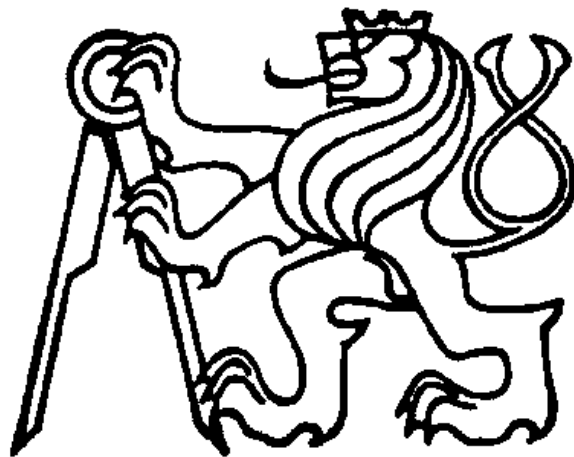


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Klodner Jméno: Michal Osobní číslo: 380912

Zadávací katedra: Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Management a ekonomika ve stavebnictví

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Stochastický model pro investiční rozhodování

Název bakalářské práce anglicky: Stochastic model for investment decisions

Pokyny pro vypracování:

V práci bude zpracován model pro manažerské rozhodování s využitím propojení kancelářských aplikací a nadstavby VBA. Nástroje bude zaměřen na rozhodování o výhodnosti středně velkých investičních stavebních projektů. Vstupní báze pro výpočet budou stochasticky vyjádřené ekonomické veličiny a samotný nástroj bude pracovat na základě simulační metody a metody diskontovaných peněžních toků.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího bakalářské práce: Doc. Ing. Petr Dlask, Ph.D.


Datum zadání bakalářské práce: Termín odevzdání bakalářské práce: 22. 5. 2015


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.


Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Stochastický model pro investiční rozhodování

Stochastic model for investment decision

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího bakalářské práce Doc. Ing. Petra Dlaska Ph.D. Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze, dne

Michal Klodner

Anotace:

Bakalářská práce se zaměřuje na tvorbu nástroje pro manažerské rozhodování v oblasti investičních stavebních projektů. Tento nástroj zahrnuje metodu čisté současné hodnoty modifikovanou stochastickým přístupem ke vstupům a výstupům nástroje. Výsledkem je tedy čistá současná hodnota s určitým rozdělením pravděpodobnosti a poskytuje tak výsledek v širším pojetí oproti běžným deterministickým modelům, kde zadané veličiny a výsledky mají pouze jednu hodnotu.

Annotation:

The thesis focuses on creating a tool for managerial decision-making in the field of construction investment projects. This tool uses the method of net present value modified with stochastic approach to the inputs and outputs. The result is the net present value with a certain probability distribution and provides the result in a broader sense than conventional deterministic models, where the variables and results have only one value.

Klíčová slova: stochastický model, čistá současná hodnota, investice, rozhodování

Key words: stochastic model, net present value, investment, decision making

Mé poděkování patří vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Petru Dlaskovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracování této práce. Zároveň děkuji společnosti ÚRS Praha, a.s., jmenovitě ing. arch. Karlu Březinovi a Luďku Dlouhému za bezplatné poskytnutí software KROS+ jakožto zdroje dat pro mou práci.

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Současný stav řešené problematiky	2
3. Teorie.....	5
3.1. Výstavbový projekt a jeho fáze	5
3.1.1. Předinvestiční fáze	6
3.1.2. Investiční fáze – etapa investiční a realizační přípravy	7
3.1.3. Investiční fáze – realizace	8
3.1.4. Provozní fáze	9
3.2. Investice a hodnocení její efektivity.....	9
3.2.1. Statické metody	9
3.2.2. Dynamické metody	10
3.3. Stanovení výše diskontní sazby	13
3.4. Deterministický/stochastický přístup	14
4. Metody používané nástrojem	14
4.1. Čistá současná hodnota	15
4.2. Monte Carlo	15
4.3. Typy rozdělení pravděpodobnosti	15
4.3.1. Normální rozdělení	16
4.4. Beta rozdělení	18
5. Popis nástroje	20
6. Případové studie.....	22
7. Závěr	26
8. Zdroje.....	28
9. Přílohy.....	30

Seznam použitých zkratek

- AHP – Analytical Hierarchy Process
- DB – Design-build
- DBB – Design-bid-build
- DBO – Design-build-operate
- DSP – Dokumentace pro stavební povolení
- DUR – Dokumentace pro územní rozhodnutí
- IR – Index of rentability
- IRR – Internal rate of return
- JKSO – Jednotný třídění stavebních objektů
- MCDM – Multiple-criteria decision analysis
- NPV – Net present value
- PDCA – Plan-do-check-act
- PERT – Program Evaluation and Review Technique
- RM – Risk Management
- ROE – Return on equity
- RUSO – Rozpočtové ukazatele stavebních objektů
- VBA – Visual Basic for Applications
- WACC – Weighted Average Cost of Capital

1. Úvod

Rok 2015 znamenal růst stavební produkce ve výši 5,5 % (po očištění od vlivu počtu pracovních dnů dokonce o 5,6 %) [1]. Dle ředitelů stavebních firem čeká české stavebnictví v roce 2016 další zlepšení a pokračování růstu sektoru, a to o 2,4 %. Další pozvolný růst českého stavebnictví očekávají ředitelé velkých stavebních společností v roce 2017, a to o 2,0 % [3]. Celková hodnota stavebních zakázek stavebních podniků s 50 a více zaměstnanci v roce 2015 meziročně klesla o 2,3 % a činila 181,7 mld. Kč, na pozemním stavitelství 69,8 mld. Kč (růst o 1,1 %) a na inženýrském stavitelství 111,9 mld. Kč (pokles o 4,2 %). Stavebnictví si tak v České republice udržuje i přes celkově nepříznivou situaci silné postavení.

Zahájení realizace stavby však není záležitostí rychlého rozhodnutí. Samotné realizaci předchází často dlouhý proces počínající myšlenkou, přes zhmotnění v podobě provozuschopné stavby a konče jejím používáním. Takto ohraničená etapa se nazývá výstavbový projekt a kritickou částí z pohledu potenciálu daného projektu je logicky první fáze – předinvestiční.

V předinvestiční fázi se rozhoduje o osudu potenciálního výstavbového projektu. Smyslem je definovat účel a cíle projektu. Tato fáze zahrnuje především sběr informací, jejich analýzu a vyhodnocení. Cílem je shromáždit informace a poznatky z hlediska marketingového, technického, ekonomického a finančního a tyto poznatky vyhodnotit. Rizika projektu jsou jedním ze zásadních kritérií pro rozhodnutí o pokračování či nepokračování daného projektu. „Žádný výstavbový projekt není bezrizikový. Riziko může být zvládnáno, minimalizováno, sdíleno, přenášeno nebo přijímáno. Nemůže však být ignorováno.“ [8] Výstavbový projekt zahrnuje celou řadu zúčastněných stran, komplexní výrobní systém a má dlouhou dobu trvání. Takové organizační a technologické těžkosti vytváří obrovská rizika [9]. Vícenásobná rizika, jako například platební neschopnosti stran, nedodržení termínů, vyšší inflace, chybný výkaz výměr atd., mohou být ohodnocena jako možné navýšení nákladů daného projektu s určitelnou pravděpodobností, což ale v praxi není vždy zcela jednoduché stanovit.

V rámci práce proto byl zpracován stochastický nástroj pro manažerské rozhodování v oblasti investičních výstavbových projektů. Tento nástroj zahrnuje metodu čisté současné hodnoty a stochastický přístup ke vstupům a výstupům nástroje. Výsledkem je tak čistá současná hodnota s určitým rozdělením pravděpodobnosti oproti běžným deterministickým

modelům, kde zadané veličiny a výsledky mají pouze jednu hodnotu danou expertním odhadem. Pro uživatele je daný nástroj přínosnou pomůckou, jelikož poskytuje výsledek v širším kontextu. V případě, že je například investiční záměr deterministicky vyhodnocen jako výdělečný, je investor v rozhodování stále omezen z důvodu neznalosti vlivu kvantifikovatelného rizika. V případě, že investor se znalostí kvantifikovatelného rizika využije tohoto nástroje, může pomocí něho zjistit mimo jiné, že:

- ▶ daný projekt je v průměru výdělečný,
- ▶ existuje například jistá míra pravděpodobnosti, že projekt bude také ztrátový.

Na základě toho si může vybrat jinou investici, která pro něj znamená stejnou nebo i vyšší přidanou hodnotu, nebo také nižší riziko. Na druhou stranu však nástroj klade nároky na uživatele v oblasti zpracování vstupních dat. Detailní identifikace a vyhodnocení rizik výstavbových projektů však není součástí, jelikož by tato problematika již byla mimo rozsah této práce.

Pro dosažení cíle byly identifikovány následující pracovní úkoly:

- ▶ analyzovat současný stav řešené problematiky,
- ▶ rozumět výstavbovému projektu a jeho fázím,
- ▶ rozpoznat všechny vstupní údaje pro investiční rozhodování v oblasti výstavbových projektů,
- ▶ vytvořit stochastický nástroj pro manažerské rozhodování v oblasti investičních výstavbových projektů,
- ▶ využít nástroj pro modelové případové studie.

2. Současný stav řešené problematiky

Stávající odborná literatura nabízí několik publikací, jež popisují model vyhodnocující investici při znalosti nejistoty obecně [14] nebo zaměřený na specifický průmysl [15].

Literatura také zmiňuje, že modelování efektu rizik je ve stavebnictví obtížné vzhledem k tomu, jak je těžké objektivně určit pravděpodobnost výskytu rizik. Tato překážka vyplývá ze skutečnosti, že stavební projekty jsou velmi často unikátní jednorázové činnosti [10] a nutí projektové manažery spoléhat na subjektivní pravděpodobnosti, jak uvádí Winch [11]. V praxi to znamená, že v mnoha případech je riziko subjektivně promítnuto do ceny přírůžkou za nepředvídatelné události, tzv. contingency fee.

Analýza pravděpodobnosti rizik má své kořeny už v době, kdy se začal vyvíjet metoda PERT (Program Evaluation and Review Technique) v roce 1950 pro řešení nejistoty v trvání projektu. V USA od té doby začala být rizika vnímána a blíže analyzována, též díky dostupnějšímu výpočetnímu výkonu. V osmdesátých letech se stalo řízení rizik (anglicky Risk Management – RM) součástí projektového řízení a také vědní disciplínou.

Historicky byla pro hodnocení rizik používána metoda Monte-Carlo, jejímž výstupem bylo např. rozložení pravděpodobnosti hodnoty indexu ziskovosti I_R [4] nebo rozptyl hodnoty nákladů nebo trvání projektu. Později byly vyvíjeny samostatné nové metody nebo kombinovány s dodatečnými metodami. Jde například o teorie fuzzy množin, ve které se logické výroky ohodnocují mírou pravdivosti, nebo rozhodovací stromy, jež využívají grafy větvící se struktury pro identifikaci důsledků rozhodnutí včetně jejich pravděpodobnosti, potřebných zdrojů a prospěšnosti. V devadesátých letech byla vyvinuta metoda APH (Analytical Hierarchy Process) a její aplikace byla popsána v literatuře např. na projektu výstavby mostu Jamuna v Bangladéši [5]. Sousednost jednotlivých kroků této metody sestává z:

- ▶ vytvoření skupin potenciálních rizik a identifikace konkrétních rizik:
 - ▶ finanční a ekonomická rizika (vyhodnocena s nejvyšší vahou, jelikož vláda, Bangladéše jako investor nedisponuje velkými finančními prostředky);
 - výběr dodavatele,
 - nedostupnost finančních prostředků,
 - inflace a vývoj cen,
 - ▶ politická rizika;
 - válka, vzpoura,
 - změna legislativy,
 - ▶ vyšší moc;
 - zemětřesení,
 - záplavy,
- ▶ vzájemné porovnání skupin rizik a ohodnocení z pohledu jejich dopadu (finanční a ekonomická rizika vyhodnocena s nejvyšší vahou),
- ▶ určení váhy jednotlivých rizik jako kombinace pravděpodobnosti a váhy skupiny,

- součet vah v daných intervalech pravděpodobnosti výskytu a výsledná rizikovitost projektu.

Metoda AHP získala celosvětové uznání jako silný Multikriteriální nástroj pro rozhodování (MCDM).

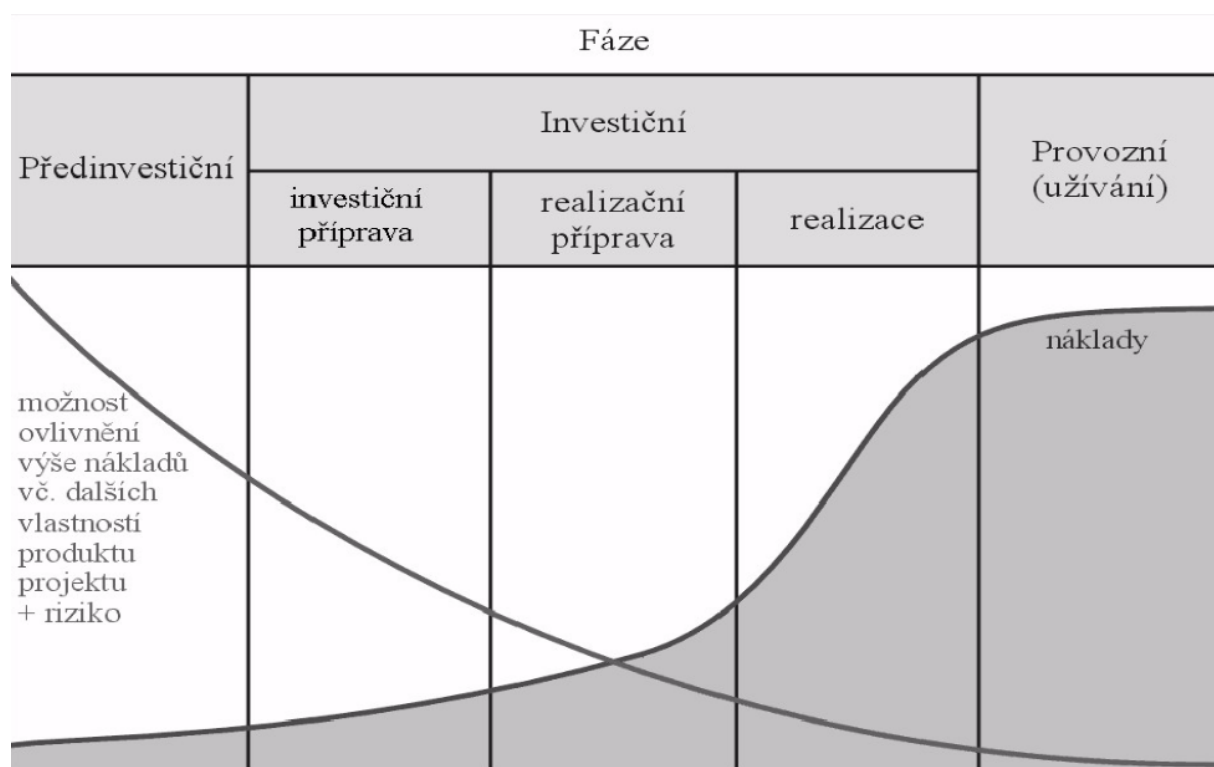
Výstupy jednotlivých metod hodnocení rizik projektu se v zásadě rozlišují na dvě skupiny, a to na kvalitativní ohodnocení – projekt je málo/ středně/ vysoce rizikový, nebo na kvantitativní ohodnocení – pravděpodobnost výše celkových nákladů projektu. Rizika ve stavebnictví mohou být různého druhu. Pomoci může například sestavení registru rizik, jehož česká lokalizace je dostupná například z [16]. Níže jsou uvedené některé realizované projekty, v nichž se riziko významně projevilo [17]:

Mezinárodní letiště Willyho Brandta v Berlíně
V roce 2006 byly předpokládané náklady 2 mld. eur. Po čtyřletém zpoždění tato částka narostla na 4,4 mld. eur. Strany zaznamenaly tisíce drobných chyb a porušení smlouvy a některé z použitých technologií byly tak komplikované, že technici nebyli schopni přijít na to, jak provoz díla zahájit.
Rozšíření Panamského průplavu
V roce 2006 činily předpokládané náklady 5,25 mld. USD. V roce 2013 firma Sacyr Vallehermoso, S.A. prohlásila, že pozastaví práce, pokud Úřad Panamského průplavu nezplatí 1,6 mld. USD dodatečných nákladů. DAB (Rada pro rozhodování sporů) přiznala zhotoviteli 234 mil. USD. Claimy souvisely s jinými vlastnostmi vytěženého čediče, než se předpokládalo. Náklady souvisely s nutnou úpravou zpracovatelských zařízení a s úsilím o zajištění dodávky vhodného čediče.
Velký projekt výstavby tunelu v Bostonu, tzv. Big Dig
V roce 2014 skončil po 15 letech spor mezi objednatelem a sdružením zhotovitelů. Nejvyšší soud uložil objednateli, aby zaplatil zhotoviteli 183 mil. USD včetně úroků z prodlení za claimy, jež vyplynuly ze změn postupů výstavby, které vyvolal objednatel, a za claimy z nepředvídatelných geotechnických podmínek.

3. Teorie

3.1. Výstavbový projekt a jeho fáze

Výstavbový projekt je chápán jako jedinečný, komplexní a konečný proces snažení zrealizovat z investice stavbu fungující jako konzistentní celek. Činnostmi v rámci výstavbového projektu jsou velmi rozsáhlé a zahrnují plánování, organizování, financování, kontrolování a vyhodnocování, jehož základy je možné najít v obecně uznávané metodě PDCA (z anglického Plan, Do, Check, Act) pro zvyšování kvality především ve výrobě. Jednotlivé části projektu jsou ohraničené milníky, definované dílčím cílem a mající různou finanční a časovou náročnost. Úspěch fáze je často podmíněn dosažením úspěchu ve fázi předešlé, jak ukazuje Obrázek 3.1.



Obrázek 3.1: Možnost ovlivnění finanční náročnosti projektu [2]

Výstavbový projekt má následující fáze a podfáze:

- ▶ Předinvestiční fáze
- ▶ Investiční fáze
 - ▶ Investiční příprava
 - ▶ Realizační příprava

- ▶ Realizace stavby
- ▶ Fáze užívání

3.1.1. Předinvestiční fáze

V této fázi dochází k definování účelu projektu a jeho cíle od prvních myšlenek na investici. Těžiště veškeré práce v této fázi je získávání, analyzování a vyhodnocování těchto informací:

- ▶ technických,
- ▶ ekonomických,
- ▶ finančních,
- ▶ ostatních (např. marketingových).

Otázky jako „co“, „proč“, „kde“, „kdy“ a „za kolik“ musí být zodpovězeny, aby mohlo být rozhodnuto, zda projekt bude akceptovatelný a životaschopný, a tedy zda bude realizován nebo ne. K tomu může sloužit např. **Studie příležitostí**, která ve větší podrobnosti analyzuje investiční záměr. U složitých projektů se obvykle zpracovávají dodatečné podrobnější studie, jako např. **Studie proveditelnosti** pro eliminaci rizik neúčelných výdajů. I přesto v této fázi zůstává spousta otázek nezodpovězených. Hlavní činností v této fázi je vyjasnění následujících bodů:

- ▶ cíl výstavbového projektu,
- ▶ strategie postupu v rámci dalších fází,
- ▶ odhad pořizovacích nákladů stavby,
- ▶ způsob financování,
- ▶ výběr lokality a stavebního pozemku,
- ▶ způsob organizace a řízení,
- ▶ zpracování dokumentace:
 - **Studii stavby** zpracovává odborná osoba – často architekt. Jedná se o základní dispoziční řešení, vhodnost a omezení lokality.
 - Na základě **Dokumentace pro územní rozhodnutí** „DUR“, která je většinou zpracována na náklady investora, je povoleno umístění stavby. Investor předkládá žádost o vydání územního rozhodnutí.
- ▶ odhad pořizovacích nákladů – např. propočtem nákladů investora.

Správným stanovením cíle, strategie, organizace, řízení způsobu financování je možné identifikovat a také snížit vybraná rizika výstavbového projektu a tím ovlivnit budoucí náklady celého projektu.

3.1.2. Investiční fáze – etapa investiční a realizační přípravy

Tato etapa navazuje na předchozí etapu zpřesněním architektonického a stavebnětechnického řešení, ekonomické náročnosti, což jinými slovy znamená zpřesnit výši a rozložení nákladů skrze sestavení rozpočtu projektu a vybrat vhodný způsob financování, organizace a řízení projektu. Cílem je také zpracovat projektovou dokumentaci stavby v požadované podrobnosti a milníkem je následně získání stavebního povolení. Na něj navazuje výběr vhodného dodavatele stavby buď tzv. „z ruky“ (přímé uzavření smlouvy s jedním dodavatelem dle preferencí investora), nebo přes výběrové řízení, které je bezpodmínečně nutné u veřejných zakázek [zákonem č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách]. Vztahy mezi investorem a dodavatelem jsou zakotveny ve **Smlouvě o dílo**, která umožní oběma subjektům zahájení realizace stavby s definovanými pravidly, odměnou a také sankcemi. Charakteru projektu by také měl odpovídat dodavatelský systém (DB, DBB, DBO atd.). Hlavní činnosti v této fázi jsou:

- ▶ zpřesnění způsobu organizace a řízení,
- ▶ definice hlavních termínů výstavby,
- ▶ zajištění financování,
- ▶ zpracování dokumentace:
 - **Dokumentace pro stavební povolení** (dále jen „DSP“) se předkládá k žádosti o vydání stavebního povolení. Tato dokumentace je podrobnější než DUR - obsahuje materiálové a technické řešení, základní statické výpočty, souhrnnou zprávu, situaci stavby a případně další materiály.
 - **Dokumentace pro provedení stavby** je opět podrobnější než dokumentace pro stavební povolení. Zahrnuje detailní provedení konstrukcí a stavebních prvků se specifikacemi materiálů a prvků dle vyhlášky č. 499/2006 Sb.
- ▶ rozhodnutí o rozpočtových nákladech stavby,
- ▶ výběr nejvhodnějšího dodavatele stavby,

- V případě výběru dodavatele ve výběrovém řízení se zpracuje **Dokumentace pro zadání stavby**, která obsahuje kritéria pro účast ve výběrovém řízení a zásady pro zpracování nabídky.
 - ▶ uzavření smlouvy o dílo,
 - ▶ zpracování dokumentace,
 - **Realizační dokumentaci** zpracovává dodavatel stavby. Zpracovávají se zde změny, které se vyskytnou v průběhu realizace stavby.

Klíčovým momentem je získání stavebního povolení. Po této události je možné započít etapu realizace, avšak investiční a realizační příprava ještě pokračuje a spolu se tak v investiční fázi překrývají.

3.1.3. Investiční fáze – realizace

Tato etapa začíná předáním staveniště investorem a jeho převzetím dodavatelem a končí uvedením stavby do užívání. Koncovým momentem této fáze je tedy vydání kolaudačního souhlasu stavebním úřadem, případně oznámení o užívání nebo u některých jednoduchých staveb pouze zahájení užívání stavby. Cílem je realizovat stavbu dle uzavřené smlouvy za stanovenou cenu, čas a v požadované jakosti. Dodavatel realizuje stavební práce buď vlastními zdroji, nebo si najímá na některé práce subdodavatele. Hlavní činnosti v této fázi jsou:

- ▶ předání a převzetí staveniště,
- ▶ kontrola kvality a všech podmínek,
- ▶ předání a převzetí stavebního díla,
- ▶ odstranění vad a nedodělků,
- ▶ zpracování dokumentace.

Dokumentaci skutečného provedení stavby zpracuje po dokončení stavby projektant podle nutných změn v realizaci oproti dokumentaci.

V této fázi je již velice těžké ovlivňovat celkové náklady a rizika výstavbového projektu mají nejznatelnější dopady.

3.1.4. Provozní fáze

V této fázi probíhá již vlastní provoz stavby. Výstavbový projekt je ukončen a začíná běžet záruční doba, která byla sjednána ve Smlouvě o dílo. Závěrem fáze je konec životnosti projektu, jenž může spočívat v prodeji majetku vytvořeného investicí, změně předmětu využívání stavby nebo v demolici stavby a využití pozemku k dalším účelům.

3.2. Investice a hodnocení její efektivity

Investice představuje vynaložení zdrojů, nejčastěji peněžních prostředků, tzv. kapitálových výdajů, u nichž se očekává jejich přeměna na budoucí výnosy či peněžní příjmy během delšího časového období. Podstatou hodnocení efektivity investic je porovnání jednorázových (investičních) a průběžných (provozních) nákladů s výnosy, které investice přináší po období životnosti investičního majetku, v případě výstavbového projektu – stavby.

Základním hlediskem dělení metod hodnocení je zahrnutí faktoru času na hodnotu peněz. Na základě toho, rozlišujeme [12]:

- ▶ statické metody,
- ▶ dynamické metody.

3.2.1. Statické metody

Tyto metody zcela opomíjejí nebo značně omezují faktor rizika a času a je tedy možno je aplikovat na případy, kdy faktor času nemá podstatný vliv na výsledek, např. v případě jednorázového nákupu investičního majetku s krátkou dobou použití tohoto majetku a při nízké diskontní sazbě. Mezi statické metody patří zejména:

- ▶ Metoda průměrného ročního cash-flow

Metoda porovnává průměrné roční cash-flow srovnatelných variant investičních projektů. Varianta s nejvyšší průměrnou roční cash-flow je považována za nejvhodnější.

- ▶ Průměrná doba návratnosti

Doba návratnosti, nebo také doba úhrady, vyjadřuje čas provozu, za který se vložené prostředky zaplatí efektem z provozu.

Projekt (varianta) je tím příznivější, čím je doba návratnosti kratší. Zjištěná doba návratnosti se dále srovnává s průměrně dosahovanou dobou v daném odvětví nebo oboru. Ve stavebnictví, jakožto v oboru náročném na hmotný majetek, je běžné, že doba návratnosti dosahuje řádově desítek let, zatímco v jiných oborech by taková doba návratnosti nebyla přijatelná.

Předností ukazatele doby návratnosti je názornost, srozumitelnost a jednoduchost výpočtu. Nedostatkem je zejména:

- ▶ nezapočítání výnosů po době návratnosti,
- ▶ nerespektování faktoru času.

Kritérium doby návratnosti je vhodné u investic s krátkou dobou životnosti, kde faktor času nemá takový dopad, nebo jako doplňující hledisko při hodnocení efektivnosti.

- ▶ Průměrná procentní výnosnost a další

Průměrná výnosnost vyjadřuje, kolik procent investovaného kapitálu se ročně průměrně vrátí.

Pro podnik je základním požadavkem, aby vypočtená průměrná rentabilita projektu dosahovala alespoň hodnoty dosavadní rentability podniku jako celku.

3.2.2. Dynamické metody

Tyto metody přihlížejí k působení faktoru času diskontováním vstupních parametrů výpočtu. Diskontování je reprezentováno diskontní mírou i , ve které je mimo požadované míry výnosnosti investice zohledněno působení času i rizika. Nejrozšířenějšími dynamickými metodami jsou:

- ▶ Čistá současná hodnota

Jak již bylo zmíněno v Úvodu, v rámci této práce byl zpracován nástroj, který využívá tuto metodu hodnocení efektivity investice, a proto je popisu věnováno více prostoru.

Základem výpočtu **čisté současné hodnoty** (anglicky Net present value, dále jen „NPV“) je vyjádření rozdílu mezi součtem diskontovaných peněžních příjmů z investice za dobu životnosti projektu a kapitálovým výdajem na pořízení investice.

Tento vztah vyjadřuje vzorec:

$$NPV = \sum_1^N \frac{R_a}{(1+i)^a} - C \quad (1)$$

kde:

C – kapitálový výdaj

N – doba životnosti

R_a – výnos v roce a

a – pořadí roku, v němž dochází k výnosu

i – diskontní sazba

Peněžní příjmy v každém roce životnosti se vypočtou pomocí peněžních toků (cash flow), které jsou získány zjednodušeně jako rozdíl kumulovaných výnosů a nákladů.

Diskontní sazba reprezentuje požadovanou míru výnosnosti. Více informací, jak určit hodnotu diskontní sazby je uvedeno v samostatné kapitole 3.3 Stanovení výše diskontní sazby.

Čistá současná hodnota se počítá obvykle k okamžiku zahájení provozu nové investice. V tom případě je vhodné víceleté kapitálové výdaje úrokovat k tomuto okamžiku – vypočítat jejich budoucí hodnotu, a výnosy z provozu diskontovat. Je také ovšem možné čistou současnou hodnotu počítat k okamžiku zahájení výstavby, a tedy diskontovat jak výdaje, tak výnosy.

Možnosti vypočtené hodnoty NPV představují následující scénáře:

- ▶ $NPV > 0$ - diskontované peněžní příjmy převyšují kapitálový výdaj a projekt je přijatelný, protože zaručuje požadovaný zisk. Hodnota NPV udává, jaká je přidaná hodnota projektu.
- ▶ $NPV < 0$ - kapitálový výdaj převyšuje diskontované peněžní příjmy, projekt nezajišťuje požadovanou míru výnosu.
- ▶ $NPV = 0$ - kapitálové výdaje se rovnají diskontovaným příjmům, projekt zajišťuje požadovanou míru výnosu, ale nepřináší prostředky navíc.

Hlavní předností metody čisté současné hodnoty je respektování časové hodnoty peněz a zahrnutí rizika (oboje přes diskontní sazbu) a možnost hodnocení efektivnosti během celé doby životnosti.

► Vnitřní výnosové procento

Tato metoda vychází ze stejného principu jako NPV s tím rozdílem, že diskontní sazba není parametrem, ale vypočítávanou veličinou.

Vnitřní výnosové procento (angl. internal rate of return - IRR) je diskontní sazba, při které se současná hodnota peněžních příjmů z investice rovná kapitálovým výdajům. Jinými slovy je to taková diskontní sazba, při které je NPV rovna nule.

Tento vztah vyjadřuje vzorec:

$$\sum_{1}^N \frac{R_a}{(1 + IRR)^a} - C = 0 \quad (2)$$

kde:

IRR – vnitřní výnosové procento

C – kapitálový výdaj

N – doba životnosti

R_a – výnos v roce *a*

a – pořadí roku, v němž dochází k výnosu

Čistá současná hodnota vyjadřuje celkové množství výnosů. Vnitřní výnosové procento vyjadřuje poměr diskontovaných výnosů ke kapitálovým výdajům.

Výnosové procento udává, o kolik procent narůstá v průměru hodnota investované částky za celé období trvání (provozu) projektu. Podle kritéria IRR jsou výhodné ty projekty, u kterých je IRR vyšší než požadovaná míra výnosnosti investic.

Technika výpočtu je složitější, protože neznámou IRR nelze jednoduše vyjádřit z dané rovnice a je nutno postupovat iterací.

Při hodnocení různých variant je logicky považována za výhodnější ta, která vykazuje vyšší IRR. Kritérium IRR se nicméně v praxi často používá samostatně nebo souběžně s hodnotou NPV, jelikož představuje relativní výnosnost oproti absolutním výnosům dle NPV.

► Index ziskovosti

Výpočet indexu ziskovosti vychází ze stejných principů jako čistá současná hodnota, tj. z výpočtu diskontovaných peněžních příjmů. Na rozdíl od NPV však nejde o rozdílové kritérium (rozdíl mezi souhrnem peněžních příjmů a kapitálového výdaje), ale o podílové kritérium - podíl peněžních příjmů a kapitálového výdaje. Základní vzorec má tvar:

$$I_R = \frac{1}{C} \sum_1^N \frac{R_a}{(1+i)^a} \quad (3)$$

kde:

C – kapitálový výdaj

N – doba životnosti

R_a – výnos v roce a

a – pořadí roku, v němž dochází k výnosu

i – diskontní sazba

Index rentability ukazuje, kolikrát se vložený kapitál za dobu provozu zhodnotí, a vede ke stejným závěrům jako metoda NPV. Případ, kdy index ziskovosti $I_R < 1$, je stejný s případem záporné hodnoty NPV - souhrn diskontovaných peněžních příjmů je menší než kapitálový výdaj. Analogie platí i pro ostatní případy.

3.3. Stanovení výše diskontní sazby

Použitá hodnota diskontní sazby často zásadně ovlivňuje výslednou hodnotu projektu. Smyslem stanovení diskontní sazby je nastavit parametr, který do přepočtu finančních prostředků zahrne časové hledisko hodnoty peněz (vliv inflace), ušlou příležitost investora a riziko investice.

Existují dva základní přístupy stanovení diskontní sazby:

- ▶ stanovení jako požadované výnosnosti projektu,
- ▶ odvození z nákladů na kapitál, který je použit na financování projektu.

Požadovanou výnosnost projektu je možné odvodit z výnosnosti investic do jiných projektů. Výnosnost pak zahrnuje základní sazbu, míru inflace a rizikovou přírážku. Základní bezriziková sazba se často stanovuje podle výnosnosti tzv. bezrizikových investic, např. nákup státních dluhopisů. Míru inflace je vhodné zvolit např. jako očekávanou budoucí průměrnou hodnotu. Riziková přírážka se stanovuje podle odvětví podnikání a charakteru projektu. Pokud se investorská činnost dlouhodobě týká stejného předmětu, zjednodušeně je možné tvrdit, že diskontní sazba se blíží hodnotě investorova ukazatele ROE (Return of equity).

Pro stanovení diskontní sazby určené z nákladů kapitálu, neboli také vážený průměr nákladů kapitálu (anglicky Weighted Average Cost of Capital - WACC), je nutné znát úrokovou míru placenou z cizího kapitálu, sazbu daně z příjmu, úročený cizí kapitál, vlastní kapitál, celkový zpoplatněný kapitál a požadovanou procentní výnosnost vlastního kapitálu. Výpočet je následující:

$$WACC = R_d(1-t)D + R_eE \quad (4)$$

kde:

- R_d – požadovaná výnosnost cizích zdrojů (obligace, úvěry atd.)
- R_e – požadovaná výnosnost vlastního kapitálu (výnosnost akcií)
- E – objem vlastního kapitálu (equity)
- D – objem cizího kapitálu (debt)
- V – celkový objem používaného kapitálu
- t – míra daně z příjmů

3.4. Deterministický/stochastický přístup

Deterministický přístup k řešení představuje zjednodušení reality definovaných parametry, které mají jednu hodnotu. Během několika měření jedné veličiny je např. vypočítán průměr a ten je brán jako reprezentativní hodnota skutečnosti. Deterministické modely, které pracují se vstupy ve výše uvedené podobě, jsou zjednodušené, ale často postačují k prvotnímu řešení nebo řešení jednoduchých problémů.

Stochastický přístup je typický snahou reprezentovat skutečnost hodnotami s určitým rozdělením pravděpodobnosti. Řešení stochastických úloh není tak jednoduché jako řešení deterministických úloh. V některých případech není možné úlohu řešit analyticky nebo je to velice obtížné a je tak třeba zvolit jiné metody výpočtu – např. metodu Monte Carlo, které se věnuje kapitola 4.2 Monte Carlo.

4. Metody používané nástrojem

V rámci práce byl zpracován nástroj jako soubor aplikace Microsoft Excel (verze 2013) hodnotící efektivnost investic středních a velkých výstavbových projektů. Nástroj

vyhodnocuje investici metodou čisté současné hodnoty modifikovanou stochastickým přístupem ke vstupním datům.

4.1.Čistá současná hodnota

Tato metoda je blíže popsána v kapitole 3.2.2 Dynamické metody.

4.2.Monte Carlo

Stochastický přístup je zajištěn modelem, který pracuje na bázi metody Monte Carlo, která je typická výpočtem výsledku pomocí velkého množství opakování výpočtu. Tato metoda spočívá ve vícenásobné simulaci – generování hodnot statisticky definovaných veličin a vypočítávání dílčích výsledků, dokud se statistické charakteristiky výsledného souboru dat významně nemění. Soubor dílčích výsledků je na konci simulace zpracován do jednoho, často opět statisticky popsaného výsledku. Opakování výpočtu pro potřeby tohoto nástroje probíhá dle vnitřního nastavení 5 000 krát pro každé diskontované období (rok).

Z tohoto důvodu bylo zvoleno naprogramování výše uvedených metod v jazyce Visual Basic for Applications (VBA), který je standardně implementován v prostředí MS Excel, jelikož autor předpokládá, že výpočty touto cestou probíhají rychleji. Zároveň je také redukována velikost souboru, jelikož několik řádků kódu představující základní vzorec výpočtu a příkaz k opakování tohoto výpočtu zastupuje nutnost mít systém výpočtu zanesený ve velkém množství buněk.

Ze stochastického charakteru modelu pro uživatele plyne nutnost zadávat statistické údaje o počátečních investičních nákladech, provozních nákladech a výnosech. Pouze životnost projektu, je zadávaná do nástroje jako jediná nenáhodná veličina.

4.3.Typy rozdělení pravděpodobnosti

V nástroji je možné definovat typ rozložení pravděpodobnosti vstupních veličin, a to normální rozdělení nebo beta rozdělení. Důvodem volby těchto typů rozdělení je skutečnost, že normálnímu rozdělení odpovídá mnoho náhodných fyzikálních, technických a environmentálních veličin a beta rozdělení velice dobře popisuje například pravděpodobnost časové dotace v systémech projektového řízení a kontrolních systémech ve stavebnictví [12]. Možností je také nastavit veličinu jako nenáhodnou, bez rozdělení pravděpodobnosti.

Rozdělení pravděpodobnosti se obecně určuje prostřednictvím funkce, která je označována jako hustota pravděpodobnosti f a vyjadřuje pravděpodobnost, že náhodná veličina X nabude hodnoty x .

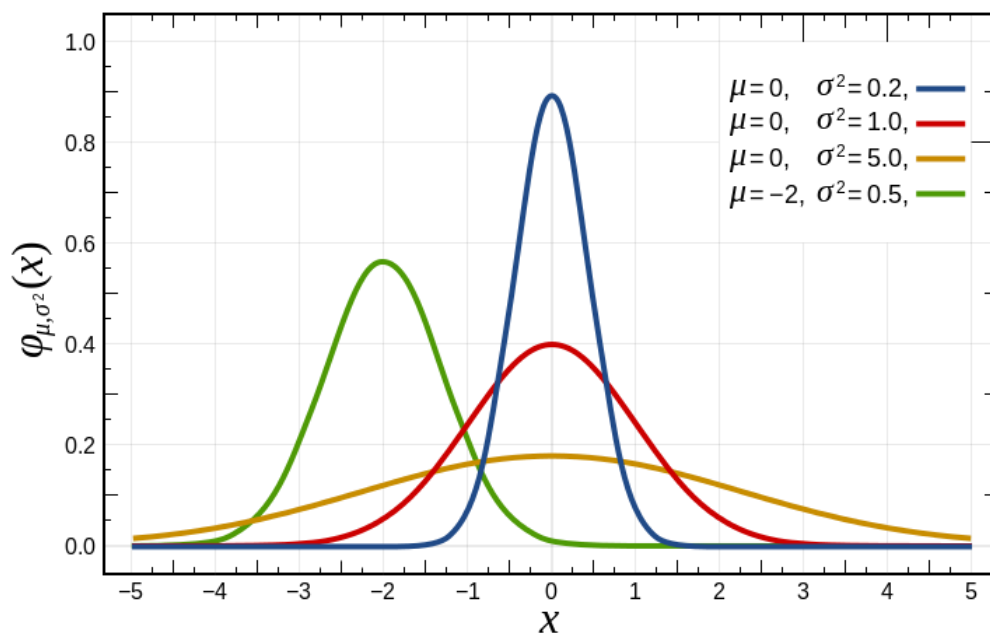
Hodnota distribuční funkce $F(x)$ náhodné veličiny X představuje pravděpodobnost, že náhodná hodnota této veličiny nepřekročí x . Distribuční funkce je obecně integrálem hustoty pravděpodobnosti.

4.3.1. Normální rozdělení

Normální neboli Gaussovo rozdělení pravděpodobnosti je základní rozdělení pravděpodobnosti spojité náhodné veličiny. Normální rozdělení má zcela zásadní význam v teorii pravděpodobnosti a matematické statistice a odpovídá mu mnoho náhodných fyzikálních, technických a environmentálních veličin. Rovněž mnohé náhodné veličiny v obchodě a ekonomii se řídí tímto rozdělením nebo jejich rozdělení jím může být velmi dobře aproximováno.

Normální rozdělení má rozdělení symetrické kolem střední hodnoty μ , která má nejvyšší hustotu pravděpodobnosti. Hustota pravděpodobnosti má zvonovitý tvar. Rozsah nejpravděpodobnějšího výskytu hodnot je definována rozptylem σ^2 , případně směrodatnou odchylkou σ . Normální rozdělení je jednoznačně určeno střední hodnotou a rozptylem nebo směrodatnou odchylkou. Dále od střední hodnoty oběma směry se hustota pravděpodobnosti limitně blíží nule. Náhodná veličina X řídící normálním rozdělením s parametry μ a σ se zapisuje $X \sim N(\mu, \sigma)$.

Velký význam spočívá především v tom, že za určitých podmínek dobře aproximuje řadu jiných (i diskrétních) pravděpodobnostních rozdělení. Při řešení pravděpodobnostních úloh se často předpokládá, že sledovaná náhodná veličina má normální rozdělení, ačkoliv její skutečné rozdělení má jen podobný tvar, tzn. je jednovrcholové a přibližně symetrické. Přibližně 68 % všech hodnot normálního rozdělení se nachází v intervalu $\mu - \delta$ až $\mu + \delta$ a přibližně 96 % hodnot se nachází v intervalu $\mu - 2\sigma$ až $\mu + 2\sigma$.



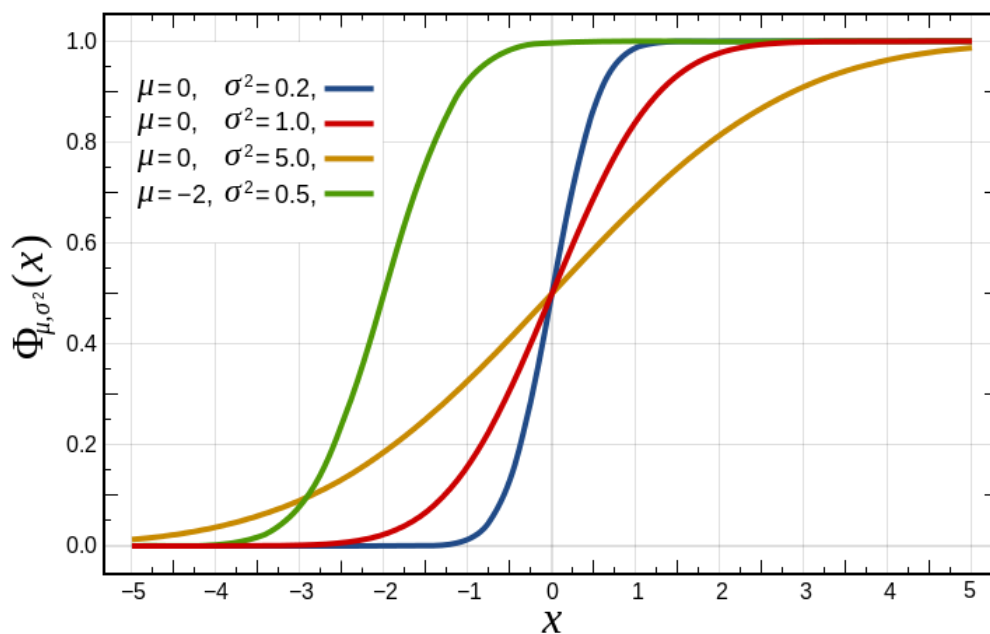
Obrázek 4.1: Hustota pravděpodobnosti normálního rozdělení [7, pouze grafika]

Předpis rovnice hustoty pravděpodobnosti vypadá následovně:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

kde:

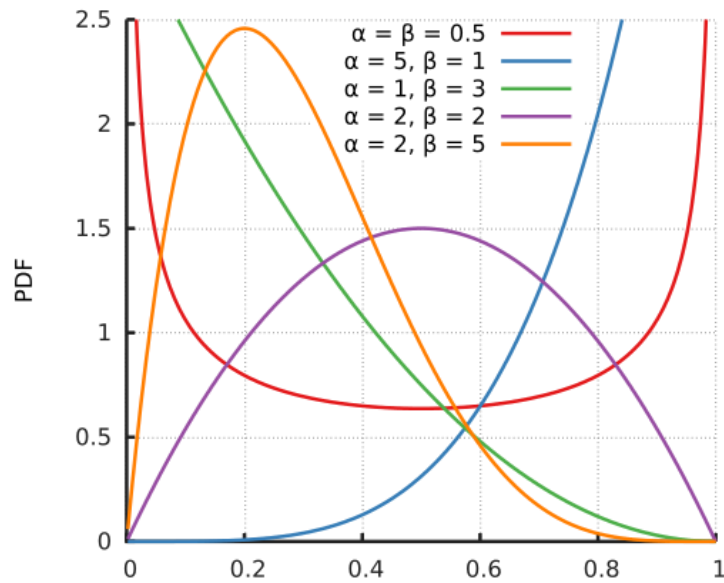
- x – hodnota náhodné veličiny
- σ – směrodatná odchylka
- μ – střední hodnota



Obrázek 4.2: Distribuční funkce normálního rozdělení [7, pouze grafika]

4.4. Beta rozdělení

Beta rozdělení je spojité rozdělení pravděpodobnosti definované na intervalu $[\alpha, b]$ parametry α a β , které ovlivňují tvar rozdělení. Náhodná veličina X řídící beta rozdělením s parametry α a β se zapisuje $X \sim B(\alpha, \beta)$. Beta rozdělení je využíváno pro popis pravděpodobné časové dotace v systémech projektového řízení a kontrolních systémech. Stochastickou povahu činností používá k řízení složitých akcí např. metoda PERT. Zde se doba trvání každé činnosti chápe jako náhodná proměnná. Empiricky bylo zjištěno, že v praxi toto nejlépe vystihuje právě beta rozdělení, které lépe vystihuje proměnlivost provozních podmínek [12].



Obrázek 4.3: Hustota pravděpodobnosti beta rozdělení [13, pouze grafika]

Předpis rovnice hustoty pravděpodobnosti vypadá následovně:

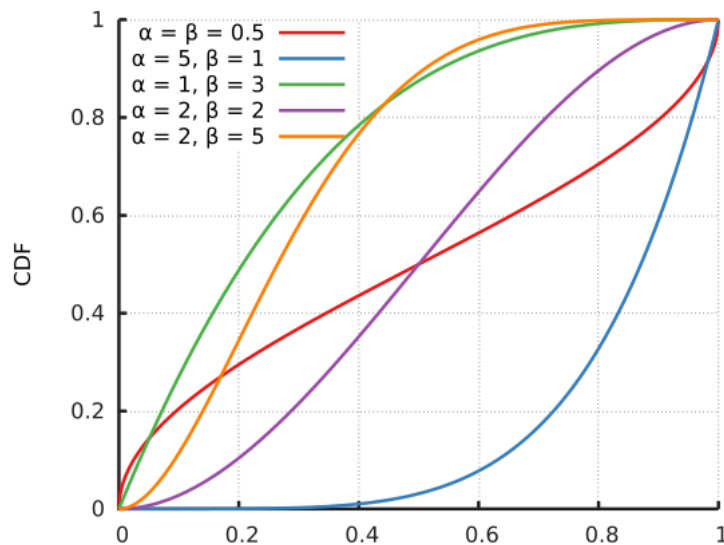
$$f(x) = \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)} \quad (5)$$

kde:

x – hodnota náhodné veličiny

α, β – parametry beta rozdělení

$B(\alpha, \beta)$ – Eulerova funkce Beta



Obrázek 4.4: Distribuční funkce beta rozdělení [13, pouze grafika]

5. Popis nástroje

Podle dřívějšího popisu (uvedeného v kapitole 1. Úvod) uživatel do nástroje zadává parametry popisující finanční charakteristiku projektu:

- ▶ diskontní míru,
- ▶ pravděpodobnostní rozložení nákladů investice a jeho parametry,
- ▶ pravděpodobnostní rozložení ročních provozních nákladů a jeho parametry,
- ▶ dobu v letech, po kterou projekt bude vyžadovat provozní náklady,
- ▶ typ meziročního přírůstku provozních nákladů a jeho velikost volbou
 - ▶ žádný (v čase konstantní),
 - ▶ konstantní,
 - ▶ procentní,
- ▶ pravděpodobnostní rozložení ročních výnosů a jeho parametry,
- ▶ dobu v letech, po kterou projekt bude přinášet výnosy,
- ▶ typ meziročního přírůstku výnosů a jeho velikost volbou
 - ▶ žádný,
 - ▶ konstantní,
 - ▶ procentní.

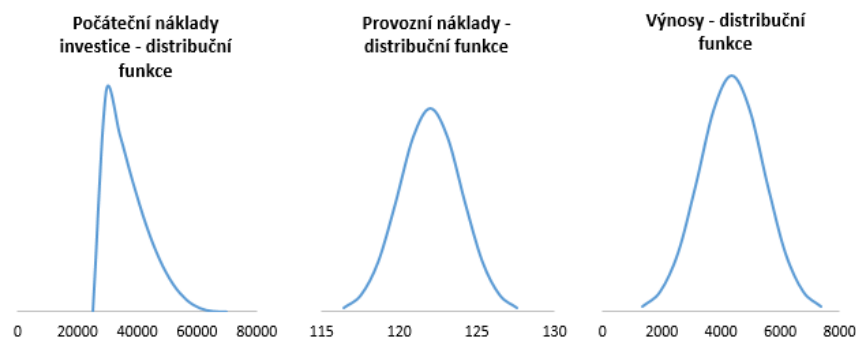
Obrázek 5.1 znázorňuje část nástroje, která slouží těmto účelům.

Parametry				
Diskontní míra		7%		
Pro modelování počátečních nákladů investice				
Pravděpodobnostní rozložení	Beta			
	Alfa	1,2	Min.	25 000
	Beta	4,0	Max.	70 000
Pro modelování provozních nákladů				
Pravděpodobnostní rozložení	Žádné			
	Typ	Procentní přírůstek	3 %	
	Počet let	30		
	Průměrný počáteční náklad	122,0	[tis. Kč]	
Pro modelování výnosů investice				
Pravděpodobnostní rozložení	Normální			
	Typ	Procentní přírůstek	1,0 %	
	Počet let	30		
	Průměrný počáteční výnos	4350,0	[tis. Kč]	
	Směrodatná odchylka	1080,0	[tis. Kč]	
ŽLUTÉ BUŇKY VYPLNIT				

Vypočti

Obrázek 5.1: Oblast pro zadávání vstupních údajů

Pro názornost se vpravo od této oblasti nacházejí grafy zobrazující zadaná data (Obrázek 5.2).



Obrázek 5.2: Grafika zadaných vstupních dat

Po zadání vstupních údajů je možné spustit výpočet kliknutím na tlačítko „Vypočítí“. Systém algoritmů (maker) je napsán tak, že každé naprogramované makro vypočítá příslušný statistický soubor pro investiční náklady, kumulované diskontované výnosy a kumulované diskontované náklady. Pro výnosy je během kumulování každý dílčí roční výnos náhodně generován z uživatelem definovaného rozdělení pravděpodobnosti pomocí funkcí sešitu Excel (worksheet function) – např. `Application.WorksheetFunction.BetaInv` pro beta rozdělení nebo `Application.WorksheetFunction.NormInv` pro normální rozdělení, a následně diskontován. Analogicky je tomu i v případě provozních nákladů. Pro výpočet výsledné NPV jsou sečteny prvky se stejným pořadovým číslem v souboru investičních nákladů, kumulovaných diskontovaných provozních nákladů a kumulovaných diskontovaných výnosů.

Na závěr makro vypočítá definované percentily z výsledného souboru hodnot NPV, souboru hodnot součtu investičních a provozních nákladů a souboru hodnot výnosů. Percentily efektivně popisují velký soubor dat, a to tak, že vyjadřují hodnotu, pro kterou platí, že x % hodnot v souboru je nižších než hodnota percentilu. Makro vrátí 1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% a 99% percentily.

Percentily NPV jakožto výsledek jsou zapsány na list sešitu aplikace Excel a graficky znázorněny v dolní části.

Celý kód výpočtu je možné otevřít v nástroji, který se nachází v Příloze 1. Pro případy, kdy by nástroj měl být dále rozšířen či doplněn, jsou proměnné a komentáře psány co nejsrozumitelněji a v anglickém jazyce.

6. Případové studie

Pro ověření platnosti výsledků je třeba získat představu propočtem reálných situací (dat). Nástroj byl tak následně použit na dvě případové studie představující stav, kdy investor staví rodinné resp. bytové domy ve Středočeském kraji a ty následně pronajímá. Tabulka 6.1 zobrazuje způsob získání dat, jejich hodnoty a výpočet parametrů. Bližší popis tabulky následuje.

Tabulka 6.1: Tabulka dat k případovým studiím

		Případové studie	
		Bytové domy	Rodinné domy
Investiční náklady	Zdroj	KROS+: RUSO 803.5 - Domy bytové netytové	KROS+: RUSO 803.6 Domky rodinné jednobytové 803.7 Domky rodinné dvoubytové
	Počet dat	22 záznamů	21 záznamů
	Výsledek	<p>Počáteční náklady investice - distribuční funkce</p> <p>[tis. Kč/typový BD]</p>	<p>Počáteční náklady investice - distribuční funkce</p> <p>[tis. Kč/typový RD]</p>
Provozní náklady	Výsledek	zjednodušeně 10% průměrných investičních nákladů za celou dobu životnosti	
		122,0 tis. Kč/rok.typový BD	11,1 tis. Kč/rok.typový RD
Výnosy	Zdroj	https://www.bezrealitky.cz/ Nabídka pronájem - Byt - Středočeský kraj	https://www.bezrealitky.cz/ Nabídka pronájem - Dům - Středočeský kraj
	Počet dat	37 záznamů	29 záznamů
	Výsledek	průměr: 4 349 tis. Kč/rok.typový BD směrodatná odchylka: 1 079 tis. Kč/rok.typový BD	průměr: 290 tis. Kč/rok.typový RD směrodatná odchylka: 101 tis. Kč/rok.typový RD
Životnost		zjednodušeně 30 let	
Diskontní míra	Zdroj	Inflace -indexy spotřebitelských cen pro kategorii Bydlení, ČSÚ Základní sazba- ČNB, Výnos koše státních dlouhodobých dluhopisů Riziková přírážka - 2%	
	Výsledek	inflace (10letý \emptyset) + zákl. sazba (10letý \emptyset) + riziková přírážka = 3,81 + 3,22 + 2,0 \approx 9,0 % inflace (5letý \emptyset) + zákl. sazba (5letý \emptyset) + riziková přírážka = 1,83 + 2,44 + 2,0 \approx 5,3 %	

Soubor dat pro získání statistiky o investičních nákladech na stavbu byl získán komerčním programem KROS+, který byl bezplatně poskytnut výhradně k účelům této práce společností ÚRS Praha. V něm obsažená databáze rozpočtových ukazatelů stavebních

objektů (RUSO) obsahuje technické parametry a celkové náklady již zrealizovaných staveb – základní i vedlejší rozpočtové náklady. Pro případovou studii týkající se rodinných domů bylo využito celkem 21 záznamů o zrealizovaných stavbách spadajících do skupin 803.6 a 803.7 dle JKSO (Domky rodinné jednobytové, resp. dvoubytové). U rodinných domů bylo použito 22 záznamů o zrealizovaných stavbách spadajících do skupin 803.5 (Bytové domy netypové). Vytvořené histogramy investičních nákladů pro obě studie byly nejlépe aproximovány beta rozdělením. Celkové náklady každé stavby byly přepočteny na 1 m³ obestavěné plochy. Skutečnost, že náklady se týkají staveb podobného charakteru, umožňuje vytvořit reprezentativní statistiku o nákladech staveb dané kategorie. Statistika celkových investičních nákladů pak byla přepočítána na modelový objekt rodinného a bytového domu o 640 m³, resp. 6 400 m³ obestavěného prostoru.

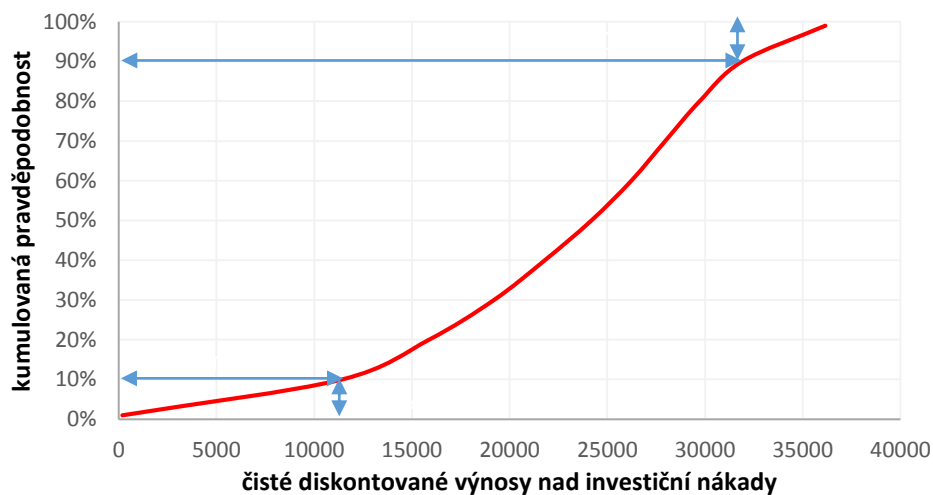
Celkové provozní náklady byly určeny zjednodušeně jako 10 % průměrných investičních nákladů a roční provozní náklady pak jako příslušný podíl jednoho roku k životnosti. Provozní náklady v obou případech dle nastavení rostou o 3,0 %, což bylo stanoveno jako průměr intervalu 5leté a 10leté inflace cen v kategorii pro bydlení [18].

Statistika výnosů pocházela z webové inzerce, která uvádí informace o celkovém nájmu pronajímaného objektu a jeho užitné ploše. Výnos byl spočítán na 1 m² užitné plochy. Vytvořené histogramy výnosů pro obě studie byly nejlépe aproximovány normálním rozdělením. Celkové roční výnosy pak byly přepočítány na modelový objekt rodinného a bytového domu o 140 m², resp. 1 700 m² užitné plochy. Meziroční růst výnosů byl stanoven na 1,0 %.

Životnost stavby byla zjednodušeně stanovena na 30 let pro oba typy staveb. Diskontní míra byla pro oba případy stanovena na 7 %, což odpovídá přibližně intervalu pro výslednou diskontní míru vypočtenou jako součet vlivu inflace, základní sazby a rizikové přírážky. Interval vznikl vypočítáním průměrných hodnot za posledních 5 a 10 let, jelikož vývoj ekonomické situace se v tomto období značně mění.

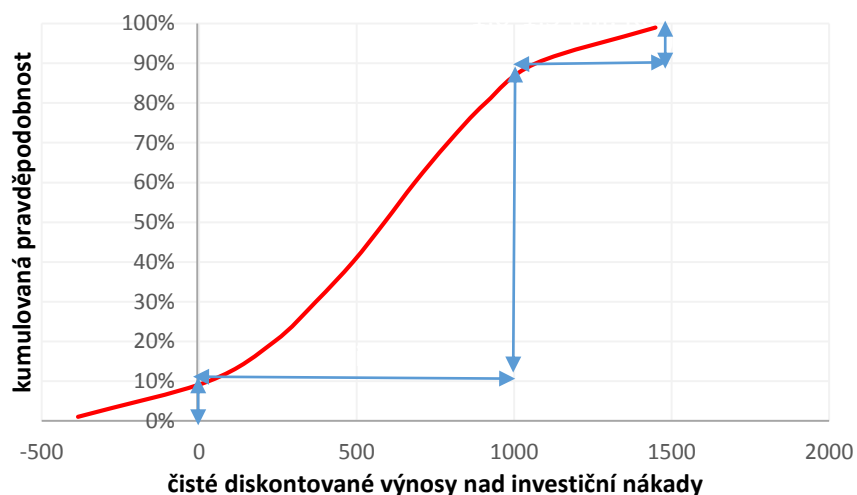
Výsledky pro případové studie zobrazuje Obrázek 6.1, resp. Obrázek 6.2 pomocí kumulované distribuční funkce. Pro případ bytových domů je evidentní, že v zadaných podmínkách existuje teoreticky nulová pravděpodobnost, že projekt nebude mít ekonomický přínos pro investora. Tuto informaci je třeba brát s rezervou, jelikož vstupní data neobsahují například stavby, které byly neúspěšné už v investiční fázi a nebyly nikdy dokončeny. Existuje 10% šance, že kumulované diskontované výnosy výstavbového projektu nepřekročí investiční

náklady o více než 12 mil. Kč a zároveň stejná šance, že kumulované diskontované výnosy překročí investiční náklady o více než 32 mil. Kč.



Obrázek 6.1: Pravděpodobnost výše čistých diskontovaných výnosů nad investiční náklad pro případovou studii bytových domů [19]

V případě výstavby rodinných domů za účelem jejich pronajímání je za stanovených ekonomických podmínek reálná šance (cca 10%), že výstavbový projekt bude pro investora ztrátový. Pravděpodobnost, že investor na projektu zrealizuje čistý diskontovaný výnos, který nebude vyšší než cca 1 mil. Kč, je nástrojem vyhodnocen přibližně na 80%. Zbýlých 10 % představuje projekty, které by za svou životnost přinášely čistý diskontovaný výnos v rozmezí 1 až 1,5 mil. Kč.



Obrázek 6.2: Pravděpodobnost výše čistých diskontovaných výnosů nad investiční náklad pro případovou studii rodinných domů [19]

V případě studie týkající se výstavby modelových bytových domů, u kterého byl spočítán průměrný investiční náklad na 36,5 mil. Kč, byl za dobu životnosti generován průměrný zisk (jako 50% percentil kumulovaných diskontovaných výnosů nad náklady) ve výši okolo 24 mil. Kč. U rodinných domů je průměrný investiční náklad 3,4 mil. Kč a průměrný čistý zisk okolo 0,6 mil. Kč. Index rentability je z evidentně vyšší pro bytové domy, nicméně podmínkou tohoto druhu výstavbového projektu je dostatečné množství kapitálu. Investor tak může zvolit méně výnosné podnikání v poměru k potřebnému kapitálu – výstavbu a pronájem rodinných domů, avšak tento druh výstavbových projektů v sobě nese reálné riziko, že projekt bude ztrátový.

7. Závěr

V úvodu práce (kapitola 1. Uvod) byly stanoveny tyto pracovní cíle:

- ▶ analyzovat současný stav řešené problematiky, (viz kapitola 2)
- ▶ rozumět výstavbovému projektu a jeho fázím, (viz kapitola 3.1)
- ▶ rozpoznat všechny vstupní údaje pro investiční rozhodování v oblasti výstavbových projektů, (viz kapitola 3.2)
- ▶ vytvořit stochastický nástroj pro manažerské rozhodování v oblasti investičních výstavbových projektů, (viz kapitola 4 a 5)
- ▶ využít nástroj pro modelové případové studie. (viz kapitola 6)

Pro analýzu současného stavu stochastického vyhodnocování efektivnosti investic do středních a velkých výstavbových projektů byla provedena rešerše odborné literatury. Bylo zjištěno, že stochastické vyhodnocování investic je běžné u některých průmyslových oborů (např. petrochemický, viz kapitola 1. Uvod), ale ve stavebnictví je tento přístup limitován charakterem projektů, které jsou většinou unikátní a jejich rizika jsou těžko kvantifikovatelná pomocí pravděpodobnosti navýšení nákladů.

Teorie výstavbových projektů je dnes kvalitně a v dostatečném rozsahu zpracována, včetně popisu všech skutečností ovlivňujících výstavbový projekt. Zejména obor řízení rizik má do budoucna velký potenciál pro rozvoj.

Stochastický nástroj pro manažerské rozhodování v oblasti investičních výstavbových projektů, který tvořil těžiště práce, byl zpracován ve stanoveném rozsahu. Výhodou nástroje je beze sporu fakt, že oproti stávajícím zjednodušeným deterministickým přístupům přináší uživateli možnost lépe modelovat výsledek výstavbového projektu. Nástroj umožňuje zpracování výsledku ve formě intervalu celkových diskontovaných výnosů nad celkové náklady s přiřazenou pravděpodobností. V rámci zpracovávání však bylo zaznamenáno několik oblastí pro zlepšení. Zejména je model náročný na zpracování vstupních údajů, pro které je nutné větší množství dat nebo dobrý expertní odhad. Uživatelská podpora je v tomto směru vítána. Návodem však může být způsob, jimiž byla data obstarána pro zpracované případové studie.

Na modelových případových studiích byla názorně představena práce s nástrojem, včetně způsobu zpracování a zadání vstupních dat a prezentace jeho výsledků. V případě studie týkající se výstavby modelových bytových domů, u kterého byl spočítán průměrný

investiční náklad na 36,5 mil. Kč, byl za dobu životnosti generován průměrný zisk (jako 50% percentil kumulovaných diskontovaných výnosů nad náklady) ve výši okolo 24 mil. Kč. U rodinných domů je průměrný investiční náklad 3,4 mil. Kč a čistý diskontovaný výnos okolo 0,6 mil. Kč. Bohužel výsledky teoretické studie se nepodařilo porovnat se skutečnými daty komerčních výstavbových projektů podobného charakteru, kterými disponují např. developerské firmy. Výsledné částky průměrných zisků jsou však v reálných mezích. Samotnou statistiku – pravděpodobnost výše zisku, se také nepodařilo ověřit na datech skutečných projektů, ale samotný model funguje v zásadě na jednoduché bázi výběru náhodných hodnot z pravděpodobnostních rozložení a přesnost výsledku tak závisí pouze na přesnosti zadaných dat. Způsob výpočtu vnáší do výsledků modelu dle názoru autora minimální nepřesnost.

8. Zdroje

- [1] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (2016). *Stavebnictví - prosinec 2015*. Český statistický úřad [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/stavebnictvi-prosinec-2015>
- [2] PROSTĚJOVSKÁ Z. et al. (2008) . *Management výstavbových projektů*, vydavatel ČVUT v Praze.
- [3] KVARTÁLNÍ ANALÝZA ČESKÉHO STAVEBNICTVÍ Q1/2016 [online]. (2016).[cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://ceec.eu/research/?iResearchId=120&do=downloadResearch>
- [4] HERTZ, D. B. (1964). Risk Analysis in Capital Investment. Harvard Business Review, vol.
- [5] MUSTAFA, M. A.; J. F. AL-BAHAR a J. F., *Project risk assessment using the analytic hierarchy process*. IEEE Transactions on Engineering Management. 1991, 1991(38), 46 - 52. DOI: doi:10.1016/j.jsr.2013.05.003. ISSN 0018-9391.
- [5] TOMÁNKOVÁ, J., ČÁPOVÁ, D. (2012). *Řízení projektů ve výstavbě*, vydavatel ČVUT v Praze
- [5] Zákon 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- [6] Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb [8] Zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník Zákon č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách
- [7] WIKIPEDIA, *Normální rozdělení*. [cit. 2016-05-05]. Grafika dostupná z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8c/Standard_deviation_diagram.svg
- [8] LATHAM, M. (1994). Constructing the team: final report: joint review of procurement and contractual arrangements in the United Kingdom construction industry. London: HMSO. ISBN 011752994X.
- [9] ZOU, P. X. W., ZHANG, G., WANG, J. (2007). *Understanding the key risks in construction projects in China*. International Journal of Project Management [online], 25(6), 601-614 [cit. 2016-05-06]. DOI: 10.1016/j.ijproman.2007.03.001. ISSN 02637863. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0263786307000488>
- [10] FLANAGAN, R., NORMAN, G. (1993). *Risk management and construction*, Cambridge, MA, Royal Institution of Chartered Surveyors, WileyBlackwell Science Ltd.
- [11] WINCH, G. M. (2010), *Managing construction projects: an information processing approach*. 2nd ed. Chichester: Wiley-Blackwell. ISBN 978-1-405-18457-1.
- [12] VALACH, J. (2001). *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. Praha: Ekopress. str. 70-71

- [12] MALCOLM, D. G., J. H. ROSEBOOM, C. E. CLARK a W. FAZAR. (1959). *Application of a Technique for Research and Development Program Evaluation*. Operations Research [online], 7(5), 646-669 [cit. 2016-05-06]. DOI: 10.1287/opre.7.5.646. ISSN 0030-364x. Dostupné z: <http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/opre.7.5.646>
- [13] WIKIPEDIA, *Beta distribution (pouze grafika)* [cit. 2016-05-05]. Grafika dostupná z: https://en.wikipedia.org/wiki/Beta_distribution#cite_note-Malcolm-2
- [14] NORWEGIAN COMPUTING CENTER. (2006). *Net Present Value with Uncertainty*, [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: http://publications.nr.no/directdownload/publications.nr.no/4254/Dimakos_-_Net_Present_Value_with_Uncertainty.pdf
- [15] BELAID F., D. DE WOLF F. (2009). *Stochastic evaluation of petroleum investment projects using Monte Carlo Simulation*, Universit´e du Littoral Cˆote d’Opale, Dostupné z: http://www.hec.ulg.ac.be/sites/default/files/workingpapers/WP_HECULg_20090502_Belaid_DeWolf.pdf
- [16] DUDÁŠ, D. (2013). *Rizika ve stavebnictví* [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://daviddudas.cz/rg/index.php>
- [17] KLEE, L. (2015). *Proč se velké výstavbové projekty komplikují. První část*. Časopis Stavebnictví [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/proc-se-velke-vystavbove-projekty-komplikuji-prvni-cast_N5454
- [18] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. (2016). *Indexy spotřebitelských cen - inflace - časové řady*. Český statistický úřad [online], [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/isc_cr
- [19] Vlastní tvorba

9. Přílohy



Příloha 1 Nástroj
v12.xlsm

Příloha 1 – Nástroj



Příloha 2 Časové
řady pro inflaci a vý

Příloha 2 – Časové řady pro inflaci a výnos státních dluhopisů