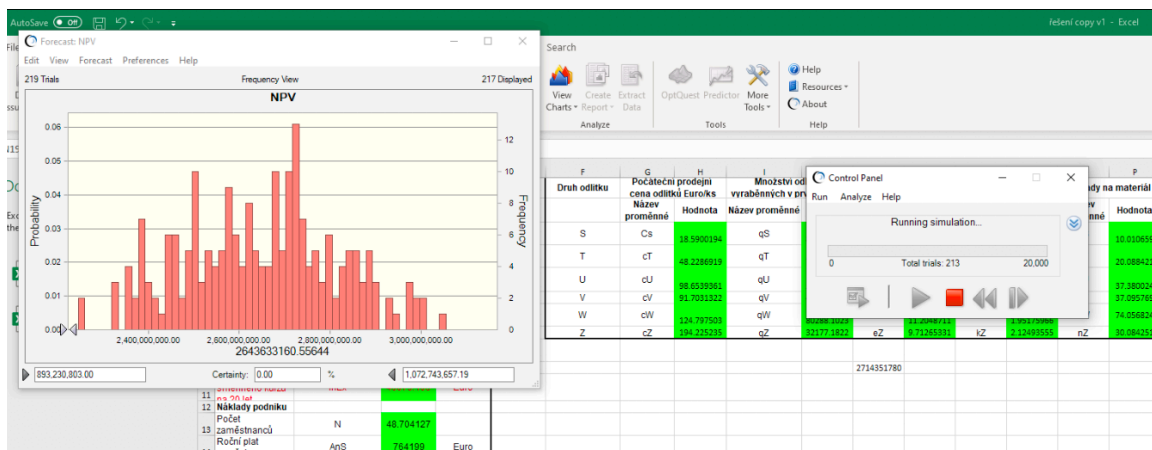
Následujícím krokem je potřeba stanovit druh rozdělení rizikových faktorů a na základě stanoveného rozdělení vypočítat mezní hodnoty. V praxi se nejčastěji používá trojúhelníkové a normální rozdělení. Pro daný projekt bylo rozhodnuto použít trojúhelníkové rozdělení. Tabulka č. 12 obsahuje vstupní hodnoty investičního projektu, kde bylo použito trojúhelníkové pravděpodobnostní rozdělení. Minimální a maximální hodnoty jsou stanoveny expertním šetřením.

Tabulka 11: Rizikové faktory. Zdroj: vlastní zpracování

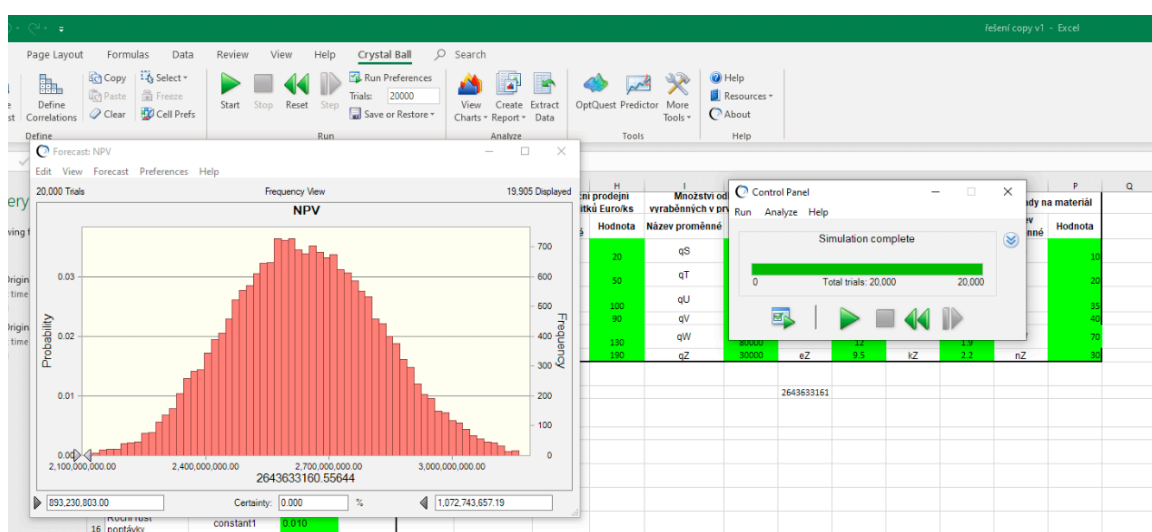
Popis položky	Vstupní hodnoty		
	Minimum	Maximum	Očekávaná hodnota
Výrobní linka			
Cp	4050000	4950000	4500000
t	18	22	20
C	1822500	2227500	2025000
tC	9	11	10
rC	0,09	0,11	0,1
R	0,1035	0,1265	0,115
Ex	25,2	30,8	28
InEx	40500	49500	45000
N	45	55	50
AnS	675000	825000	750000
constant1	0,009	0,011	0,01
constant2	0,0135	0,0165	0,015
constant3	0,0126	0,0154	0,014
constant4	0,0027	0,0033	0,003
constant5	0,171	0,209	0,19
constant6	0,315	0,385	0,35
r	0,01035	0,01265	0,0115
c	18	22	20

cT	45	55	50
cU	90	110	100
cV	81	99	90
cW	117	143	130
cZ	171	209	190
qS	81000	99000	90000
qT	63000	77000	70000
qU	54000	66000	60000
qV	36000	44000	40000
qW	72000	88000	80000
qZ	27000	33000	30000
eS	3,6	4,4	4
eT	4,5	5,5	5
eU	6,3	7,7	7
eV	8,1	9,9	9
eW	10,8	13,2	12
eZ	8,55	10,45	9,5
kS	0,9	1,1	1
kT	0,45	0,55	0,5
kU	1,62	1,98	1,8
kV	0,54	0,66	0,6
kW	1,71	2,09	1,9
kZ	1,98	2,42	2,2
nS	9	11	10
nT	18	22	20
nU	31,5	38,5	35
nV	36	44	40
nW	63	77	70
nZ	27	33	30

Druhým krokem podle postupu popsaném v podkapitole 5.2 je definování rizikových faktorů a jejich typu rozdělení v "Define Assumption". Třetím krokem je výběr závislé proměnné, resp. kritérií ekonomické efektivity, což je NPV projektu. Dále je potřeba nastavit počet iterací v "Run Preferences" na 20 000 iterací, což je dostačující pro dosažení spolehlivého výsledku. Posledním krokem je spuštění simulace tlačítkem „Start“. Na obrázcích č. 16 a č. 17 je znázorněn průběh simulace. Lze vidět, že rozdělení má na začátku simulace jiný tvar než na konci, důvodem je počet proběhnutých simulací.



Obrázek 16: Začátek průběhu simulace. Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 17: Konec průběhu simulace. Zdroj: vlastní zpracování

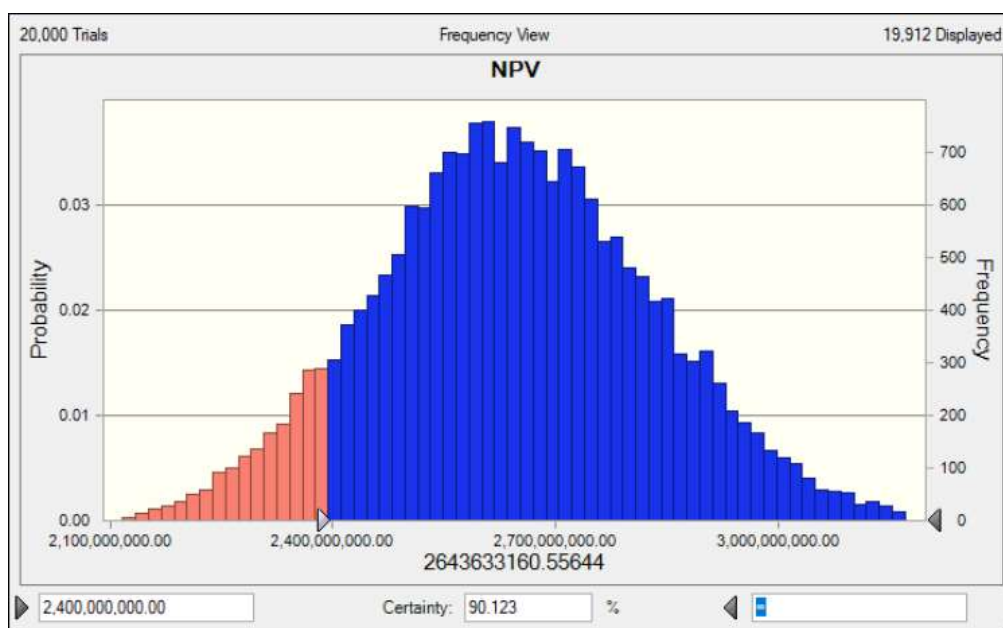
Výstupem simulace je histogram četností kritériační veličiny NPV a podrobný report o statistických hodnotách daného projektu. Tento report je znázorněn na obrázku č. 17. Počet provedených iterací se rovná 20 000, což odpovídá přednastavené hodnotě. Střední hodnota (mean) se po simulaci zmenšila o 444 446 Kč v porovnání s původní hodnotou NPV stanovenou ve finančním modelu. Medián (median) se rovná 2 638 795 437,92 Kč a liší se od střední hodnoty o 4 393 277 Kč. Z toho lze usuzovat, že dané rozdělení je téměř symetrické. Podle reportu může minimální hodnota NPV dosáhnout 1 966 054 708,81 Kč, proto lze považovat tento investiční projekt za efektivní. Maximální hodnota projektu může dosáhnout 3 435 528 240 Kč, ale pravděpodobnost daného výsledku je velmi malá, jelikož tato hodnota leží mimo interval. Směrodatná odchylka (standard deviation) ukazuje míru variability zkoumaných hodnot a podle reportu činí 185 251 088 Kč. Z výsledku lze dojít k závěru, že jsou si prvky souboru většinou navzájem podobné, protože hodnota směrodatné odchylky je relativně malá. Šikmost (skewness) určuje asymetrii rozdělení pravděpodobnosti, v daném případě je šikmost kladná a činí 0,1084, což znamená, že vpravo od průměru se vyskytují

odlehlejší hodnoty než vlevo a většina hodnot se nachází blízko vlevo od střední hodnoty, rozdělní je skoro souměrné.

Statistics:	Forecast values
Trials	20,000
Base Case	2,643,633,160.56
Mean	2,643,188,715.19
Median	2,638,795,437.92
Mode	2,552,433,340.57
Standard Deviation	185,251,008.52
Variance	#####
Skewness	0.1084
Kurtosis	2.90
Coeff. of Variation	0.0701
Minimum	1,966,054,708.81
Maximum	3,435,528,240.04
Range Width	1,469,473,531.23
Mean Std. Error	1,309,922.44

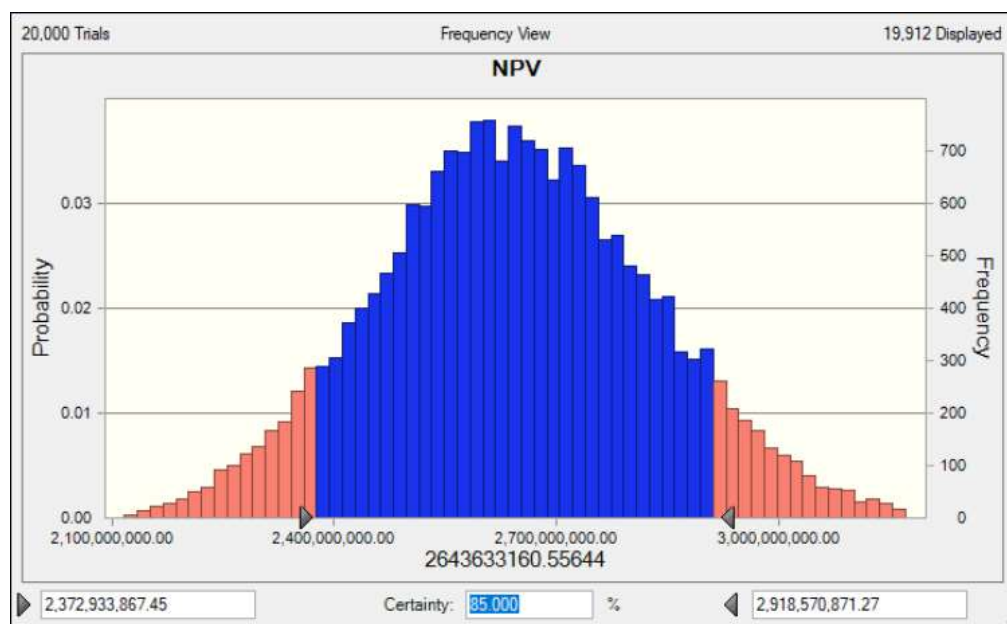
Obrázek 18: Statistické hodnoty pravděpodobnostního rozdělení. Zdroj: vlastní zpracování

Primárním cílem provedení simulace je určení čisté současné hodnoty a pravděpodobnosti jejího dosažení za určitých podmínek. Uvedeme si příklad: vedení společnosti požaduje dosažení hodnoty NPV ve výši 2 400 000 000 Kč. Odpověď na otázku, s jakou pravděpodobností lze dosáhnout dané hodnoty, lze získat v programu Crystal Ball (viz obrázek č. 19). Otevřeme dialogové okno s předpovědí. Do pole v levém dolním rohu je potřeba uvést hodnotu požadovaného NPV. V poli dole uprostřed bude spočítána jistota („Certainty”) v procentech, s kterou pravděpodobně bude dosažena konkrétní hodnota NPV, což bude činit 90,1 %.



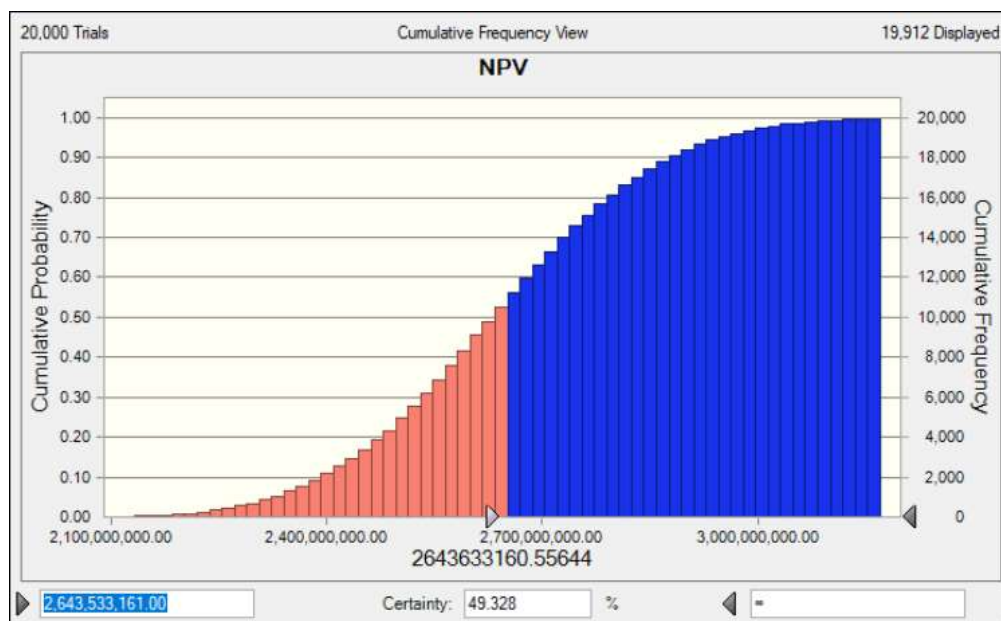
Obrázek 19: Pravděpodobnosti dosažení určité hodnoty NPV. Zdroj: vlastní zpracování

V případě, že vedení společnosti bude zajímat interval, ve kterém se bude pohybovat čistá současná hodnota s předem stanovenou pravděpodobností, lze to určit opačným způsobem. Do pole „Certainty” uvedeme požadovaná procenta a program ukáže interval. Například 85 % všech hodnot patří do intervalu od 2 372 933 867 Kč do 2 918 570 871 Kč (viz obrázek č. 20).



Obrázek 20: Dosažení NPV s předem stanovenou pravděpodobností 85%. Zdroj: vlastní zpracování

Dalším užitečným způsobem interpretace výstupů je graf kumulativních pravděpodobností s čistou současnou hodnotou, který je zobrazen na obrázku č. 21. Graf představuje distribuční funkce, s jejichž pomocí lze stanovit pravděpodobnost, že hodnota NPV bude menší nebo rovna x , kde x je libovolné reálné číslo. Tento graf může být užitečným pro management společnosti v případě, že budou chtít zjistit pravděpodobnost dosažení hodnoty NPV z původního finančního modelu.



Obrázek 21: Graf kumulativní pravděpodobnostního rozdělení. Zdroj: vlastní zpracování

Na grafu lze vidět, že této hodnoty společnost dosáhne s pravděpodobností 49,3 %, což je poměrně velké číslo, které dává pocit stability při důležitých rozhodnutích během realizace projektu. Graf stejně jako normální rozdělení pravděpodobnosti ukazuje, že s pravděpodobností nebude hodnota překročena. Tyto výsledky simulace lze pro vrcholový management společnosti považovat za optimistické.

6 Návrh opatření ke snížení rizika projektu

Po rozvedení analýzy citlivosti a simulace metodou Monte Carlo lze říct, že směnný kurz je kritickým rizikovým faktorem investičního projektu. Jak již bylo zmíněno v kapitole č. 4 *Metody snižování rizika*, užitečným nástrojem pro snižování daného druhu rizik zajišťují kurzové riziko. To je druh pojištění, jehož prostřednictvím lze zajistit ochranu peněz před nepříznivými změnami měnových kurzů. Význam zajištění – dohodnutí o výši kurzu při etapě uzavření smlouvy, při které bude provedeno budoucí obchodování. Při zajišťování se lze vyhnout peněžním ztrátám v případě budoucích změn směnného kurzu, a tím snížit riziko.

Druhým kritickým faktorem rizika je prodejní cena odlišků W, U, Z, která přesahuje 100 euro. Negativní důsledky daného faktoru lze částečně nebo úplně eliminovat transferem rizika na jiný subjekt, v tomto případě se riziko přesouvá na odběratele hotových odlišků. To lze udělat uzavřením dlouhodobé smlouvy se stanovenými cenami výrobků. Ve skutečnosti je dost komplikované implementovat dané opatření, protože odběratel pravděpodobně nebude ochoten podobné podmínky přijmout a jednatel ze strany prodejce musí mít silné vyjednávací schopnosti. V případě, že se nepodaří domluvit o úplném přesunu rizika na odběratele, existuje možnost rozdělit riziko úměrně mezi obě strany.

Dalším významným faktorem ovlivňujícím čistou současnou hodnotu je poptávka, resp. objem vyráběných odlišků řady Z, W, U. Tento rizikový faktor lze ovlivnit dvěma způsoby. Prvním je uzavření dlouhodobé smlouvy, ve které bude stanoven rozsah odebírané produkce. Nevýhody daného opatření jsou popsány v předchozím odstavci. Druhým způsobem je rozvíjení dlouhodobé marketingové strategie, průzkum trhu a nalezení nových odběratelů vyráběné produkce.

Podle výsledků nákladů na materiály, energie a kontrolu kvality nepředstavují velký význam v řízení rizik a lze tyto faktory do určité míry zanedbat. Danou situaci lze využít ve prospěch společnosti a používat kvalitní suroviny ve výrobě a tím nabízet kvalitní zboží, což lze využít při plánování marketingové strategie.

Navrhnutá analýza nezahrnuje vnější rizika (kromě změn kurzu), jako jsou přírodní katastrofy, pandemie, ekonomická krize. Důvodem je jejich těžká předvídatelnost a kvantitativní vyjádření. Tato rizika téměř nelze ovlivnit. Příkladem je dnešní situace s pandemií COVID-19, která ohrozila globální růst a zisky firem všech států na světě. Pandemie koronaviru způsobila krize v celých podnikatelských odvětvích, jako jsou cestovní ruch, linková doprava, taxislužby,

letecká doprava a městská hromadní doprava. Podle výzkumu bude mít 3,5 milionu provozovatelů silniční dopravy po celém světě finanční ztráty v důsledku dopravních omezení a celkového hospodářského poklesu. Letos se očekává pokles obrátu o 57 % v celkové výši 81 miliard EUR. (31)

Závěr

První část práce byla věnována fázím přepravy a realizaci investičních projektů. Na začátku byly klasifikovány druhy investičních projektů podle různých hledisek a následně byl popsán základní princip realizace projektu. Nejdůležitější fází je ta předinvestiční, během které lze identifikovat nejvýznamnější rizika ohrožující budoucnost projektu. Druhá část je zaměřena na problematiku rizikového rozhodnutí a klasifikaci rizika. Další kapitola se zabývá managementem rizik, konkrétně způsoby identifikace faktorů, které mohou nejvíce ovlivnit stav projektů, kvantitativním vyjádřením rizikovosti projektu a návrhem opatření pro snížení rizika projektu na přijatelnou míru. V této části jsou podrobně popsány užitečné metody v praxi, jako jsou expertní hodnocení, analýza citlivosti, metody Monte Carlo a rozhodovacích stromů. Tyto části jsou nezbytným teoretickým základem umožňujícím pochopit danou problematiku.

Teoretická část sloužila jako podklad pro zpracování praktické části, která spočívala v modulaci rizika dílčího investičního projektu řešeného ve spolupráci s konzultační firmou. Na základě vstupních parametrů byl navrhnout finanční model investičního projektu. Model zahrnuje informace o předpokládané poptávce, tržbách, odpisu, úrokových sazbách a nákladu během života projektu. Výstupem z daného modelu je čistá současná hodnota, která je kritériem ekonomické efektivnosti investičního projektu. Tato hodnota se rovná 2 643 633 161 Kč.

Z toho důvodu, že čistá současná hodnota je ovlivněna velkým množstvím různých faktorů, byla provedena jednofaktorová analýza citlivosti, aby stanovila nejvýznamnější faktory, které mohou nejvíce ohrozit úspěšnost projektu. Analýza ukázala, že směnný kurz a prodejní cena odliktů W, U, Z jsou významné rizikové faktory investičního projektu, ke kterým je potřeba navrhnout opatření, aby došlo ke snížení pravděpodobnosti výskytu rizika. Nejmenší vliv na konečný výsledek mají náklady na energie, kontrolu kvality a jakosti a roční růst platů zaměstnanců.

Finanční model je deterministický, proto bylo rozhodnuto provést simulace v programu Crystal Ball. Práce s tímto programem je podrobně popsána v první polovině praktické části. Jednotlivým faktorům rizika bylo přiřazeno pravděpodobnostní rozdělení, umožňující modelovat nejistotu v hodnotách stanovených expertním šetřením. Výsledkem provedené simulace, která se skládala z 20 000 iterací, je histogram četností NPV. Rovnou byla stanovena minimální hodnota NPV, která činí 1 966 054 708,81 Kč, což znamená, že tento investiční projekt je efektivní a lze jej doporučit k realizaci. Maximální hodnota projektu může

činit 3 435 528 240 Kč, ale pravděpodobnost daného výsledku je téměř nulová. Střední hodnota po simulaci se změnila pouze o 444 446 Kč v porovnání s původní. To ukazuje, že rizikové faktory se neprojevily a hodnotu NPV určenou v deterministickém modelu lze považovat za věrohodnou. Podle výsledků může být střední hodnoty dosaženo s pravděpodobností 49 %.

Požadavkem konzultační firmy bylo identifikovat nejvýznamnější rizika, určit jejich vliv na sledování ekonomického kritéria a navržení opatření pro snižování rizika. Jako opatření proti výkyvu měnového kurzu by bylo vhodné využít pojištění směnného kurzu, tzv. zajištění. Dalším protipatřením je transfer rizika pomocí uzavření dlouhodobé smlouvy s odběratelem odlitků. V důsledku toho, že variabilní náklady spojené s výrobou produkce nepatří do skupiny významných rizikových faktorů, lze tento fakt využít ve prospěch společnosti a používat kvalitní suroviny ve výrobě, což by mohlo být užitečné při plánování marketingové strategie.

Daná práce navrhuje komplexní metodiku analýzy rizik investičních projektů. Byl vyvinut systém analýzy rizik, který je použitelný nejen pro dílčí investiční projekt průmyslového odvětví, ale i pro jakékoli další odvětví. Pro získání odůvodněných výsledků byl použit komplex metod: analýza citlivosti (pro identifikaci klíčových faktorů), pak metoda scénáře (pro hrubý pravděpodobnostní odhad) a metoda Monte Carlo (pro přesný pravděpodobnostní odhad rizik a očekávané výsledky projektu).

Seznam použité literatury

- [1] BREALEY, Richard A., Stewart C. MYERS a Franklin ALLEN. Teorie a praxe firemních financí. 2., aktualiz. vyd. Přeložil Vladimír GOLIK, přeložil Zdeněk MUŽÍK, přeložil Liběna STIEBITZOVÁ. Brno: BizBooks, 2014. ISBN 978-80-265-0028-5.
- [2] POPOV, V.M. Biznes-plan investitsionnogo proyekta. 5. vyd. Moskva: Finansy I Statistika, 2003. ISBN 5-279-02346-9.
- [3] FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK. Podnikatelský záměr a investiční rozhodování. Praha: Grada Publishing, 2005. Expert (Grada). ISBN 80-247-0939-2.
- [4] MÁCHAL, Pavel, Martina KOPEČKOVÁ a Radmila PRESOVÁ. Světové standardy projektového řízení: pro malé a střední firmy : IPMA, PMI, PRINCE2. Praha: Grada, 2015. Manažer. ISBN 978-80-247-5321-8.
- [5] EVROPSKÝ SOCIÁLNÍ FOND. *Příručka projektového řízení*. Metodický portál RVP. ISSN 1802-4785. Dostupné také z: <https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=72182&view=11237>
- [6] Ing. LEPŠÍK, Petr. *Úvod do projektového řízení. Projekt In-TECH 2*. Fakulta strojní, Technická univerzita v Liberci, 2012 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: http://intech2.tul.cz/dokumenty/vystupy_z_projektu/01~TUL/111_skripta%20N%C3%A1stroje%20C5%99%C3%ADzen%C3%AD%20projekt%C5%AF.pdf
- [7] MITCHELL, Caroline a Jonathan MITCHELL. Opportunity study guidelines. *Research Gate* [online]. International Trade Centre, 2009, , 99 [cit. 2020-07-28]. DOI: 10.13140/RG.2.1.1873.6480. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/280319515_Opportunity_study_guidelines
- [8] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta. Udržitelné pořizování staveb: ekonomické aspekty. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. ISBN 978-80-7357-642-4.
- [9] AISYAH, Rifka. The Difference between Pre-feasibility Study and Feasibility Study. *Chemical Engineering Portal* [online]. 2012 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://missrifka.com/feasibility-study/the-difference-between-pre-feasibility-study-and-feasibility-study.html>

- [10] MACGILLIVRAY, B.H., J.V. SHARP, J.E. STRUTT a P.D. HAMILTON. Benchmarking Risk Management Within the International Water Utility Sector. Part II: A Survey of Eight Water Utilities. *Journal of Risk Research* [online]. Routledge, 2007, 123 [cit. 2020-07-28]. DOI: 10.1080/13669870601011191. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/13669870601011191>
- [11] CARBONE, Thomas A. a Donald D. TIPPETT. Project Risk Management Using the Project Risk FMEA. *Engineering Management Journal* [online]. Taylor & Francis, 2004, , 35 [cit. 2020-07-28]. DOI: 10.1080/10429247.2004.11415263. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10429247.2004.11415263>
- [12] ČEJKOVÁ, Viktoria, ŠEDOVIČOVÁ, Jindřiška a MARTINOVIČOVÁ, Dana. Pojišťovnictví. Brno: Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, 2001. ISBN 80-210-2574-8.
- [13] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN 978-80-24-4644-9.
- [14] MACGILLIVRAY, B.H., J.V. SHARP, J.E. STRUTT, P.D. HAMILTON a S.J.T. POLLARD, Benchmarking Risk Management Within the International Water Utility Sector. Part I: *Design of a Capability Maturity Methodology*. *Journal of Risk Research* [online]. Routledge, 2007, 104 [cit. 2020-07-28]. DOI: 10.1080/13669870601011183 Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13669870601011183>
- [15] PROCHÁZKOVÁ, Dana, Vladimír ADAMEC, Jan PROCHÁZKA a Barbora SCHÜLLEROVÁ. Terminologický slovník pro inženýrské disciplíny pracující s riziky v systémovém pojetí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019. ISBN 978-80-7623-000-2.
- [16] ANTUŠÁK, Emil a Josef VILÁŠEK. Základy teorie krizového managementu. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3443-2.
- [17] KORECKÝ, Michal a Václav TRKOVSKÝ. Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích. Praha: Grada Publishing, 2011. Expert. ISBN 978-80-247-3221-3.

- [18] NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *The Owner's Role in Project Risk Management*. Washington, DC: National Academies Press, 2005. ISBN 978-0-309-18161-7.
- [19] FIALA, Petr. *Řízení projektů*. 3.vyd. Praha: Oeconomica, 2014. ISBN 978-80-245-2061-2.
- [20] FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK. *Investiční rozhodování a řízení projektů: jak připravovat, financovat a hodnotit projekty, řídit jejich riziko a vytvářet portfolio projektů*. Praha: Grada, 2012. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-7433-6.
- [21] DELGADO-GOMEZA, D., E. BACA-GARCIABC, D. AGUADOD, P. COURTETEF a J. LOPEZ-CASTROMAN. Computerized Adaptive Test vs. decision trees: Development of a support decision system to identify suicidal behavior. In: *Journal of Affective Disorders* [online]. 2016, s. 206 [cit. 2020-07-28]. ISSN 0165-0327. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.07.032>
- [22] ROUBINI, Nouriel. This is what the economic fallout from coronavirus could look like [online]. *World economic forum*, 2020 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/depression-global-economy-coronavirus/>
- [23] METROPOLIS Nicholas a S. ULAM. The Monte Carlo Method. *Journal of the American Statistical Association* [online], 1946, s. 247 [cit. 2020-07-28], DOI: 10.1080/01621459.1949.10483310. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1949.10483310>
- [24] RUBINSTEIN, Reuven Y. a Dirk P. KROESE. *Simulation and the monte carlo method*. 3rd ed. Hoboken: John Wiley, 2016. ISBN 978-1-118-63216-1.
- [25] BELOV G.P. *Upravleniye riskami, sistemnyy analiz i modelirovaniye*. 3.vyd. Moskva: Jurajt, 2019. ISBN 978-5-534-02609-2.
- [26] Ing. MORÁVEK, Tomáš. ČSOB FACTORING, A.S. *Factoring versus úvěr* [online]. Praha, 2018 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.csobfactoring.cz/factoring-versus-uver/>.
- [27] SEGAL, Troy, SCOTT, Gordon, ed. *Diversification* [online]. Investopedia, 2020 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/d/diversification.asp>

- [28] SVETLAYA E.A. a V.E. SEROGODSKY. Strakhovaniye. Perm: Státní zemědělská akademie, 2014.
- [29] MATOUŠEK, Jiří. KAM MFF UK. *Lineární programování: Úvod pro informatiky* [online]. [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://iti.mff.cuni.cz/series/2006/311.pdf>
- [30] GENTRY, B. A. *Crystal Ball User Manual* [online]. Redwood City, 2008 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <http://www.uca.edu.sv/facultad/clases/maestrias/mafi/m230106/CB7%20User%20Manual.pdf>
- [31] CHARNES, John. *Financial Modeling with Crystal Ball and Excel*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., ISBN 2007. 0-471-77972-5.
- [32] IRU: *COVID-19 Impacts on the Road Transport Industry - Executive summary* [online]. 2020 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.iru.org/resources/iru-library/covid-19-impacts-road-transport-industry-executive-summary?token=49bb54aa60b97636d934eb9d2cb34914-1595868263-d85aff19>
- [33] MEMEDOVIC, Olga. Research Gate: *Leveraging a new generation of industrial parks and zones for inclusive and sustainable development* [online]. Vienna: UNIDO, 2018 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/329104422>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Klasifikace investičních projektů. Zdroj: (2).....	9
Obrázek 2: Grafické znázornění IP podle charakterů peněžních toků. Zdroj: (2).....	12
Obrázek 3: Rozložení fází projektu. Zdroj: (5).....	13
Obrázek 4: Životní cyklus projektu. Zdroj: (6).....	14
Obrázek 5: Vztahy v analýze rizik. Zdroj: (13).....	24
Obrázek 6: Vztahy v řízení rizik. Zdroj: (13).....	24
Obrázek 7: Příklad situace z běžného života. Zdroj: (17).....	27
Obrázek 8: Tornádo graf zisku. Zdroj: vlastní zpracování.....	33
Obrázek 9: Spojnicový graf zisku. Zdroj: vlastní zpracování.....	33
Obrázek 10: Rozhodovací strom. Zdroj: (1).....	35
Obrázek 11: Posloupnost výpočtů metodou Monte Carlo. Zdroj: zpracováno na základě (25)	40
Obrázek 12: Grafické vyhledávání extrémů: Zdroj: (25).....	44
Obrázek 13: Interface Crystal Ball.....	46
Obrázek 14: Základny rozdělení v Crystal Ball. Zdroj: vlastní zpracování.....	47
Obrázek 15: Analýzy citlivosti pomocí Tornádo grafu. Zdroj: vlastní zpracování.....	52
Obrázek 16: Začátek průběhu simulace. Zdroj: vlastní zpracování.....	55
Obrázek 17: Konec průběhu simulace. Zdroj: vlastní zpracování.....	55
Obrázek 18: Statistické hodnoty pravděpodobnostního rozdělení. Zdroj: vlastní zpracování	56
Obrázek 19: Pravděpodobnosti dosažení určité hodnoty NPV. Zdroj: vlastní zpracování.....	56
Obrázek 20: Dosažení NPV s předem stanovenou pravděpodobností 85%. Zdroj: vlastní zpracování.....	57
Obrázek 21: Graf kumulativní pravděpodobnostního rozdělení. Zdroj: vlastní zpracování....	58

Seznam tabulek

Tabulka 1: Příklad č. 1. Zdroj: vlastní zpracování.....	15
Tabulka 2: Investiční příležitosti. Zdroj: vlastní zpracování.....	26
Tabulka 3: Matice hodnocení rizik. Zdroj: (20).....	31
Tabulka 4: Výsledky analýzy citlivosti. Zdroj: vlastní zpracování	32
Tabulka 5: Vstupní hodnoty. Zdroj: vlastní zpracování	49
Tabulka 6: Počet vyráběných odlitků, prodejní cena a závislé náklady. Zdroj: vlastní zpracování	50
Tabulka 7: Vypočet splátek investičního projektu. Zdroj: vlastní zpracování	50
Tabulka 8: Finanční ukazatele rok 0-9. Zdroj: vlastní zpracování	51
Tabulka 9: Finanční ukazatele rok 10-20. Zdroj: vlastní zpracování	51
Tabulka 10: Výsledek analýzy citlivosti NPV. Zdroj: vlastní zpracování.....	52
Tabulka 11: Rizikové faktory. Zdroj: vlastní zpracování.....	53