



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Martin Štourač
Analýza rizika investičního projektu
Bakalářská práce

2019



K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Martin Štourač

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LOG – Logistika a řízení dopravních procesů

Název tématu (česky): • **Analýza rizika investičního projektu**

Název tématu (anglicky): Risk Analysis of Investment Project

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Pojetí, klasifikace a řízení rizika projektu
- Fáze analýzy rizika projektu
- Počítačová podpora hodnocení investičních projektů
- Praktická aplikace vybraných částí analýzy rizika zadaného investičního projektu
- Závěry a doporučení analýzy





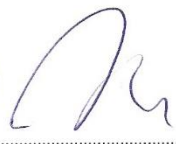
- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Fotr. J., Souček I.: Podnikatelský záměr a investiční rozhodování. Grada Publishing, 2005
Korecký M., Trkovský V.: Management rizik projektů. Grada Publishing, 2011

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

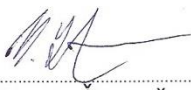
Datum zadání bakalářské práce: **30. června 2018**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **26. srpna 2019**
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 bakalářské práce.


Martin Stourač
jméno a podpis studenta

V Praze dne 30. června 2018

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji panu prof. Dr. Ing. Otto Pastorovi, CSc. za odborné vedení a konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytoval celou dobu mého studia a dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Markovi Gestingerovi za cenné rady a umožnění přístupu k mnoha důležitým informacím a materiálům. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za podporu, které se mi od nich dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na univerzitě ČVUT fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání 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 25. srpna 2019

.....

Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

ANALÝZA RIZIKA INVESTIČNÍHO PROJEKTU

Bakalářská práce

srpen 2019

Martin Štourač

ABSTRAKT

Předmětem této práce je analýza rizika a její praktická aplikace. Práce je rozdělena do dvou částí. V první teoretické části práce je nejprve definováno pojetí rizika, klasifikace rizik a způsob jejich řízení v rámci projektu. Dále jsou v této části definovány jednotlivé fáze analýzy rizika v projektu a je uveden popis programu Oracle Crystal Ball, který je tabulkovou aplikací pro prediktivní modelování poskytující pohled na kritické faktory ovlivňující riziko. V praktické části práce je provedena analýza rizik na příkladu investičního projektu firmy, a to prostřednictvím výše uvedeného programu.

ABSTRACT

The thesis is about risk analysis and its practical application. The thesis is divided into two parts. The first theoretical part defines the concept and classification of risks and risk management of the project. Furthermore, this section defines the various phases of risk analysis within the project and describes the Oracle Crystal Ball application, which is a spreadsheet application for predictive modelling, providing an insight into critical risk factors. In the second practical part of the thesis a risk analysis is carried out on the example of an investment project of the company via the above mention application.

Klíčová slova

Riziko, klasifikace, fáze rizika, NPV, Crystal ball, Monte Carlo, Analýza citlivosti.

Key words

Risk, classification, risk phase, NPV, Crystal ball, Monte Carlo, Sensitivity analysis, simulation.

1 Obsah

2	Úvod	8
3	Riziko	11
3.1	Pojetí rizika	11
3.2	Klasifikace rizika	13
3.3	Řízení rizika projektu	15
4	Fáze analýzy rizika projektu	17
4.1	Definice projektu	17
4.2	Jednotlivé fáze rizik	18
4.2.1	<i>Určení faktorů rizika</i>	<i>18</i>
4.2.2	<i>Stanovení významnosti faktorů</i>	<i>20</i>
4.2.3	<i>Vyhodnocení výsledků</i>	<i>23</i>
5	Počítačová podpora hodnocení investičního projektu	24
5.1	Popis základních funkcí programu Oracle Crystal Ball pro analýzu rizika	26
5.1.1	<i>Tlačítko Define Assumptions</i>	<i>26</i>
5.1.2	<i>Tlačítko Define Descision</i>	<i>26</i>
5.1.3	<i>Define Forcase</i>	<i>27</i>
5.1.4	<i>Define Correlation</i>	<i>27</i>
5.1.5	<i>Start</i>	<i>27</i>
6	Praktická aplikace vybraných částí analýzy rizika zadaného investičního projektu	29
6.1	Vypracování praktické části projektu	33
6.1.1	<i>Tvorba podkladů matematického modelu</i>	<i>33</i>
6.1.2	<i>Matematický model a jeho nastavení</i>	<i>34</i>
6.1.3	<i>Tvorba podkladů pro Crystal Ball simulaci</i>	<i>36</i>
6.1.4	<i>Simulace</i>	<i>38</i>
6.1.5	<i>Hodnocení výstupů simulace</i>	<i>38</i>
7	Závěr	42
8	Citovaná literatura	44
9	Seznam obrázků	45
10	Seznam tabulek	46
11	Seznam příloh	47

Seznam zkratk

CB program Crystal Ball

CF Cashflow

NPV Čistá současná hodnota (Net Present Value)

2 Úvod

V současném světě dochází k dynamickým změnám ve všech oblastech podnikatelské sféry. Vývoj vědy a techniky za posledních deset let zaznamenal velký pokrok. Momentálně se široká veřejnost často setkává s pojmem průmysl 4.0, který je obdobou průmyslové revoluce z 18 století, kdy zapojení nových technických zařízení posunulo efektivitu výroby, produkce nebo služeb o několik úrovní výše a zlepšilo i kvalitu života běžných obyvatel. Průmysl 4.0. přináší do podniků automatizaci procesů, robotizaci výroby, umělou inteligenci při plánování výroby a v podnikových rozhodovacích procesech. Hlavními přínosy jsou tedy vyšší efektivita, snížení nákladů, eliminace chybového lidského faktoru v důležitých částech výrobního procesu, zvýšení kvality výsledného produktu nebo služby a vyšší zisky. Pro většinu vrcholných manažerů a majitelů podniků je investice do prvků průmyslu 4.0. zajímavou záležitostí, kterou by měli zahrnovat do budoucích plánů svého podniku. Důvody mohou být různé, ať už se jedná o konkurenční výhodu v dané oblasti nebo o stabilitu podniku.

Ve své bakalářské práci se chci proto zabývat riziky, která jsou pro podnik spojená s investičním projektem, na způsob, jakým rizika identifikovat, analyzovat, začlenit je do výsledného rozhodovacího procesu o investičním projektu, a také na to, jaká opatření zavést vůči identifikovaným rizikům ve smyslu jejich eliminace nebo snížení dopadů rizik. Záměrem mé práce je zejména to, jak zefektivnit proces rozhodování nad investičním projektem a jak identifikovat klíčové rizikové atributy pomocí počítačové podpory.

Práce je rozdělena do dvou částí, kdy v první části se zaměřuji na teoretické poznatky o řízení rizik, a v druhé části, která je zaměřena na praktické použití, je následně aplikuji tak, že na reálném projektu zamýšlené investice firmy do nové robotické linky ukazují hodnocení efektivnosti investičního projektu, a to porovnáním čisté současné hodnoty projektu vypočítané pomocí deterministického modelu a čisté současné hodnoty projektu vypočítané pomocí stochastického modelu, který zahrnuje řadu rizikových aspektů související s možnými vnějšími i vnitřními vlivy, které na podnik mohou působit. Vybraná firma z důvodu reálných obchodních podmínek a investičních záměrů není v mé práci konkretizována.

Cílem práce je zapojení výpočetní techniky do matematických propočtů investičního projektu a způsob práce s výsledky analýzy k zefektivnění rozhodování nad investičními projekty, kdy do výsledku mohou vstupovat různé proměnné, které podnik není schopen sám ovlivnit, s tím, že největší vliv na něj může mít vnější globální hospodářství, které se neustále vyvíjí. Příkladem může být, obchodní válka mezi Čínou a Spojenými státy americkými nebo

obavy z neřízeného odchodu Velké Británie z Evropské Unie. Tyto a mnoho dalších událostí mohou mít vliv na investiční projekt a negativní dopady pro podnik, proto je třeba tyto hrozby analyzovat, počítat s tím, že mohou nastat a hledat způsoby jejich eliminace.

Po rozhodnutí managementu podniku investovat do jeho rozvoje, kromě potencionálních budoucích přínosů vystavuje podnik i sebe nezanedbatelným rizikům. Speciálně investice do moderních technologií, které přináší průmysl 4.0., se mohou, v závislosti na velikosti podniku, pohybovat v řádech milionů, desítek milionů až miliard korun. Může se jednat například o investici do automatizovaného skladu, do plánovacího výrobního softwaru nebo robotizované výrobní linky. Za posledních pět let zaznamenala většina zemí Evropské Unie významný hospodářský růst. Optimistický ekonomický růst země může proto ve vedení podniku vyvolat dojem, že taková investice do podniku je prospěšná, pomůže jeho rozvoji a nemůže mu uškodit. Většina manažerů se rozhoduje dle vlastního uvážení a zkušeností a nebere v potaz různé vnější vlivy, které při špatně zvoleném investičním projektu mohou mít na podnik samotný značný negativní dopad.

I. Teoretická část

3 Riziko

Riziko, je obecný pojem, se kterým se v praktickém životě běžně setkáváme. Zpravidla o něm uvažujeme v případech, kdy se rozhodujeme vykonávat určitou aktivitu, protože jakákoliv aktivita vždy podléhá určitému riziku. Zatímco v běžném životě dopad rizik nemusí vždy způsobit nepřekonatelné finanční ztráty, protože jednak žijeme v sociálním státě a jednak pro většinu z nás je již standardem se proti dopadům občanských rizik pojišťovat (jako příklad může sloužit např. již zcela běžné cestovní pojištění nebo pojištění nemovitosti), tak v podnikové praxi mohou být finanční dopady realizovaného rizika velmi významné. Čím vyšší úrovně podnik dosahuje, tím více rozhodnutí musí management daného podniku činit. Některá z nich mohou být pro podnik v konečném výsledku riziková.

Riziko je na jedné straně spojeno s nadějí na dosažení zvláště dobrých hospodářských výsledků, na druhé straně je však doprovází nebezpečí podnikatelského neúspěchu vedoucího ke ztrátám, které mohou mít někdy tak závažný rozsah, že významně narušují finanční stabilitu firmy a mohou vést k jejímu úpadku (1). Aby se management firem co nejméně vystavoval špatným rozhodnutím, která vedou k neúspěchu, a hlavně finančním ztrátám a škodám na podniku, které mohou být po managementu za jejich rozhodnutí i nárokována nebo mohou vést k ukončení pracovního poměru s daným manažerem a v neposlední řadě ke ztrátě uznání a osobního renomé manažera, je třeba vždy provést kvalitní přípravu k realizaci investičního projektu.

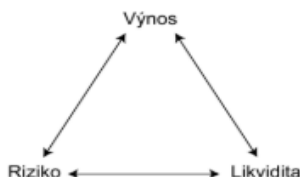
3.1 Pojetí rizika

Existuje mnoho způsobů nahlížení na riziko. Protože potenciální riziko je přítomno v téměř každé činnosti podniku, podstupují podniky při své činnosti určité riziko vždy. Například výrobní podnik by měl mít standardně vyhodnocena rizika související s plynulostí jeho provozu, jedná se o tzv. business continuity management. Riziko kontinuity provozu může spočívat například v nečekaném výpadku potřebné pracovní síly v důsledku např. chřipkové epidemie nebo výpadku výroby vlivem přírodních katastrof, proti jejichž důsledkům se lze zajistit, například pojištěním. Tato práce se však zabývá převážně riziky zaměřenými na investiční projekt.

V investičních projektech je riziko jedním ze tří hlavních faktorů investice, kterými jsou:

- Výnos
- Riziko
- Likvidita

Z magického trojúhelníku investora viz Obrázek 1 *Magický trojúhelník investora*, který nám ukazuje poměr mezi základními faktory investice, je zřejmé, že faktory investice mají obvykle navzájem protichůdné tendence – zlepšení jednoho parametru má za následek zhoršení jiného (2).



Obrázek 1 - Magický trojúhelník investora (3).

I když v běžném životě pojem riziko vnímáme téměř výhradně ve smyslu negativních dopadů, v podnikové praxi je spojeno s úspěchem či neúspěchem pro daný podnik, tedy může mít jak pozitivní, tak negativní dopad. V obecné praxi je zaveden pojem „podnikové riziko“, které s úspěchem nese pozitivní stránku rizika a s neúspěchem negativní stránku rizika. Tyto aspekty rizika si lze představit na příkladu z hospodářské praxe, viz následující příklad.

Příklad:

Nejmenovaná firma zabývající se poradenskou činností v oblasti logistiky a dodavatelského řetězce se rozhodla, expandovat mimo svůj domácí trh, který je již nasycen, a nabízet své služby v nové destinaci, a to proto, aby dokázala udržet svůj cílový roční zisk i v následujících letech.

Pozitivní stránkou projektu, tedy pozitivním rizikem, je naděje, kterou management firmy vkládá do případného úspěchu, že se firma uchytí na novém trhu a projekt pomůže firmě dosáhnout plánovaných cílových ročních zisků nebo je dokonce i překročit. Negativní stránkou takového projektu, tedy negativním rizikem, je, že firma nedokáže vytvořit plánovaný hospodářský výsledek nebo projekt bude ve výsledku dokonce ztrátový a firma ho bude

nucena dotovat. Podnikatelské riziko můžeme tedy chápat jako nebezpečí, že skutečně dosažené hospodářské výsledky podnikatelské činnosti se budou odchylovat od předpokládaných výsledků (1). Definice vychází z odchylky od předpokládaného výsledku; tyto odchylky lze rozdělit následovně:

- Žádoucí odchylka
- Nežádoucí odchylka
- Odchylka různé velikosti

Žádoucí odchylka směřuje projekt k vyšším ziskům a nežádoucí odchylka směřuje projekt ke ztrátě. Odchylky různé velikosti chápeme jako výsledek hospodářského výsledku, který je buď od toho předpokládaného nepatrný, nebo dosahuje odchylek směrem k extrémním hodnotám. Detailnější popis hodnocení projektu pomocí statistických veličin je popsán v kapitole č. 2.

Obtíže při pojmovém vymezení rizik vznikají mnohdy též z toho, že se riziko někdy chápe z hlediska jeho dopadů, jindy z hlediska faktorů (příčiny zdrojů rizika), které dopady vyvolávají (4). My se především zaměříme na různé příčiny zdrojů rizika, kdy si v další části různé rizikové faktory vymežíme a klasifikujeme, abychom s nimi mohli dále pracovat.

V neposlední řadě je nutné umět rozeznat podstatu rizika a nejistoty. Mnohdy jsou tyto dva pojmy uváděny jako synonyma. Ve skutečnosti nejistota je významnou součástí rizika, kdy riziko chápeme jako potencionální hrozbu vždy spojenou s určitou akcí, aktivitou či projektem s nejistými výsledky (4), ale nejistota je vždy spíše neschopnost lidského faktoru zvolit optimální odhad rizikového faktoru.

3.2 Klasifikace rizika

S všeobecně použitelnou klasifikací rizika se v odborné literatuře nesečkáte. Rozpracovanou klasifikaci rizika lze nalézt maximálně v užších okruzích jedné konkrétní organizace nebo v jednom oboru činnosti (5). Pro usnadnění práce s riziky se používají obecná označení rizik, která ze své podstaty lze dělit na všeobecná rizika, do kterých jsou zahrnuta detailněji všechna věcná rizika s nimi spojená.

1. Čisté riziko

Je podskupinou podnikatelského rizika, kdy čisté riziko je význačné, protože má pouze negativní stránku věci. U čistého rizika nikdy nemůže dojít k tomu, že riziko bude mít pozitivní dopad. Čisté riziko se vztahuje ke ztrátám a škodám (1). Mezi tato rizika lze řadit všechna, která jsou zcela nepředvídatelná, jako mohou být veškeré živelné katastrofy, havárie výrobních strojů a zařízení nebo riziko teroristického útoku.

2. Systematické a nesystematické riziko

Mezi systematické riziko se zahrnují všechny prvky vyplývající z hospodářství daného státu, které může být ovlivňováno různými výkyvy nálad ve společnosti i vnějšími vlivy. Podkategoriemi systematického rizika jsou:

- Legislativní riziko – riziko vyvolané legislativní politikou vlády, která je u moci. Je jím změna zákonů, které mohou mít značný vliv na finanční chod firmy, například změna daně z přidané hodnoty.
- Politické riziko – do politického rizika vstupují všechny faktory, které mohou mít značný vliv na nestabilitu hospodářství jako celku, například stávky pracovníků, rasové nepokoje a všechny další akce, které mohou vážněji ovlivňovat stabilitu země.

Nesystematické riziko je riziko ze své podstaty výjimečné a pro každou firmu jedinečné. Může se jednat například o odchod klíčových pracovníků nebo náhradu klíčových komponent.

3. Vnitřní a vnější riziko

Vnitřní riziko vychází z faktorů, které jsou realizovány v rámci podniku, například technologický vývoj (technicko-technologická rizika), do kterého podnik investoval a který nebyl úspěšný. Vnitřní riziko lze chápat jako ovlivnitelné a jeho následky lze průběžně eliminovat.

Vnější riziko je takové riziko, které se vyskytne v okolí podniku, například jiná firma v oboru získá konkurenční výhodu. Vnější riziko lze chápat jako neovlivnitelné, lze pouze přijmout případná opatření pro zmírnění dopadů takového rizika.

4. Primární a sekundární riziko

Sekundární riziko je vyvoláno přijetím určitého opatření na snížení primárního rizika (1). Například v oblasti stavebnictví vzniká sekundární riziko v situaci, kdy dojde k přesunu části pracovní kapacity z jednoho projektu na druhý za účelem eliminace rizika penále

plynouceho z nesplnění termínu dokončení druhého projektu. První projekt je tímto opatřením uveden do sekundárního rizika, kdy v projektu (6) v důsledku nedostatečné pracovní kapacity vznikne výrobní riziko.

5. Riziko ve fázi přípravy, realizace a provozu projektu

Do této skupiny rizik spadají všechna rizika, která ovlivňuje složka času, nenaplnění investičních nákladů nebo konečné kvality projektu; například selhání přepravních služeb v subdodavatelském řetězci.

6. Finanční a nefinanční rizika

Finanční rizika jsou taková, která jsou spojená se zdrojem financování projektu, mnohdy se jedná o výjimečné náklady na proměnlivé úroky. K finančním rizikům patří tyto podskupiny:

- Ekonomická rizika – jedná se o rizika spojená s nákladovými riziky, která mohou ovlivňovat konečnou cenu výrobku, převážně s cenou za nakoupený materiál.
- Tržní rizika – jedná se o rizika spojená s vývojem poptávky po službě nebo produktu, který zahrnuje investiční projekt ve vztahu k velikosti prodejů a rizik určování prodejních cen. Mnohdy se odvíjí od oblíbenosti daného produktu a vývoji jeho prodeje na trhu.

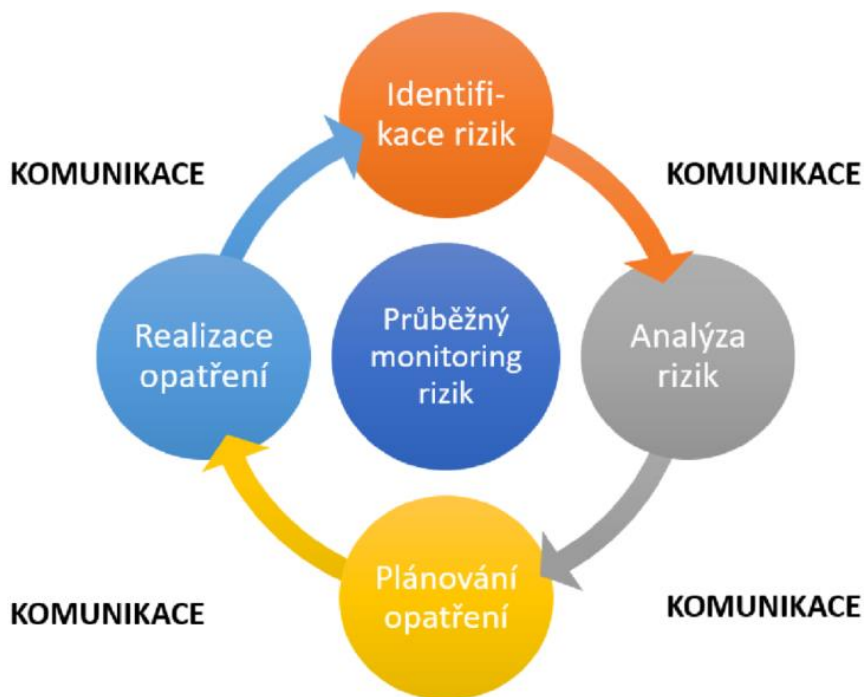
Nefinanční rizika jsou taková, která jsou spojena s věcnou náplní projektu a svojí povahou mohou vstupovat do projektu. K nefinančním rizikům patří tyto podkategorie:

- Výrobní rizika – jedná se o rizika, která mají charakter omezení, například nedostatek surovin nebo zaměstnanců pro plynulou výrobu. Do této skupiny patří všechny rizika, která mohou ohrozit čistý chod výroby a jeho výsledky.
- Environmentální rizika – jedná se o rizika, která mají podobu nákladů na odstranění škod na životním prostředí (pokuty, penále).

3.3 Řízení rizika projektu

Řízení rizika projektu je jedna z funkcionalit, které v rámci analýzy rizika zvyšují pravděpodobnost úspěšnosti projektu, a pomáhají minimalizovat nebezpečí neúspěšné investice. Hrozbu rizika je důležité mít na paměti vždy, jelikož samotná analýza rizika by

neměla být součástí pouze před-investiční fáze projektu, ale měla by projekt doprovázet po celou dobu přípravných projektových prací až po rozhodnutí o přijetí projektu a následně i v průběhu jeho realizace. Takový přístup je patrný i z obrázku 2 *Základní proces řízení rizik*, dle něhož se čtyři základní fáze řízení rizika neustále opakují. Mnohdy nelze v projektu jasně určit, zda byl celý proces úspěšný a rizika jasně definována.



Obrázek 2 - Základní proces řízení rizik (7)

Před prací s pojmy rizik projektu a nejistotou daných rizik, mělo by být vždy vyjasněno, jaké jsou cíle takové rizikové analýzy. Cílovými atributy řízení projektu jsou zejména:

- Určení významných faktorů, které ovlivňují možné riziko projektu (např. cena materiálu, poptávka atd.)
- Velikost rizika a jeho přijatelnost, či nepřijatelnost pro podnik
- Přijatá opatření, jež by dokázala riziko zcela eliminovat nebo alespoň částečně zmírnit

V momentě, kdy máme vyčleněny základní prvky našeho investičního projektu, můžeme definovat jednotlivé fáze k určení systematického postupu práce s rizikem a nejistotou, směřující ke zvýšení kvality přípravy a hodnocení projektu (1).

Ještě je nutné zmínit, kdo řízení rizika v podniku prakticky provádí. Ve velkých nadnárodních společnostech bývá obvykle sestaven celý expertní tým na vyhodnocování rizik, u středně velkých podniků mohou být využívány služby externích poradců nebo lze řízením rizika pověřit způsobilého pracovníka, resp. pracovníky firmy. Pro účinnost řízení rizika musí

být vždy určen konkrétní člen managementu jako nositel rizika, a to bez ohledu na skutečnost, kdo řízení rizika ve firmě skutečně provádí.

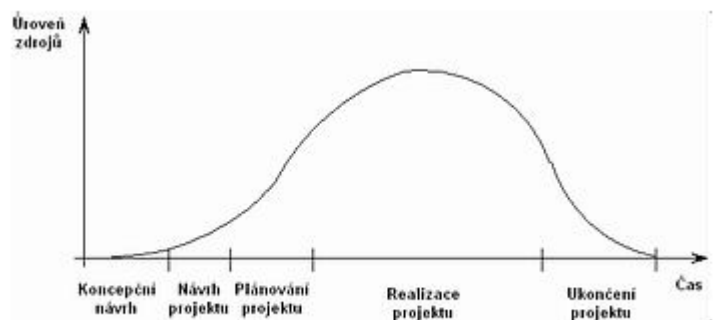
Řízení rizik projektu by mělo zahrnovat následující dílčí faktory:

- Určení jednotlivých faktorů rizika a stanovení jejich významnosti
- Identifikace jednotlivých rizik
- Tvorba opatření proti identifikovaným rizikům
- Implementace definovaných opatření

4 Fáze analýzy rizika projektu

4.1 Definice projektu

V případě, kdy se firma rozhodne pro přijetí nových opatření, která jsou spojena s nutností investice do podniku, měla by tato aktivita vždy podléhat projektovému řízení (Projektové řízení dohlíží na aktivity, které jsou potřebné k sestavení podrobného plánu řízení projektu (8)). Vzhledem k tomu, že analýza rizika je nedílnou součástí řízení projektu, a to již ve fázi jeho návrhu, jinak řečeno v před-investiční fázi projektu, je podle Obrázku 3 *Základní fáze projektu*, nutné přihlédnout i k vlastní časové náročnosti analýzy rizika již v rámci přípravy projektu.



Obrázek 3 - Základní fáze projektu (6)

Projekt je dočasné úsilí s definovaným začátkem a koncem za účelem splnění unikátních cílů a záměrů, na jejichž konci stojí určitá změna (9). Každý projekt se vyznačuje vždy aspoň čtyřmi projektovými fázemi:

- Před-investiční fáze
- Investiční fáze
- Provozní fáze
- Fáze ukončení provozu

U investičních projektů je nutné vždy vědět, o jaký typ projektu se bude jednat. Obvykle se ve většině případů jedná o investiční výstavbu, v menším podílu případů o akvizice. U investiční výstavby jde o možné rozšíření například výrobních kapacit, rozšíření služeb apod., zatímco akvizicí je odkoupení podniku nebo jeho části; jedná se pak o tzv. projekty koupě.

4.2 Jednotlivé fáze rizik

V předchozí kapitole bylo definováno, do jakých projektových fází vstupuje řízení rizika v rámci investičního projektu. Řízení rizika projektu je jasně daný postup, který musí být prováděn systematicky, kdy pečlivá a precizní práce s rizikem a nejistotou práce může zajistit zvýšení kvality a úspěšnosti projektu.

4.2.1 Určení faktorů rizika

V před-investiční fázi projektu se určují jednotlivé faktory rizika jako možné veličiny. Pro efektivní práci s faktory rizika je třeba, aby definované faktory měly číselnou povahu. Co se týká povahy faktorů, které mohou vytvářet riziko pro projekt a jsou jeho součástí, jedná se o

všechny faktory, které svým vývojem mohou ovlivňovat ekonomickou efektivitu projektu. Jsou jimi ukazatele jako například čistá současná hodnota, peněžní tok podniku, míra výnosnosti projektu. Pro co nejefektivnější zjištění povahy rizikových faktorů, je třeba vždy mít znalosti v daném konkrétním oboru podnikání, do něhož má být investice provedena. Základem pro určení rizikových faktorů jsou zpravidla znalosti, zkušenosti a intuice pracovníků (1), kteří se podílejí na zhotovení projektu a mají cenné zkušenosti z podnikové praxe nebo rozumí dané problematice. Nejcenějším přínosem v této fázi jsou lidé, kteří mají zkušenosti z podobného předešlého investičního projektu, který byl úspěšně naplněn.

Pro snadnější určení dílčích rizikových faktorů mohou pomoci práce se vstupními daty a definováním samotného projektu, který by měl obsahovat tyto dílčí části:

- Určení oblastí projektu
 - Na projekt je třeba nahlížet z různých pohledů, ať už z pohledu životnosti projektu nebo jeho věcných oblastí.
- Identifikace potencionálních příčin vzniku problému
 - Potencionální příčiny vzniku problému jsou spojeny s možnými poruchami výroby, vstupy lidského faktoru apod., které mohou nastat při provozu a činnosti projektu. Může se jednat například o situaci v oblasti pracovní síly pro projekt, jestliže z veřejně dostupných dat je známo, že pracovní fluktuace v regionu realizace projektu je vyšší než v jiných oblastech státu.
- Zpochybnění důležitých faktorů
 - Hlavní myšlenkou je detailní prozkoumání klíčových vstupů do projektu (náklady na materiál, prodejní cena, atd.), které byly z historických informací vyhodnoceny jako bezpečné.
- Často kladené otázky
 - Analyzování zkušeností z minulých projektů, které mohou vyvolávat nové otázky k současnému projektu.
- Pohovory s experty a skupinové diskuze
 - Je možné zavést jednotlivé pohovory s dílčími pracovníky a zaznamenat si jejich zkušenosti z oblasti jejich působnosti a ty dále použít k odhadní expertize faktorů. Efektivnějším způsobem pohovorů je rovněž vedení diskuze moderované nejlépe rizikovým manažerem,

v rámci, které se každý účastník může vyjádřit bez ohledu na své postavení ve firmě.

- Práce s analytickými nástroji (procesní management)
 - Jedná se například o tvorbu procesních map, které po pečlivé analýze mohou odhalit nové problémy, které mohou být spojeny s projektem. Mnohdy mohou být využívány i myšlenkové (kognitivní) mapy. Kognitivní mapa tak zobrazuje kauzální vazby (vztahy příčin a následků) rizikových faktorů a dopadů rizika (10).

4.2.2 Stanovení významnosti faktorů

Rizika nikdy nemůžeme brát jako homogenní celek, každé riziko se ve své podstatě chová téměř vždy odlišně. Může se vyskytovat v různých pravděpodobnostech a může mít různou míru dopadu na definované stupnici. Přístup vyhodnocování pravděpodobnosti a míry dopadu rizika je definován jako expertní hodnocení rizika. Druhým užitečným nástrojem je citlivostní analýza, v rámci, které jsou vyhodnocovány výstupy zvoleného efektivního ekonomického kritéria, například čisté současné hodnoty (NPV), kteréžto kritérium je z pohledu výpočtu závislé na dílčích faktorech (např. ceně materiálu, poptávce, dani z přidané hodnoty apod.), které budou podrobeny citlivostní analýze. Z různě definovaných vstupních parametrů můžeme vysledovat, jak je výchozí zvolené kritérium citlivé na různé změny dílčích faktorů.

1. Expertní hodnocení

Expertní hodnocení jednotlivých rizikových faktorů by mělo být prováděno nejlépe pracovníky, kteří danému oboru problematiku rozumějí a mají potřebné znalosti v oblastech, pro které jednotlivé rizikové faktory hodnotí. Může se jednat o interní pracovníky, kteří dané oblasti rozumějí a při odborné diskuzi dovedou poskytnout potřebné informace. Častěji se setkáváme s tím, že úloha expertního hodnocení je předávána k vypracování konzultantům.

Základem expertního hodnocení je, že faktor rizika je posuzován pomocí dvou hledisek. První z nich tvoří pravděpodobnost výskytu faktoru rizika a druhé je intenzita negativního vlivu, který má výskyt faktoru rizika na výsledek (1). Určitý faktor rizika je možným ohrožením úspěchu projektu tím více, čím je pro projekt významnějším. Významným se faktor stává, když je vysoká pravděpodobnost jeho výskytu, nebo je velká intenzita negativního vlivu tohoto faktoru.

Pro zvýšení přehlednosti postupu dalšího zpracování, jsou jednotlivé faktory rizika agregovány do expertní matice. Pro její vytvoření je nutné splnit následující podmínky:

- Nadefinovat stupně významnosti intenzity negativního vlivu faktoru rizika a pravděpodobnosti jeho výskytu
- Ohodnotit stupnice intenzity negativního vlivu a pravděpodobnosti výskytu faktoru rizika číselnými hodnotami z definovaného intervalu (např. 1 až 5). Aby expertní matice měla vypovídající cílovou hodnotu, je potřeba aby stupnice pravděpodobnosti výskytu faktoru rizika nenabývala stejných hodnot jako stupnice významnosti intenzity negativního vlivu rizikového faktoru, ale nabývala hodnot větších například dva krát n , kde n je první číslo ze stupnice pravděpodobnosti a hodnoty stupnice měly stejný směr jako hodnoty stupnice intenzity negativního vlivu.

Stupnice rizikovosti faktorů rizika je nadefinována jako pravděpodobnost výskytu daného faktoru rizika i intenzity jeho negativního dopadu, které nabývají nadefinovaných pěti stupňů. V publikaci *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*, jsou tyto stupně pravděpodobnosti definovány následovně:

- VM je velice malá pravděpodobnost výskytu (intenzity negativního vlivu),
- M je malá pravděpodobnost výskytu (intenzity negativního vlivu),
- S je střední pravděpodobnost výskytu (intenzity negativního vlivu),
- V je velká pravděpodobnost výskytu (intenzity negativního vlivu),
- ZV je zvlášť vysoká pravděpodobnost výskytu (intenzity negativního vlivu)

(1).

Dále je tedy nutné celočíselné ohodnocení stupnic z pohledu pravděpodobnosti a intenzity negativního vlivu. Je třeba zmínit, že tato stupnice vždy bude vycházet ze subjektivního posouzení pro daný faktor rizika a nemusí plně odpovídat realitě. Tabulka 1 *Ohodnocení stupnic* odpovídá vzorovému subjektivnímu ohodnocení stupnice.

	Pravděpodobnost	Intenzita dopadu
VM	1	1
M	3	2
S	5	4
V	7	8
ZV	9	16

Tabulka 1 - Ohodnocení stupnic

Intenzita Dopadů	Pravděpodobnost				
	1	3	5	7	9
1	1	3	5	7	9
2	2	6	10	14	18
4	4	12	20	28	36
8	8	24	40	56	72
16	16	48	80	112	144

Tabulka 2 - Expertní matice

V tabulce 2 *Expertní matice* můžeme vidět výslednou expertní matici, která kombinuje vybrané hodnoty intenzity dopadů a pravděpodobnosti výskytu uvedené v tabulce 1 *Ohodnocení stupnic*. Stupně pravděpodobnosti VM až ZV definované tabulkou 1 tvoří diagonálu tabulky 2 (směrem z jejího levého horního rohu do pravého spodního rohu). Díky barevné škále lze rozlišit významné faktory rizika (červené odstíny) od méně významných (zelené odstíny). Uspořádání je členěno od méně významných faktorů po ty nejvýznamnější faktory.

2. Analýza citlivosti.

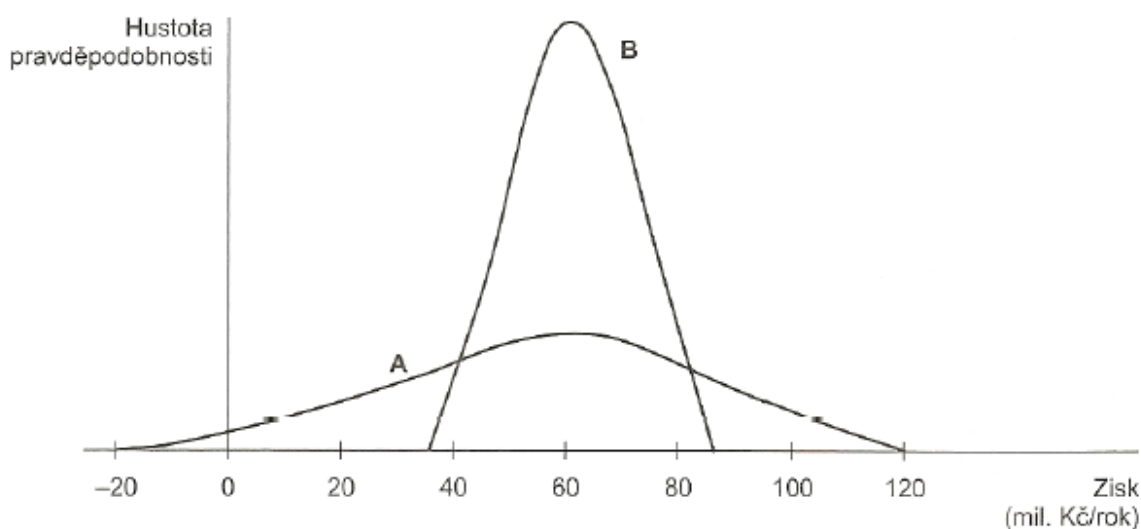
Analýza citlivosti je další metoda pro stanovení významnosti faktorů rizika. Tuto metodu jsme zvolili i v praktické části při práci s investičním projektem. V této metodě se testuje vybrané ekonomické kritérium (např. čistá současná hodnota) na různé vlivy, které do výpočtu vstupují. Analýza citlivosti je účinná v kombinaci s metodou Monte Carlo. Analýza citlivosti by ovšem nedosahovala takové efektivnosti, kdyby byla prováděna manuálně. Použití této metody má význam, je-li provedena pomocí počítačového softwaru, například Oracle Crystal Ball nebo VOSE Modelrisk.

V momentě, kdy je propočten celý matematický model a určen ukazatel ekonomické efektivnosti, tj. např. již výše zmíněná čistá současná hodnota, je třeba navolit optimální

pravděpodobnostní rozdělení, maximální a minimální hodnoty, střední hodnotu a tvar rozdělení faktorů rizika.

4.2.3 Vyhodnocení výsledků

Z výše dvou expertních přístupů, které jsme si popsali, vždy získáváme díky komplexnosti metody celočíselný výsledek, který musíme dále zpracovávat, aby byla vnesena úplná přidaná hodnota analýzy rizika. U expertního šetření se při vytvoření expertní matice s hodnotami stanoví číselné ohodnocení každého faktoru rizika jako součet jeho ohodnocení z hlediska jednotlivých dopadů (1). Zatímco u citlivostní analýzy, kde dostáváme pomocí testování jednotlivých faktorů rizika různé výsledky, z nichž je za pomoci softwarové podpory možné vytvořit histogram pravděpodobnosti četnosti výskytu ukazatele ekonomické efektivnosti (např. čisté současné hodnoty projektu nebo zisku projektu), nahlíží se na výsledky simulace z pohledu statistické charakteristiky variability. Na tu nahlížíme v podobě rozptylu, směrodatné odchylky, variačního koeficientu a špičatosti rozdělení jako měř rizika. Ty nám odpovídají na otázku, do jaké míry jsou výsledky sledovaného kritéria vzdálenější od střední hodnoty. Čím je odchylka od střední hodnoty větší, tím začíná být projekt postupně rizikovější. Z pohledu špičatosti rozdělení, lze říct že záporná špičatost je z pohledu analýzy rizika za rizikovější. Definice kladné a záporné špičatosti: Kladná špičatost indikuje, že pozorování vykazují větší špičatost a delší strany než v normálním rozdělení, a záporná špičatost indikuje, že pozorování vykazují menší špičatost a kratší strany (11).



Obrázek 4 - Rozdělení pravděpodobnosti zisku projektů A a B (4).

Dále je nutné zkoumat to, zdali se odchylky od střední hodnoty nezačínají objevovat na levé straně grafu četnosti v záporných číslech, což znamená, že projekt je ztrátový a musí být dotován. Na obrázku 4 *Rozdělení pravděpodobnosti zisků projektů A a B*, můžeme vidět četnost výsledku dvou projektů v rámci citlivostní analýzy, kde u projektu A zasahuje odchylka do záporných čísel. Ve srovnání s projektem B je vidět záporná šikmost rozdělení než u projektu A. Projekt B je ten, pro který by se měl investor rozhodnout, rozhoduje-li se mezi investicí do projektu A nebo B. Projekt B je na první pohled v ostrém tvaru a odchylka od střední hodnoty je malá, navíc se projekt nachází v relativně větších kladných číslech na ose Zisk.

5 Počítačová podpora hodnocení investičního projektu

Pro efektivní práci s rizikem na poli managementu rizika, je třeba si uvědomit, jak velkou přidanou hodnotu, nám může analýza rizika k řešenému projektu dát. K plnému využití všech užitečných softwarových nástrojů a zefektivnění našich výpočtů při citlivostní analýze, které nám v určité míře pomohou predikovat eventuální výsledek a povedou k souhrnným výsledkům, je třeba se odprosit od zavedeného „deterministického“ myšlení. Takové myšlení můžeme chápat na základním příkladu, ze základní školy, kde $2 + 2 = 4$. Jsou v něm jasně definovány dvě hodnoty, operátor mezi nimi a výsledek, který má dle matematické operace vyjít. Pro efektivní využití nástroje pro analýzu rizika je se třeba od takového vzoru kalkulací odprosit, protože v reálném světě naše hodnoty „2“ a „2“ se ve výpočtu mohou měnit a nemusí být pevně dány a my si nemůžeme být jisti, zda výsledek je pro nás konečným.

Můžeme zjistit, že čísla ve výpočtu, nemusí být pevně daná, ale mohou nabývat různých hodnot z intervalu (například 1 až 4) nebo i zcela náhodných čísel. Když začneme obě proměnné s hodnotami z daného intervalu kombinovat, získáme celkem 9 možných kombinací jejich součtu. Nejčetnější hodnotou operace s proměnnými je součet 4 (vyskytuje se třikrát). V příkladu, kde se sčítají dvě proměnné, které mohou nabývat hodnot z intervalu 1 až 4, máme pouze 9 kombinací. Při tak malém počtu kombinací, dokážeme výpočet provést bez problému manuálně. V momentě, kdy se výpočet stává komplexnějším a v rámci citlivostní analýzy je kalkulováno ekonomické kritérium efektivity, do něhož vstupují faktory, které budou v analýze nabývat pravděpodobnostního rozdělení, a nikoliv už pouze intervalových hodnot a dále při vyšším počtu faktorů (například 9), je výpočetní náročnost extrémní. Proto je nutné mít v rámci risk managementu zajištěn výkonný software, který dokáže usnadnit výpočty, které jsou nutné pro vytvoření podkladů k rozhodnutí se nad investičním projektem a zajistit časové úspory při výpočtu. Zpracování investičních projektů, propočtů kritérií ekonomické efektivity, a

především zjišťování dopadů změn vybraných parametrů projektu, resp. změn faktorů podnikatelského okolí na tato kritéria, resp. finanční stabilitu projektu jsou tak časově náročné, že je nelze zabezpečit manuálně (1).

V současné době se na trhu nachází mnoho společností, které nabízí programové produkty software pro účely analýzy rizika v investování. Ve své práci zmiňují dva software, které se dají použít výlučně na aplikovanou analýzu rizika investičního projektu. První je software Crystal Ball od společnosti Oracle a druhý software ModelRisk od společnosti VOSE. Oba programy jsou nadstavbou tabulkového procesoru MS Excel a dokážou provádět efektivně simulaci Monte Carlo, která je hlavní podmínkou pro modelování rizika. Licence za software od společnosti VOSE ModelRisk vychází v současné době na 595 euro, licenci za software od společnosti Oracle Crystal Ball na 945 dolarů.

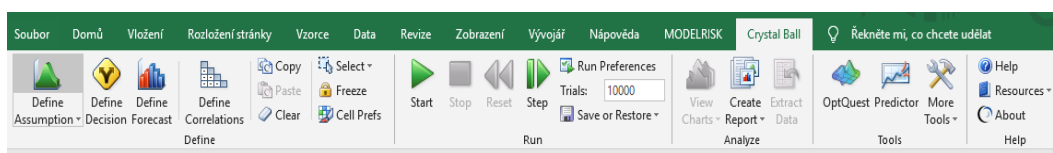
Pro řešení dílčího investičního projektu v praktické části práce jsem se rozhodl použít software Oracle Crystal Ball. Důvodem použití softwaru od společnosti Oracle ve srovnání s obdobným programem společnosti VOSE byla skutečnost, že společnost Oracle nabízí plnou verzi softwaru se všemi funkcemi po dobu 140 dní, zatímco software od společnosti VOSE je ve volně stažitelné verzi dostupný pouze jako demo verze, která nenabízí všechny funkce softwaru nutné pro výpočet v praktické části práce.

Vzhledem k tomu, že bude výpočet proveden v prostředí softwaru Oracle Crystal Ball, je následující kapitola zaměřena na detailní popis funkcí tohoto programu.

Software Oracle Crystal Ball

Program je přímo stažitelný z webových stránek <https://www.oracle.com> v 64-bitové verzi. Program je placený a vyžaduje mít nainstalovaný tabulkový procesor MS Excel z balíčku Office ve stejné verzi, v našem případě 64-bit pro funkční komptabilitu. Program je v anglickém jazyce. Pro účely výpočtu v praktické části práce budeme využívat zkušební plnou verzi programu. Jako licenční klíč pro zkušební verzi byl použit klíč/kód z publikace Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování. Zkušební verzi programu Crystal Ball není dovoleno používat pro komerční účely za účelem zisku. Software a související dokumentace jsou poskytovány na základě licenční smlouvy obsahující omezení týkající se používání softwaru (12).

Po spuštění programu Crystal Ball se otevře tabulkový procesor MS Excel. Program Crystal Ball je pak jednou z karet tabulkového procesoru MS Excel. Na této kartě se nacházejí všechny ovládací prvky k obsluze programu Crystal Ball; viz obrázek 5 *Vstupní panel Crystal Ball*.



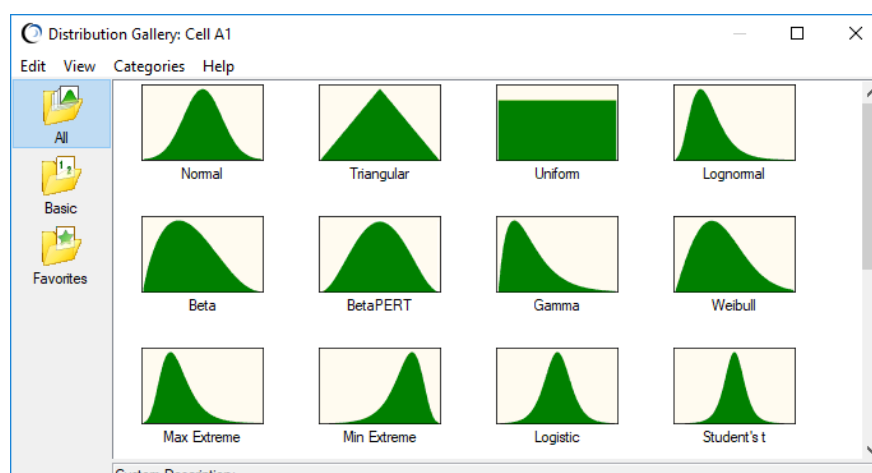
Obrázek 5- Vstupní panel Crystal Ball

Program nabízí mnoho užitečných funkcí k různým druhům analýz. My se budeme v práci soustředit na kategorie Define a Run, tyto dvě záložky, jsou výchozí pro analýzu rizika.

5.1 Popis základních funkcí programu Oracle Crystal Ball pro analýzu rizika

5.1.1 Tlačítko Define Assumptions

Tlačítko Define Assumptions neboli nastavení rozdělení se v programu objeví po najetí kurzoru na rizikový faktor (musí být označená buňka). Když je buňka označena, zmáčkne se tlačítko Define Assumptions, které se nachází v levé horní části karty Define. Poté se spustí nové dialogové okno, které nabídne výběr standardních rozdělení podle obrázku 6 *Menu základních rozdělení*, které je potřeba podle stanoveného expertního šetření. Po výběru se označená buňka vybarví zeleně a označí se jako nadefinovaná. Důležitá poznámka; označená buňka nesmí obsahovat vzorec.

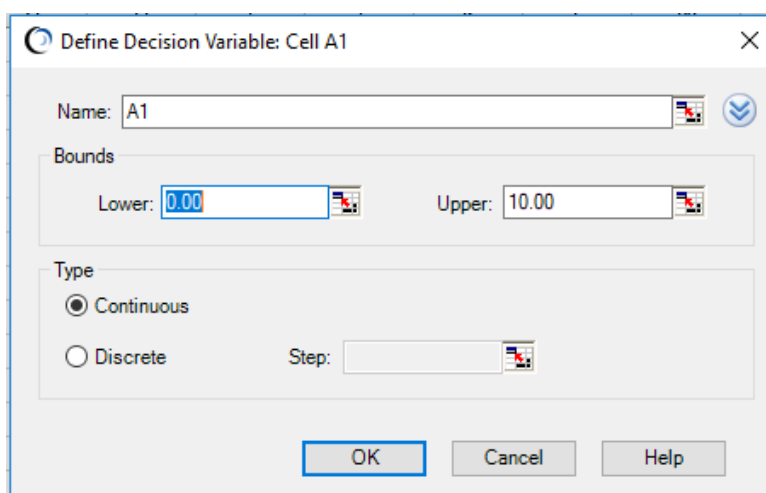


Obrázek 6 - Menu základních rozdělení

5.1.2 Tlačítko Define Descision

Tlačítko Define Descision neboli nastavení parametrů rozdělení. Když najedeme kurzorem myši na nadefinovanou buňku pomocí předchozí funkce a označíme ji, zmáčkeme

tlačítko Define Descision, které se nachází se levé horní části karty Define. Poté se spustí nové dialogové okno, které nám nabídne nastavení maximální a minimální meze vybraného rozdělení a výběr mezi spojitým nebo distribučním rozdělením; viz obrázek 7 *Nastavení min-max hodnot rozdělení*.



Obrázek 7 - Nastavení min-max hodnot rozdělení

5.1.3 Define Forcase

Tlačítko Define Forcase je poslední položkou z karty Define, a to tou nejdůležitější. Slouží k označení propočítávaných výstupů. Ve většině případů jsou touto funkcí označována kritéria ekonomické efektivity. V příkladu v praktické části práce je kritériem ekonomické efektivity čistá současná hodnota (NPV). Buňka označená funkcí Forcase by měla vždy být výsledkem početního vzorce, a nikoliv pevnou hodnotou.

5.1.4 Define Correlation

Je dodatková funkce karty Define a slouží k tomu, pokud je zjištěna závislost mezi dvěma faktory, tak funkce Correlation určí korelační koeficient mezi těmito faktory. Například aby program chybně nemodeloval při zvýšení prodejní ceny i zvýšení poptávky po zboží (poptávka má klesat) a naopak.

5.1.5 Start

Tlačítko Start je posledním krokem k zahájení simulace. Nachází se na kartě Run. Před zmáčknutím tlačítka Start je potřeba nastavit počet požadovaných iterací. Jako celkový počet iterací se doporučuje 10.000 iterací.

II. Praktická část

6 Praktická aplikace vybraných částí analýzy rizika zadaného investičního projektu

V následující kapitole provedeme výpočet a následnou simulaci dílčího investičního projektu námi vybraného podniku. Výpočet matematického modelu provedeme manuálně v tabulkovém editoru MS Excel s pomocí nainstalovaného počítačového softwaru Crystal Ball, náš matematický model následně rozšíříme o simulaci náhodných jevů. Výsledky budeme poté pomocí statistických ukazatelů vyhodnocovat a zjišťovat, je-li dílčí investiční projekt pro podnik přínosný.

Dílčí investiční projekt:

Již zavedená firma se ve svém oboru zabývá zpracováváním a úpravou karoserií vozidel střední třídy pro velký automobilový koncern. V rámci technologického řetězce firmy jsou jednotlivé karoserie zpracovávány a upravovány pomocí automatických obráběcích strojů (automatických robotů) a dále podstupují kontrolu kvality. Hotové kusy karoserií jsou následně předávány sub-odběratelům do oblasti automobilů pro další zpracování.

Díky dlouhodobé rostoucí poptávce v celém automobilovém průmyslu, zvažuje vedení podniku rozšířit svoji linku o nové automatické svářečí a obráběcí stroje, v celkovém počtu 7 strojů. Vzhledem k velkým nákladům spojeným s investicí a vzhledem k potencionálním hrozbám možných odhadů budoucí ekonomické recese, je nutně nezbytné podrobit investiční projekt analýze všech potencionálních rizikových faktorů.

Charakteristika projektu:

Podnik díky rostoucí poptávce zvažuje rozšíření produkce u portfolia svých pěti typů zpracovávaných konstrukcí karoserií. V rámci dlouhodobých plánů na rozšíření automatizovaného výrobního úseku uvažuje investovat do 7 nových automatických svářečích a obráběcích strojů s pořizovací cenou 6.500.000 Kč za jeden stroj. Celkové výdaje na stálá aktiva s životností 20 let tedy činí 45.500.000 Kč. Management podniku se rozhodl investici ze 40 % financovat bankovním úvěrem s úrokovou sazbou 10 % p.a., ročními anuitními splátkami po dobu splatnosti 15 let. V rámci rozšíření automatického výrobního úseku se počítá i s navýšením pracovních kapacit o 20 provozních zaměstnanců s ročním platem 400.000 Kč za rok za jednoho zaměstnance. Celkové náklady na navýšenou pracovní kapacitu tvoří 10.720.000 Kč včetně odvodů na sociální a zdravotní pojištění v celkové výši 34 % z hrubé mzdy každého zaměstnance. Podnik uzavřel s odbory kolektivní smlouvu, která předpokládá 1,05 % roční růst platů zaměstnanců výroby linky po dobu 10 let.

Z historických dat firmy byla na základě podobného výrobku určena prodejní cena a přibližná výrobní kapacita. Bližší údaje jsou uvedeny v tabulce 3 *Portfolio výrobků*.

Portfolio karoserií		
Typ	Cena výrobku	Výrobní kapacit
WA	450 Kč/ks	20000 Ks / rok
WB	300 Kč/Ks	30000 Ks / rok
WC	600 Kč/Ks	20000 Ks / rok
WD	550 Kč/Ks	25000 Ks / rok
WE	850 Kč/Ks	11000 Ks / rok

Tabulka 3 - Portfolio výrobků projektu

Nezbytná vysoká kvalita, přesnost a vlastní proměnlivost faktorů, které vstupují do celého procesu, vyvolala potřebu marketingově ekonomického šetření podniku. Bez známosti těchto údajů by došlo k znatelnému zhoršení výsledků šetření analýzy a zkresení výsledků. Z šetření byly odhadnuty jednotlivé složky dílčích nákladů, které jsou spojeny s výrobním procesem. Jednotlivé náklady jsou uvedeny v tabulce 4 *Variabilní náklady projektu*.

Variabilní náklady					Variabilní náklady celkem
Typ	Materiál bez DPH	DPH	Materiál s DPH	Náklady na kontrolu	
WA	90 Kč / Ks	21 %	108,9 Kč / Ks	15 Kč / Ks	123,9 Kč / Ks
WB	60 Kč / Ks	21 %	72,6 Kč / Ks	28 Kč / Ks	100,6 Kč / Ks
WC	40 Kč / Ks	21 %	48,4 Kč / Ks	17 Kč / Ks	65,4 Kč / Ks
WD	25 Kč / Ks	21 %	30,25 Kč / Ks	25 Kč / Ks	55,25 Kč / Ks
WE	50 Kč / Ks	21 %	60,5 Kč / Ks	20 Kč / Ks	80,5 Kč / Ks

Tabulka 4 - Variabilní náklady projektu

Vzhledem k požadavkům sub-odběratelů na vysokou jakost a přesnost provozních procesů byly v tabulce 4 *Variabilní náklady projektu* specifikovány kromě běžných materiálových nákladů i náklady na kontrolní jakostní proces pro jednotlivé druhy karoserií. Tyto náklady jsou do celkových nákladů vyjádřeny jako náklad na jeden výrobek.

Dále byly z interního šetření odhadnuty fixní náklady podniku, které je nutné započítat do investičního projektu, z nichž jednu položku tvoří náklady na energie (voda, plyn, elektrická energie) a druhou režijní náklady (pojištění, revize strojů). Odhad sum celkových fixních nákladů je uveden v tabulce 5 *Fixní náklady projektu*.

Fixní náklady		Fixní náklady celkem
Náklady na energie	Režijní náklady na výrobu	
400000 Kč / rok	5000000 Kč / rok	5400000 Kč / rok

Tabulka 5 - Fixní náklady projektu

V závislosti na vývoji domácí ekonomiky je odhadováno, že poptávka po karoseriích výše uvedených typů bude rovnoměrně růst o 0,1 % ročně. Sazba daně ze zisku pro právnické osoby v České republice činí 19 %. Pro započtení nákladů z úvěru a vlastního kapitálu byla zjištěná bezriziková úroková sazba na 2 % p.a., tržní výnos 10 % p.a. a systematické riziko projektu bylo odhadnuto na základě podobných projektů na 1,3.

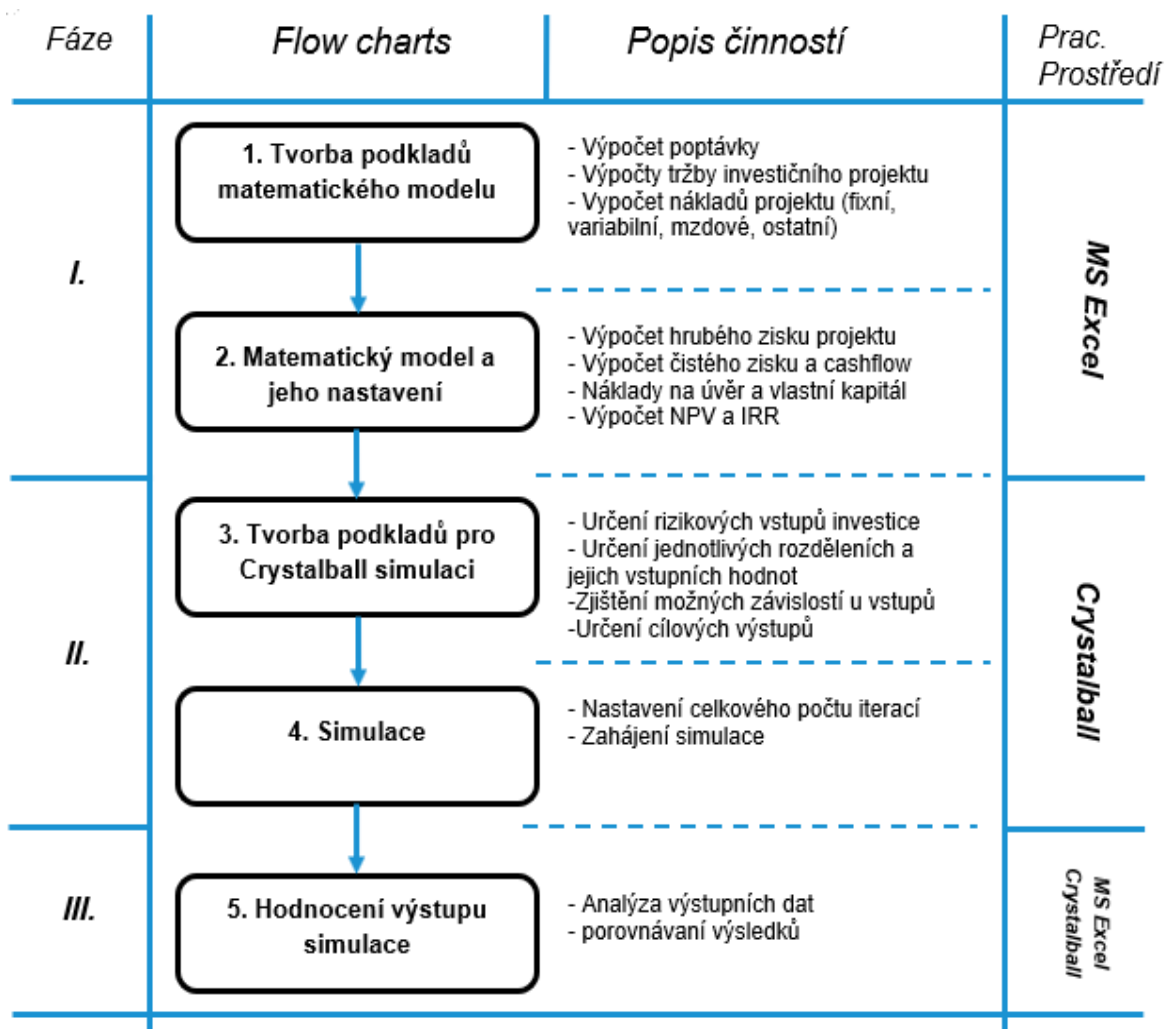
rok	úvěr	úrok	jistina	splátka
1	18200000	1820000	572822,7	2392823
2	17627177	1762718	630105	2392823
3	16997072	1699707	693115,5	2392823
4	16303957	1630396	762427,1	2392823
5	15541530	1554153	838669,8	2392823
6	14702860	1470286	922536,7	2392823
7	13780323	1378032	1014790	2392823
8	12765533	1276553	1116269	2392823
9	11649263	1164926	1227896	2392823
10	10421367	1042137	1350686	2392823
11	9070681	907068,1	1485755	2392823
12	7584926	758492,6	1634330	2392823
13	5950596	595059,6	1797763	2392823
14	4152833	415283,3	1977539	2392823
15	2175293	217529,3	2175293	2392823

Tabulka 6 - Úvěr a úrok projektu

Roční anuitní splátka bankovního úvěru s dobou splatností 15 let a s úvěrovou sazbou 10 % p.a. byla vypočtena ve výši 2 392 823 Kč, celkem bude za úvěr za 15 let zapláceno na 18.200.000 Kč. Pro ověření výsledku byla výše splátky vypočtena z internetové úvěrové kalkulačky idnes.cz na 2 392 823 Kč v ročních splátkách (13). Výsledky se obou výpočtů rovnají, výše splátek je vypočtena správně.

Díky přesné charakteristice dílčího investičního projektu jsme získali všechny potřebné informace pro uskutečnění analýzy rizika projektu. Jak je uvedeno v úvodu kapitoly, kde je zmíněno, že životnost strojů je 20 let, je třeba zohlednit tento fakt pro naše budoucí výpočty v matematickém modelu. **Celá investice dílčího projektu je tudíž propočítávaná na délku dvaceti let**, kdy ke konci dvacátého roku pomocí námi určeného ekonomického ukazatele efektivnosti zjistíme, je-li analýza vhodná pro realizaci, či nikoliv nebo za jakých podmínek a

nutných opatření. Pro kvalitní prezentaci výsledků dílčího investičního projektu byl po odborné konzultaci zvolen jeden výchozí ekonomický ukazatel efektivnosti investice, a to čistá současná hodnota projektu (NPV – Net Present Value) uvedená v jednotkách Kč. Z důvodu složitosti výpočtu, který je vzhledem k nutnosti provést výpočet NPV pro každý rok investice, značně dlouhý, bude nutné většinu výpočtů uvádět do příloh, což může vést k nepřehlednosti výpočtu. Z toho důvodu byl vytvořen stručný a přehledný diagram pro postup celé analýzy rizika, který je uveden na obrázku 8 *Diagram postupu analýzy rizika*. S pomocí tohoto diagramu je provedena celá analýza, během jednotlivých kroků je na daný diagram odkazováno. Jednotlivé kroky jsou rozděleny do 3 fází, které jasně definují úkony nutné pro správné provedení analýzy.



Obrázek 8 - Diagram postupu analýzy rizika

6.1 Vypracování praktické části projektu

6.1.1 Tvorba podkladů matematického modelu

Ze zjištěných materiálů v zadání jsme vytvořili vždy k jedné kategorii přehlednou tabulku, viz příloha 1, příloha 2, příloha 3. Tabulky jsou z důvodu větší přehlednosti vsazeny do improvizovaných matic, kde na svislé ose "Y" se nachází jednotlivé roky dílčího investičního projektu (1. – 20. rok) a na vodorovné ose "X" improvizované matice se pro každou kategorii nacházejí jednotlivé části dílčích faktorů podkladů, z kterých vychází budoucí matematický model. Pro vypracování matematického modelu byly vytvořeny dvě kategorie podkladů:

1. Celkové výnosy projektu, podrobně popsáno v příloze 1 *Celkové výnosy projektu v Kč*
2. Celkové náklady projektu. Výpočetní tabulka je velmi rozsáhlá, a proto byla rozdělena do dvou podkategorií:
 - a) Fixní a ostatní náklady projektu. Tabulka je detailně popsána v příloze 2 *Celkové fixní a ostatní náklady projektu v Kč.*
 - b) Variabilní náklady projektu. Tabulka je detailně popsána v příloze 3 *Celkové variabilní náklady projektu v Kč.*

Následující propočty jsou určeny k jednotlivým sloupcům z tabulky v příloze *Celkové výnosy projektu v Kč*

- Poptávané množství výrobků (rozděleno podle jednotlivých produktů portfolia).
 - vypočteno jako výrobní kapacita krát růst poptávky v jednotlivých letech
- Úvěr, kterým podnik spolufinancuje svojí investici.
 - vypočtený jako 40 % z celkové investice
- Tržby za prodej jednotlivých produktů v každém roce
 - vypočteno jako poptávané množství krát výrobní cena pro jednotlivé produkty

Následující propočty jsou určeny k jednotlivým sloupcům z tabulky v příloze 2 *Celkové náklady projektu v Kč.*

- Fixní náklady
 - energie neměnné po celou dobu dle zadání
 - režijní náklady neměnné po celou dobu dle zadání
 - odpisy, vypočteny lineárně, suma celkové částky všech stojů děleno dobou životnosti
- Mzdové náklady
 - mzdy za všechny zaměstnance linky vynásobené celkový meziročním růstem mezd
 - odvody ze mzdy jsou brány jako náklady zaměstnavatele spojené se zaměstnanci, kde zaměstnavatel odvádí 25 % z hrubé mzdy za zdravotní pojištění a 9 % z hrubé mzdy zaměstnance na sociální pojištění
 - mzdy celkem. Součet všech nákladů na mzdy pro zaměstnavatele jako celek
- Nákup stroje
 - celková suma započtená do nákladů za nákup strojů do nové montážní linky
- Úroky
 - úroky z úvěru poskytnutý bankou vypočteno viz tabula 6 *Úvěr a úroky projektu*

Následující propočty jsou určeny k jednotlivým sloupcům z tabulky v příloze 3 *Celkové variabilní náklady projektu v Kč.*

- Variabilní náklady
 - materiál: Vypočteno jako poptávané množství krát cena za celkový materiál na jednotlivé produkty.
 - kontrola: Vypočteno jak poptávané množství krát cena za cenu kontroly kvality dle produktu.

6.1.2 Matematický model a jeho nastavení

Matematický model je již výsledkem předchozích podkladů dle přílohy 4 - *Výpočet ekonomických kritérií projektu v Kč.* Celý model je navázaný na předchozí tabulky, kde je na každou buňku v tabulkovém editoru MS Excel odkazováno. Tato metoda odkazování je

nezbytná hlavně pro připravovanou simulaci, kdy software Crystal Ball neumí pracovat s pevnými hodnotami. Výpočet je opět rozdělen do improvizované matice, kde na svislé ose "Y" se nachází jednotlivé roky dílčího investičního projektu (1.–20. rok) a na vodorovné ose "X" improvizované matice se nachází jednotlivé části dílčích faktorů matematického modelu. Následující propočty jsou určeny k jednotlivým sloupcům z tabulky v příloze 4 *Výpočet ekonomických kritérií projektu v Kč.*

- Výnosy celkem
 - vypočteno jako celková suma všech tržeb plus peníze z úvěru v nultém roce
- Fixní náklady celkem
 - suma všech fixních nákladů celkem (energie, režie, odpisy)
- Variabilní náklady celkem
 - suma za všechny variabilní náklady (materiál, kontrola výrobků)
- Ostatní náklady celkem
 - suma mzdových nákladů celkem a úroků z úvěru plus náklady na pořízení strojů a odpisů
- Hrubý zisk
 - vypočteno jako tržby minus fixní náklady a variabilní náklady minus ostatní náklady
- Daň
 - vypočteno jako 19% z hrubého zisku
- Čistý zisk
 - Vypočteno jako hrubý zisk minus daň.
- Splátky
 - Vypočteno viz tabulka 6 *Úvěr a úroky projektu*
- Cashflow
 - Vypočteno jako čistý zisk plus odpisy minus splátky
- Diskontovaný cashflow / Čistá současná hodnota pomocí vzorce
$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} \quad (14)$$
 - kde CF je cashflow projektu
 - **t** jednotlivé roky projektu
 - **k** diskontní sazba či alternativní náklad kapitálů

Výpočet z tabulky ekonomických kritérií (NPV) projektu v příloze 4 *Výpočet ekonomických kritérií projektu v Kč* jsme vypočítali čistou současnou hodnotu investice ve výši

137.534.451 Kč. Jde o prvotní znamení pro vedení firmy, že by se mohlo jednat o akceptovatelnou investici. Dle výpočtu je na první pohled zřejmé, že investice do dílčího projektu výrobní firmy by se při ideálním stavu firmě vrátila ve výši trojnásobku původní investované částky. Nyní si je ale potřeba uvědomit, že náš matematický model je vypočten pouze deterministicky, tj. z pevně daných hodnot. Z ekonomické praxe je všeobecně známo, že proměnné jako poptávka po zboží, cena materiálu nebo sazba daně se mohou vyvíjet v závislosti na politicko-ekonomické globální situaci. Z tohoto důvodu je pro nás důležité tento fakt zahrnout do výpočtu a při rozhodování nad projektem mu přiřadit významnou roli. Takový výpočet dokážeme provést v kombinaci citlivostní analýzy s metodou Monte Carlo, na které je simulace založena. Principem simulací Monte Carlo (dále jen MC) rozumíme náhodný výběr předem definovaného souboru, kdy s každým výběrem je možné provádět různé typy propočtů a ty pak vyhodnocovat (1). Pomocí simulace MC dokážeme zahrnout takovéto proměnné do výpočtu. Aby simulace MC byla efektivní, je třeba provést minimálně 1.000 možných náhodných výběrů. Z důvodu náročnosti výpočtu by nebylo možné takovou operaci provádět manuálním výpočtem nebo pomocí tabulkového editoru MS Excel. Pro druhou fázi, viz Obrázek 8 *Diagram postupu analýzy* se přesuneme do pracovního prostředí programu Oracle Crystal Ball, který nám umožní provést plnohodnotnou simulaci Monte Carlo dílčího investičního projektu.

6.1.3 Tvorba podkladů pro Crystal Ball simulaci

Program Crystal Ball pracuje se stochastickými veličinami, které mu jako uživatelé určíme. Pro přesnější a realističtější simulace má program Crystal Ball v nabídce i výběr rozdělení a nastavení maximálních, minimálních hodnot rozdělení, jak bylo již definováno v kapitole 4.

Volba faktorů, které vstupují do simulace jako náhodná veličina, má velký vliv na konečný výsledek simulace, v našem případě na konečný výsledek čisté současné hodnoty. Po odborné konzultaci byly do analýzy zahrnuty vstupy faktorů rizika, které se významně podílejí na celkovém projektu nebo mohou být ovlivněny z vnější. Vstupy simulace jsou zobrazeny v tabulce 7 *Faktory kritérií rizika jeho hodnoty*.

Veličina	Vstupy simulace	Rozdělení	Max	Min	Nejpravděpod obnější
Spojitá	Cena kar. WA	Trojúhelníkové	483 Kč	387 Kč	430 Kč
	Cena kar. WB	Trojúhelníkové	368 Kč	228 Kč	290 Kč
	Cena kar. WC	Trojúhelníkové	619 Kč	450 Kč	530 Kč
	Cena kar. WD	Trojúhelníkové	605 Kč	459 Kč	510 Kč
	Cena kar. WE	Trojúhelníkové	937 Kč	663 Kč	780 Kč
	Cena mat. WA	Trojúhelníkové	112 Kč	72 Kč	90 Kč
	Cena mat. WB	Trojúhelníkové	69 Kč	43 Kč	60 Kč
	Cena mat. WC	Trojúhelníkové	55 Kč	20 Kč	40 Kč
	Cena mat. WD	Trojúhelníkové	35 Kč	20 Kč	25 Kč
	Cena mat. WE	Trojúhelníkové	60 Kč	35 Kč	50 Kč
	Poptávka po kar. WA	BetaPERT	21000 Ks	14000 Ks	20000 Ks
	Poptávka po kar. WB	BetaPERT	33000 Ks	27000 Ks	30000 Ks
	Poptávka po kar. WC	BetaPERT	23000 Ks	18000 Ks	20000 Ks
	Poptávka po kar. WD	BetaPERT	28750 Ks	21250 Ks	25000 Ks
	Poptávka po kar. WE	BetaPERT	13200 Ks	8800 Ks	11000 Ks
	Režijní náklady	Trojúhelníkové	5 500 000 Kč	4 550 000 Kč	5 000 000 Kč
	Náklady na energie	Trojúhelníkové	536 000 Kč	366 000 Kč	400 000 Kč

Tabulka 7 - Faktory kritérií rizika a jeho hodnoty spojitého rozdělení

V předchozí tabulce 7 *Faktory kritérií rizika a jeho hodnoty spojitého rozdělení* jsou zobrazeny vstupní faktory spojitě vstupní náhodné veličiny. Spojitá náhodná veličina může nabývat všech hodnot v určitém intervalu (15). V našem příkladu do simulace ovšem vstupují faktory, jako jsou veškeré daňové položky, které z logické podstaty významnosti faktoru nemohou nabývat libovolných hodnot. U podobných faktorů se proto předpokládá, že budou nabývat diskrétní náhodné veličiny. Jednotlivé veličiny jsou zobrazeny v tabulce 8 *Faktory kritérií rizika jeho hodnoty*.

Veličina	Vstupy simulace	Rozdělení	Nejpravděp.	Pra.	Maximum	Pra.
Diskrétní	Růst poptávky	Custom	1,001	0,7	1,0095	0,3
	DPH	Custom	0,21	0,6	0,25	0,4
	Daň práv. osob	Custom	0,19	0,8	0,22	0,2
	Sociální pojištění	Custom	0,25	0,6	0,3	0,4
	Zdravotní pojištění	Custom	0,09	0,6	0,13	0,4

Tabulka 8 - Faktory kritérií rizika jeho hodnoty diskrétního rozdělení

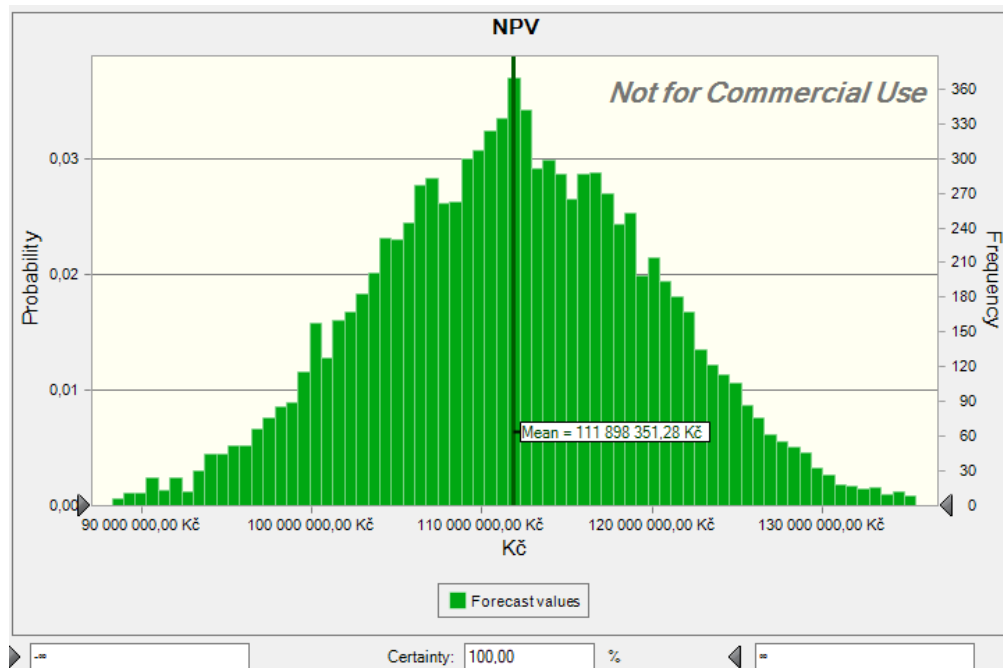
Dle externího šetření byla také určena korelace mezi prvky prodejní ceny a poptávky pro jednotlivé produkty na -0,7, aby nedocházelo k nelogickým věcem, kdy při rostoucí za zboží roste i poptávka po zboží.

6.1.4 Simulace

V momentě, kdy jsme provedli všechny potřebné úkony dle předchozích kroků a dle diagramu z obrázku 8 *Diagram postupu analýzy rizika*, je model připraven ke spuštění simulace. V programu Crystal Ball, na panelu Run zvolíme požadovaný počet iterací. Neoptimálnější hodnota počtu iterací byla určena na 10.000 opakování. Větší počet iterací již dle definice o teorii velkých čísel nezajistí přesnější výsledek. V dalším kroku zmáčkne tlačítko Start simulation. Jedna celková simulace trvá v průměru jednu minutu. Výstupním výsledkem simulace je histogram četností čisté současné hodnoty investice (NPV)

6.1.5 Hodnocení výstupů simulace

Prvním výstupem je histogram četností NPV, který můžeme vidět na obrázku 9 *Histogram četností NPV*. Střední hodnota "Mean" se ustálila na hodnotě 111.898.351, 28 Kč.



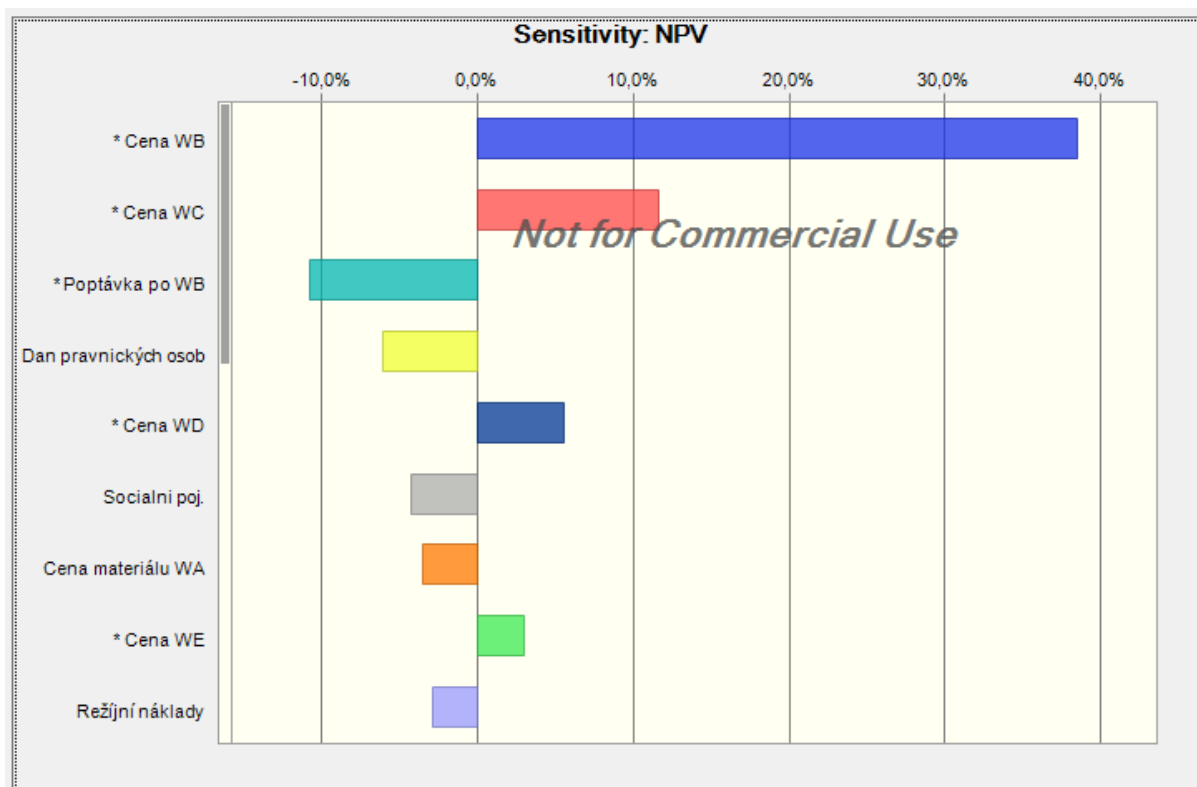
Obrázek 9 - Histogram četností NPV

Je tudíž na první pohled zřejmé, že se čistá současná hodnota investice oproti deterministickému výpočtu, který vyšel na 137.524.450 Kč se snížila o 25.626.099 Kč na 111.898.351 Kč. Druhým významným ukazatelem je, že histogram se nachází v kladných číslech z pravé strany a pokračuje do nekonečna z levé strany.

Statistic	Forecast values
Trials	10 000
Base Case	137 524 450,93 Kč
Mean	111 898 351,28 Kč
Median	111 892 393,48 Kč
Mode	---
Standard Deviation	8 436 647,20 Kč
Variance	71 177 016 020 813,10 Kč
Skewness	0,0055
Kurtosis	2,91
Coeff. of Variation	0,0754
Minimum	82 496 807,40 Kč
Maximum	140 329 084,82 Kč
Mean Std. Error	84 366,47 Kč

Obrázek 10 - Statistické veličiny simulace

Obrázek 10 *Statistické veličiny simulace* představuje důležité statistické veličiny provedené simulace, které celý výsledek výpočtu zpřesňují. Významné veličiny jsou Mean, a Medián. Lze si všimnout, že v naší simulaci vyšla střední hodnota „Mean“ a medián velmi blízko sebe, rozdělení je symetrické.



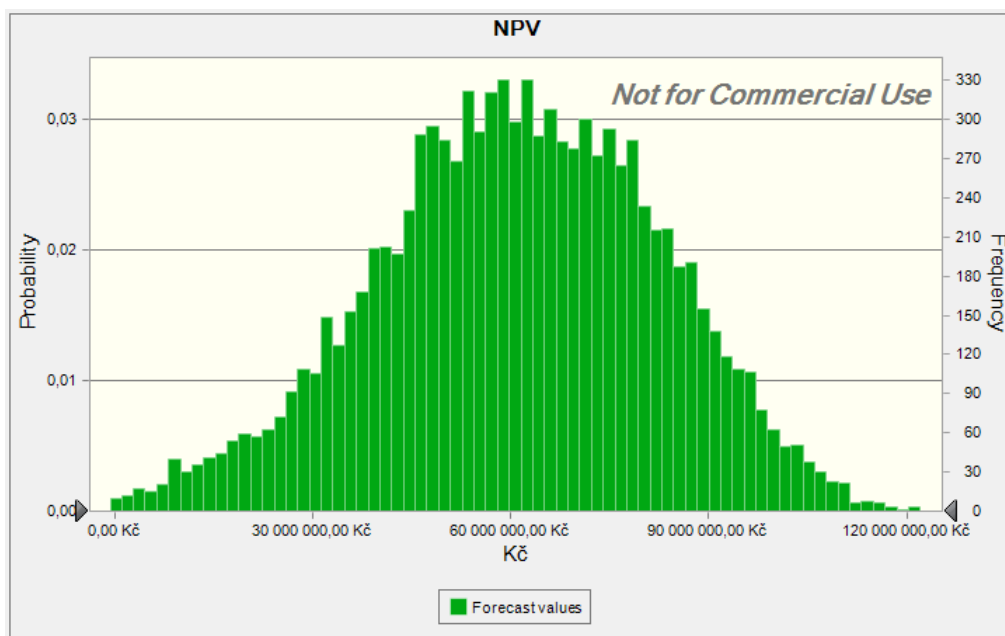
Obrázek 11 - Sensitive Charts

Další zajímavou funkcí, kterou program Crystal Ball zobrazuje v rámci analýzy rizika je výstup zvaný Sensitive Charts – analýza citlivosti, který zpřesňuje příspěvek jednotlivých

faktorů k celkovému rozptylu NPV. Jsou zde zahrnuty všechny faktory rizika. Z Obrázku 11 *Sensitive Charts* se z výsledků senzitivní analýzy zaměříme hlavně na cenu jednotlivých produktů, které firma hodlá v rámci investičního projektu vyrábět.

Z celkových hodnot nám vyšly v sensitive analýze jako nejrizikovější cena u produktu karoserie WB, cena produktu karoserie WC, na čtvrtém místě byla poté cena produktu karoserie WD. Z prvních čtyř rizikových faktorů, které ovlivňují naši investici, jsou tři položky z jedné kategorie, a to kategorie cena. Na základě tohoto zjištění byla provedena kalkulace, jak velkým podílem ovlivňuje prodejní cena celkový dílčí investiční projekt. Při sečtení procentního vstupu u položek cena karoserie WA, cena karoserie WB, cena karoserie WC, cena karoserie WD a cena karoserie WE docházíme k celkové hodnotě 60,1 %. Z takové části je naše investice ovlivněna jednou kategorií, a to cenou produktů.

U uvedených zjištění o rizikovosti cen našich produktů jsme se rozhodli provést pomocnou simulaci v programu Crystal Ball. V naší simulaci potřebujeme zjistit, jak se bude chovat investice, když minimální prodejní ceny za jednotlivé produkty budou ještě jednou poníženy o 15 % z minimální ceny první simulace. Minimální cena byla posunuta u všech pěti vybraných produktů o 25 % níže (cena karoserie WA na 309,6 Kč, cena karoserie WB na 182,4 Kč, cena karoserie WC na 360,5 Kč, cena karoserie WD na 367 Kč, cena karoserie WE 530 na Kč).



Obrázek 12 - Histogram četností NPV rekonstrukce

Z grafu na Obrázku 12 *Histogram četností NPV rekonstrukce* je nyní patrné, když se výrazně sníží minimální cena za prodávané produkty, jako jsme to provedli v pomocné

simulaci, začne v postupné míře docházet k tomu, že investiční projekt začne v několika případech vycházet v záporných číslech. Z Obrázku 4 *Rozdělení pravděpodobnosti zisku projektů A a B* zjistíme, že se první simulace podobá „ostrému“ rozdělení podobně jako u projektu B a rekonstrukce druhé simulace začíná nabývat pozvolného rozdělení jako projekt A. Firma by si měla pohlídat prodejní ceny produktů, jinak by investice mohla začít být neefektivní.

Ze závěrů analýzy jsme obdrželi mnoho výsledku, pomocí histogramu četností NPV a sensitive charts byla zjištěna velká citlivost tržního rizika prodejní ceny. Pro přesvědčení se o věrohodnosti obdrženého výsledku, podrobili jsme výpočet ještě jedné simulaci. Z výsledku rekonstruované simulace jsme obdrželi rekonstruovaný histogram četností NPV, který v několika případech zasahuje s nízkou pravděpodobností i do záporných hodnot projektu.

V rámci nutných opatření bychom doporučili zanalyzovat cenotvorbu produktů projektu a snažit se zamezit poklesu ceny pod hranici 25% nejčastější hodnoty. Takové opatření je možné provést pomocí legislativních úkonů, například optimálním nastavením dlouhodobých smluv se sub-odběrateli, kde bude zahrnuta domluvená minimální cena za odebíraný/prodávaný produkt.

7 Závěr

Práce byla koncipována tak, aby seznámila čtenáře s problematikou řízení rizik projektů finanční investice. Tento materiál má demonstrovat nutnost důkladné a podrobné analýzy rizik finanční investice v jakémkoliv oboru podnikání v hospodářské sféře.

V teoretické části jsem se zaměřil na to, jak přistupovat k jednotlivým faktorům rizika, jak je klasifikovat a jak jim optimálně dle fází projektu předcházet. Pro lepší demonstraci výhod, které práce přináší, jsem měl možnost provést analýzu dílčího investičního projektu reálné firmy. Práci jsem pro maximální efektivitu přenesl do pracovního prostředí programu Oracle Crystal Ball v rámci volné 140 denní verze programu, který pro studijní účely poskytuje knižní publikace Aplikovaná analýza rizika.

V praktické části jsem se zaměřil na hlavní cíl stanovený v úvodu své práce vyvodit jasný výsledek, je-li dílčí investiční projekt pro firmu přínosný, a zda se firmě vyplatí finanční investici realizovat. Díky přesnému postupu aplikované analýzy rizika investičního projektu byla zhodnocena ekonomická efektivita dílčího investičního projektu firmy pomocí ukazatele čisté současné hodnoty investice. Z deterministického matematického modelu vyšla čistá současná hodnota investice 137.534.451 Kč. Po expertním šetření, kdy proběhla analýza investičního projektu pomocí programu Oracle Crystal Ball, kde simulace byla nastavena na 10 000 iterací, čistá současná hodnota investice vyšla 111.898.351 Kč, došlo tedy k jejímu poklesu o 19 %. Jelikož se ale histogram čisté současné hodnoty investice nacházel vždy na kladné části osy x a celkový tvar rozdělení je ostrý, podle definice z 3 kapitoly jsem došel k závěru, že investice je vhodná k realizaci.

Zde však nastává potřeba podrobnější a důkladné analýzy rizika finanční investice. Po přezkoumání jsem provedl detailní citlivostní analýzu investičního projektu. Nejrizikovější ze všech rizikových kategorií vstupů se jevila kategorie prodejní ceny za jednotlivé karoserie. Celkově se tato kategorie tržního rizika na výsledku simulace podílela z 60 %. Z toho důvodu byla provedena pomocná simulace, kdy vstupní hodnoty minimální ceny všech karosérií byly poníženy o 25 % původní ceny. Tato pomocná simulace měla ukázat to, jak se projekt zachová, kdyby byl podnik někdy v budoucnu nucen snížit cenu na nižší hodnotu, než je hodnota předpokládaná expertním šetřením. Pomocná simulace naplnila předpoklad rizika vyplývajícího z citlivostní analýzy. Ponížená cena je pro podnik velmi riziková, více, než se předpokládá, a výsledný histogram čisté současné hodnoty investice již začíná zasahovat do záporných čísel a činí projekt ztrátovým.

Z výsledků analýzy rizika bych v takovém případě podniku doporučoval, aby se management firmy zaměřil detailněji na smluvní podmínky prodejní ceny svých výrobků pro své odběratele. V rámci vzájemných smluvních vztahů, bych doporučoval, aby podnik se svými odběrateli uzavřel například dlouhodobé smlouvy se smluvními podmínkami garantujícími cenové hladiny prodáváných výrobků.

Věřím, že práce splnila svůj cíl a účel a přinesla ucelený a přehledný pohled na danou problematiku v oblasti investování do podniků a řízení rizik investic, a doufám, že práce může mít přidanou hodnotou hlavně pro střední až velké podniky v budoucích investičních záměrech, při jejich modernizaci a přechodu na prvky z průmyslu 4.0.

8 Citovaná literatura

1. **Fotr Jiří, Souček Ivan.** *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování.* Praha : Grada, 2005. 80-247-0939-2.
2. **Vladimír Smejkal, Karel Rais.** *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích.* Praha : Grada Publishing a.s., 2006. 80-247-1667-4.
3. **NÝVLTOVÁ, Romana a Mária REŽŇÁKOVÁ.** *Mezinárodní kapitálové trhy: zdroj financování.* Praha : Grada, 2007. 978-80247-1922-1.
4. **Jiří Hnilica, Jiří Fotr.** *Aplikovaná analýza rizika.* Praha : Grada Publishing a.s., 2009. 978-80-247-2560-4.
5. **VOCHOZKA, Marek a Petr MULAČ.** *Podniková ekonomika.* Praha : Grada, 2012. 978-80-247-4372-1.
6. **SystemOnline.** *SystemOnline.* [Online] CCB spol. s.r.o, ŘÍJEN 2002. <http://m.systemonline.cz>. 1802-615X.
7. **Renda, Miroslav.** *Tesena smart testing. Tesena smart testing.* [Online] 14. Leden 2019. [Citace: 18. Srpen 2019.] <https://www.tesena.com>.
8. **DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO.** *Projektový management podle IPMA. 2., aktualiz. a dopl. vyd.* Praha : Grada, 2012. 978-80-247-4275-5.
9. **Komoro projektových manažerů.** *Komoro projektových manažerů.* [Online] bARTvisions, 2009. [Citace: 18. Srpen 2019.] <https://www.komorapm.cz>.
10. **FOTR, Jiří, Jiří DĚDINA a Helena HRŮZOVÁ.** *Manažerské rozhodování. Vyd. 3. upr. a rozš.* Praha : Ekopress, 2003. 80-86119-69-6.
11. **Ukazatel centrální tendence.** *IBM Knowledge Center.* [Online] 2015. <https://www.ibm.com>.
12. **Team, EPM Information Development.** *License Key Request Process.* Oracle. [Online] Oracle and/or its affiliates, 2017. <https://www.oracle.com>.
13. **ÚVĚROVÁ KALKULAČKA.** *iDNES.* [Online] 2019. <http://kalkulacky2.idnes.cz>.
14. **Eugene F. BRIGHAM, Louis C. GAPENSKI.** *Intermediate Financial Management. 3rd ed.* Chicago : Dryden Press, 1990. 0-03-030552-7.
15. **Matematická biologie .** *Matematická biologie .* [Online] [Citace: 18. Srpen 2019.] <http://portal.matematickabiologie.cz/>.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Magický trojúhelník investora (2).....	12
Obrázek 2 - Základní proces řízení rizik (4)	16
Obrázek 3 - Základní fáze projektu (4).....	18
Obrázek 4 - Rozdělení pravděpodobnosti zisku projektů A a B (3).	23
Obrázek 5- Vstupní panel Crystal Ball	26
Obrázek 6 - Menu základních rozdělení.....	26
Obrázek 7 - Nastavení <i>min-max</i> hodnot rozdělení	27
Obrázek 8 - Diagram postupu analýzy rizika.....	32
Obrázek 9 - Histogram četností NPV	38
Obrázek 10 - Statistické veličiny simulace	39
Obrázek 11 - Sensitive Charts	39
Obrázek 12 - Histogram četností NPV rekonstrukce	40

10 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Ohodnocení stupnic	22
Tabulka 2 - Expertní matice	22
Tabulka 3 - Portfolio výrobků projektu.....	30
Tabulka 4 - Variabilní náklady projektu	30
Tabulka 5 - Fixní náklady projektu	31
Tabulka 6 - Úvěr a úrok projektu.....	31
Tabulka 7 - Faktory kritérií rizika a jeho hodnoty spojitého rozdělení	37
Tabulka 8 - Faktory kritérií rizika jeho hodnoty diskrétního rozdělení	37

11 Seznam příloh

Příloha 1 - Celkové výnosy projektu v Kč

Příloha 2 - Celkové fixní a ostatní náklady projektu v Kč

Příloha 3 - Celkové variabilní náklady projektu v Kč

Příloha 4 - Výpočet ekonomických kritérií projektu v Kč

Příloha 1: Celkové výnosy projektu v Kč

Roky	Výnosy projektu										
	Poptávané množství					Úvěr	Tržby produktů				
	Portfólio výrobků						Portfólio výrobků				
	WA	WB	WC	WD	WE		WA	WB	WC	WD	WE
0						18 200 000 Kč					
1	20 000 Kč	30 000 Kč	20 000 Kč	25 000 Kč	11 000 Kč		9 000 000 Kč	9 000 000 Kč	12 000 000 Kč	13 750 000 Kč	9 350 000 Kč
2	20 020 Kč	30 030 Kč	20 020 Kč	25 025 Kč	11 011 Kč		9 009 000 Kč	9 009 000 Kč	12 012 000 Kč	13 763 750 Kč	9 359 350 Kč
3	20 040 Kč	30 060 Kč	20 040 Kč	25 050 Kč	11 022 Kč		9 018 009 Kč	9 018 009 Kč	12 024 012 Kč	13 777 514 Kč	9 368 709 Kč
4	20 060 Kč	30 090 Kč	20 060 Kč	25 075 Kč	11 033 Kč		9 027 027 Kč	9 027 027 Kč	12 036 036 Kč	13 791 291 Kč	9 378 078 Kč
5	20 080 Kč	30 120 Kč	20 080 Kč	25 100 Kč	11 044 Kč		9 036 054 Kč	9 036 054 Kč	12 048 072 Kč	13 805 083 Kč	9 387 456 Kč
6	20 100 Kč	30 150 Kč	20 100 Kč	25 125 Kč	11 055 Kč		9 045 090 Kč	9 045 090 Kč	12 060 120 Kč	13 818 888 Kč	9 396 844 Kč
7	20 120 Kč	30 180 Kč	20 120 Kč	25 150 Kč	11 066 Kč		9 054 135 Kč	9 054 135 Kč	12 072 180 Kč	13 832 707 Kč	9 406 240 Kč
8	20 140 Kč	30 211 Kč	20 140 Kč	25 176 Kč	11 077 Kč		9 063 189 Kč	9 063 189 Kč	12 084 252 Kč	13 846 539 Kč	9 415 647 Kč
9	20 161 Kč	30 241 Kč	20 161 Kč	25 201 Kč	11 088 Kč		9 072 253 Kč	9 072 253 Kč	12 096 337 Kč	13 860 386 Kč	9 425 062 Kč
10	20 181 Kč	30 271 Kč	20 181 Kč	25 226 Kč	11 099 Kč		9 081 325 Kč	9 081 325 Kč	12 108 433 Kč	13 874 246 Kč	9 434 487 Kč
11	20 201 Kč	30 301 Kč	20 201 Kč	25 251 Kč	11 110 Kč		9 090 406 Kč	9 090 406 Kč	12 120 541 Kč	13 888 120 Kč	9 443 922 Kč
12	20 221 Kč	30 332 Kč	20 221 Kč	25 276 Kč	11 122 Kč		9 099 496 Kč	9 099 496 Kč	12 132 662 Kč	13 902 009 Kč	9 453 366 Kč
13	20 241 Kč	30 362 Kč	20 241 Kč	25 302 Kč	11 133 Kč		9 108 596 Kč	9 108 596 Kč	12 144 795 Kč	13 915 911 Kč	9 462 819 Kč
14	20 262 Kč	30 392 Kč	20 262 Kč	25 327 Kč	11 144 Kč		9 117 705 Kč	9 117 705 Kč	12 156 939 Kč	13 929 826 Kč	9 472 282 Kč
15	20 282 Kč	30 423 Kč	20 282 Kč	25 352 Kč	11 155 Kč		9 126 822 Kč	9 126 822 Kč	12 169 096 Kč	13 943 756 Kč	9 481 754 Kč
16	20 302 Kč	30 453 Kč	20 302 Kč	25 378 Kč	11 166 Kč		9 135 949 Kč	9 135 949 Kč	12 181 265 Kč	13 957 700 Kč	9 491 236 Kč
17	20 322 Kč	30 484 Kč	20 322 Kč	25 403 Kč	11 177 Kč		9 145 085 Kč	9 145 085 Kč	12 193 447 Kč	13 971 658 Kč	9 500 727 Kč
18	20 343 Kč	30 514 Kč	20 343 Kč	25 428 Kč	11 189 Kč		9 154 230 Kč	9 154 230 Kč	12 205 640 Kč	13 985 629 Kč	9 510 228 Kč
19	20 363 Kč	30 545 Kč	20 363 Kč	25 454 Kč	11 200 Kč		9 163 384 Kč	9 163 384 Kč	12 217 846 Kč	13 999 615 Kč	9 519 738 Kč
20	20 383 Kč	30 575 Kč	20 383 Kč	25 479 Kč	11 211 Kč		9 172 548 Kč	9 172 548 Kč	12 230 064 Kč	14 013 615 Kč	9 529 258 Kč

Příloha 1 - Celkové výnosy projektu v Kč

Příloha 2: Celkové fixní a ostatní náklady projektu v Kč

Roky	Náklady projektu							
	Fixní náklady			Mzdové náklady			Nákup stroje	Úroky
	Energie	Režijní	Odpisy	Mzdy	Odvody	Celkem		
0							45 500 000 Kč	
1	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 000 000 Kč	2 720 000 Kč	10 720 000 Kč		1 820 000 Kč
2	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 084 000 Kč	2 748 560 Kč	10 832 560 Kč		1 762 718 Kč
3	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 168 882 Kč	2 777 420 Kč	10 946 302 Kč		1 699 707 Kč
4	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 254 655 Kč	2 806 583 Kč	11 061 238 Kč		1 630 396 Kč
5	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 341 329 Kč	2 836 052 Kč	11 177 381 Kč		1 554 153 Kč
6	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 428 913 Kč	2 865 830 Kč	11 294 744 Kč		1 470 286 Kč
7	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 517 417 Kč	2 895 922 Kč	11 413 338 Kč		1 378 032 Kč
8	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 606 850 Kč	2 926 329 Kč	11 533 178 Kč		1 276 553 Kč
9	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 697 221 Kč	2 957 055 Kč	11 654 277 Kč		1 164 926 Kč
10	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		1 042 137 Kč
11	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		907 068 Kč
12	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		758 493 Kč
13	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		595 060 Kč
14	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		415 283 Kč
15	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		217 529 Kč
16	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		- Kč
17	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		- Kč
18	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		- Kč
19	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		- Kč
20	400 000 Kč	5 000 000 Kč	2 275 000 Kč	8 788 542 Kč	2 988 104 Kč	11 776 647 Kč		- Kč

Příloha 3: Celkové variabilní náklady projektu v Kč

Roky	Náklady projektu									
	Variabilní náklady									
	Materiál					Kontrola				
	WA	WB	WC	WD	WE	WA	WB	WC	WD	WE
0										
1	2 178 000 Kč	2 178 000 Kč	968 000 Kč	756 250 Kč	665 500 Kč	300 000 Kč	840 000 Kč	340 000 Kč	625 000 Kč	220 000 Kč
2	2 180 178 Kč	2 180 178 Kč	968 968 Kč	757 006 Kč	666 166 Kč	300 300 Kč	840 840 Kč	340 340 Kč	625 625 Kč	220 220 Kč
3	2 182 358 Kč	2 182 358 Kč	969 937 Kč	757 763 Kč	666 832 Kč	300 600 Kč	841 681 Kč	340 680 Kč	626 251 Kč	220 440 Kč
4	2 184 541 Kč	2 184 541 Kč	970 907 Kč	758 521 Kč	667 498 Kč	300 901 Kč	842 523 Kč	341 021 Kč	626 877 Kč	220 661 Kč
5	2 186 725 Kč	2 186 725 Kč	971 878 Kč	759 280 Kč	668 166 Kč	301 202 Kč	843 365 Kč	341 362 Kč	627 504 Kč	220 881 Kč
6	2 188 912 Kč	2 188 912 Kč	972 850 Kč	760 039 Kč	668 834 Kč	301 503 Kč	844 208 Kč	341 703 Kč	628 131 Kč	221 102 Kč
7	2 191 101 Kč	2 191 101 Kč	973 823 Kč	760 799 Kč	669 503 Kč	301 805 Kč	845 053 Kč	342 045 Kč	628 759 Kč	221 323 Kč
8	2 193 292 Kč	2 193 292 Kč	974 796 Kč	761 560 Kč	670 172 Kč	302 106 Kč	845 898 Kč	342 387 Kč	629 388 Kč	221 545 Kč
9	2 195 485 Kč	2 195 485 Kč	975 771 Kč	762 321 Kč	670 843 Kč	302 408 Kč	846 744 Kč	342 730 Kč	630 018 Kč	221 766 Kč
10	2 197 681 Kč	2 197 681 Kč	976 747 Kč	763 084 Kč	671 514 Kč	302 711 Kč	847 590 Kč	343 072 Kč	630 648 Kč	221 988 Kč
11	2 199 878 Kč	2 199 878 Kč	977 724 Kč	763 847 Kč	672 185 Kč	303 014 Kč	848 438 Kč	343 415 Kč	631 278 Kč	222 210 Kč
12	2 202 078 Kč	2 202 078 Kč	978 701 Kč	764 610 Kč	672 857 Kč	303 317 Kč	849 286 Kč	343 759 Kč	631 909 Kč	222 432 Kč
13	2 204 280 Kč	2 204 280 Kč	979 680 Kč	765 375 Kč	673 530 Kč	303 620 Kč	850 136 Kč	344 103 Kč	632 541 Kč	222 655 Kč
14	2 206 485 Kč	2 206 485 Kč	980 660 Kč	766 140 Kč	674 204 Kč	303 923 Kč	850 986 Kč	344 447 Kč	633 174 Kč	222 877 Kč
15	2 208 691 Kč	2 208 691 Kč	981 640 Kč	766 907 Kč	674 878 Kč	304 227 Kč	851 837 Kč	344 791 Kč	633 807 Kč	223 100 Kč
16	2 210 900 Kč	2 210 900 Kč	982 622 Kč	767 674 Kč	675 553 Kč	304 532 Kč	852 689 Kč	345 136 Kč	634 441 Kč	223 323 Kč
17	2 213 111 Kč	2 213 111 Kč	983 605 Kč	768 441 Kč	676 228 Kč	304 836 Kč	853 541 Kč	345 481 Kč	635 075 Kč	223 547 Kč
18	2 215 324 Kč	2 215 324 Kč	984 588 Kč	769 210 Kč	676 904 Kč	305 141 Kč	854 395 Kč	345 826 Kč	635 710 Kč	223 770 Kč
19	2 217 539 Kč	2 217 539 Kč	985 573 Kč	769 979 Kč	677 581 Kč	305 446 Kč	855 249 Kč	346 172 Kč	636 346 Kč	223 994 Kč
20	2 219 757 Kč	2 219 757 Kč	986 558 Kč	770 749 Kč	678 259 Kč	305 752 Kč	856 104 Kč	346 518 Kč	636 982 Kč	224 218 Kč

Příloha 4: Výpočet ekonomických kritérií projektu v Kč

Roky	Výnosy celkem	Fixní náklady celkem	Variabilní náklady celkem	Ostatní náklady celkem	Hrubý zisk	Daň	Čistý zisk	Splátky	Cash flow	Diskontovaný CF	Kumulovaný CF
0	18 200 000 Kč	- Kč	- Kč	45 500 000 Kč	- 27 300 000 Kč	- 5 187 000 Kč	-22 113 000 Kč	- Kč	- 22 113 000 Kč	-22 113 000 Kč	- 22 113 000 Kč
1	53 100 000 Kč	7 675 000 Kč	9 070 750 Kč	12 540 000 Kč	23 814 250 Kč	4 524 708 Kč	19 289 543 Kč	2 392 823 Kč	19 171 720 Kč	17 321 756 Kč	- 4 791 244 Kč
2	53 153 100 Kč	7 675 000 Kč	9 079 821 Kč	12 595 278 Kč	23 803 002 Kč	4 522 570 Kč	19 280 431 Kč	2 392 823 Kč	19 162 608 Kč	15 642 866 Kč	10 851 622 Kč
3	53 206 253 Kč	7 675 000 Kč	9 088 901 Kč	12 646 009 Kč	23 796 343 Kč	4 521 305 Kč	19 275 038 Kč	2 392 823 Kč	19 157 215 Kč	14 129 439 Kč	24 981 062 Kč
4	53 259 459 Kč	7 675 000 Kč	9 097 989 Kč	12 691 634 Kč	23 794 836 Kč	4 521 019 Kč	19 273 817 Kč	2 392 823 Kč	19 155 995 Kč	12 765 214 Kč	37 746 276 Kč
5	53 312 719 Kč	7 675 000 Kč	9 107 087 Kč	12 731 534 Kč	23 799 097 Kč	4 521 828 Kč	19 277 269 Kč	2 392 823 Kč	19 159 446 Kč	11 535 521 Kč	49 281 796 Kč
6	53 366 032 Kč	7 675 000 Kč	9 116 195 Kč	12 765 030 Kč	23 809 807 Kč	4 523 863 Kč	19 285 944 Kč	2 392 823 Kč	19 168 121 Kč	10 427 127 Kč	59 708 923 Kč
7	53 419 398 Kč	7 675 000 Kč	9 125 311 Kč	12 791 371 Kč	23 827 716 Kč	4 527 266 Kč	19 300 450 Kč	2 392 823 Kč	19 182 627 Kč	9 428 097 Kč	69 137 020 Kč
8	53 472 817 Kč	7 675 000 Kč	9 134 436 Kč	12 809 732 Kč	23 853 649 Kč	4 532 193 Kč	19 321 456 Kč	2 392 823 Kč	19 203 633 Kč	8 527 666 Kč	77 664 686 Kč
9	53 526 290 Kč	7 675 000 Kč	9 143 570 Kč	12 819 203 Kč	23 888 516 Kč	4 538 818 Kč	19 349 698 Kč	2 392 823 Kč	19 231 875 Kč	7 716 125 Kč	85 380 812 Kč
10	53 579 816 Kč	7 675 000 Kč	9 152 714 Kč	12 818 783 Kč	23 933 319 Kč	4 547 331 Kč	19 385 988 Kč	2 392 823 Kč	19 268 165 Kč	6 984 718 Kč	92 365 529 Kč
11	53 633 396 Kč	7 675 000 Kč	9 161 867 Kč	12 683 715 Kč	24 112 814 Kč	4 581 435 Kč	19 531 380 Kč	2 392 823 Kč	19 413 557 Kč	6 358 350 Kč	98 723 880 Kč
12	53 687 029 Kč	7 675 000 Kč	9 171 029 Kč	12 535 139 Kč	24 305 861 Kč	4 618 114 Kč	19 687 748 Kč	2 392 823 Kč	19 569 925 Kč	5 791 077 Kč	104 514 957 Kč
13	53 740 716 Kč	7 675 000 Kč	9 180 200 Kč	12 371 706 Kč	24 513 810 Kč	4 657 624 Kč	19 856 186 Kč	2 392 823 Kč	19 738 364 Kč	5 277 305 Kč	109 792 262 Kč
14	53 794 457 Kč	7 675 000 Kč	9 189 380 Kč	12 191 930 Kč	24 738 147 Kč	4 700 248 Kč	20 037 899 Kč	2 392 823 Kč	19 920 076 Kč	4 811 970 Kč	114 604 232 Kč
15	53 848 251 Kč	7 675 000 Kč	9 198 569 Kč	11 994 176 Kč	24 980 506 Kč	4 746 296 Kč	20 234 210 Kč	2 392 823 Kč	20 116 387 Kč	4 390 487 Kč	118 994 719 Kč
16	53 902 100 Kč	7 675 000 Kč	9 207 768 Kč	11 776 647 Kč	25 242 685 Kč	4 796 110 Kč	20 446 575 Kč	- Kč	22 721 575 Kč	4 480 557 Kč	123 475 276 Kč
17	53 956 002 Kč	7 675 000 Kč	9 216 976 Kč	11 776 647 Kč	25 287 380 Kč	4 804 602 Kč	20 482 777 Kč	- Kč	22 757 777 Kč	4 054 659 Kč	127 529 935 Kč
18	54 009 958 Kč	7 675 000 Kč	9 226 193 Kč	11 776 647 Kč	25 332 119 Kč	4 813 103 Kč	20 519 016 Kč	- Kč	22 794 016 Kč	3 669 240 Kč	131 199 175 Kč
19	54 063 968 Kč	7 675 000 Kč	9 235 419 Kč	11 776 647 Kč	25 376 902 Kč	4 821 611 Kč	20 555 291 Kč	- Kč	22 830 291 Kč	3 320 455 Kč	134 519 630 Kč
20	54 118 032 Kč	7 675 000 Kč	9 244 654 Kč	11 776 647 Kč	25 421 731 Kč	4 830 129 Kč	20 591 602 Kč	- Kč	22 866 602 Kč	3 004 821 Kč	137 524 451 Kč NPV

Příloha 4 - Výpočet ekonomických kritérií projektu v Kč