

OBSAH

1	Úvod.....	12
2	Cíle práce a hypotézy	13
3	Investiční rozhodování.....	15
3.1	Úvod	15
3.2	Rozvoj – definování základních pojmů.....	16
3.2.1	Ekonomický růst	16
3.2.2	Ekonomický rozvoj	16
3.2.3	Smíšená ekonomika	17
3.2.4	Veřejné statky.....	17
3.2.5	Regionální rozvoj.....	18
3.2.6	Regionální politika.....	18
3.2.6.1	Regionální politika orientovaná na inovace.....	18
3.2.6.2	Programy regionální podpory podnikání	19
3.2.7	Regionální informační systém	20
3.3	Projekt	20
3.3.1	Projektový management.....	22
3.3.2	Investiční projekt.....	23
3.3.3	Investiční záměr	24

3.3.4	Cíl projektu	24
3.3.5	Zdroje projektu.....	25
3.3.6	Životní cyklus	25
3.3.7	Předinvestiční fáze	26
3.3.8	Investiční fáze	27
3.3.9	Provozní fáze.....	28
3.3.10	Likvidační fáze.....	29
3.4	Veřejné investice	29
3.4.1	Veřejné stavební investice.....	30
3.4.2	PPP projekty.....	30
3.4.3	Fondy Evropské unie	31
3.5	Posuzování a hodnocení investic.....	33
3.5.1	Hodnocení ekonomické efektivity.....	34
3.5.2	Analýza nákladů a užitků.....	37
4	Aktuální přístupy k řízení rizik	46
4.1	Management rizik.....	46
4.1.1	Klasifikace rizik	47
4.1.2	Analýza rizika	49
4.1.3	Řízení rizika	51
4.2	Modelování a simulace rizik	53

4.2.1	Statistika.....	53
4.2.2	Teorie pravděpodobnosti.....	53
4.2.3	Nedostatky tradičního přístupu k hodnocení investičních projektů.....	57
4.2.4	Scénáře	58
4.2.5	Pravděpodobnost a statistika jako podpora manažerského rozhodování	59
4.2.6	Simulační metoda Monte Carlo	60
4.2.7	Software pro simulace.....	61
4.3	Současné přístupy k hodnocení rizik v praxi.....	61
4.3.1	Přístupy k hodnocení rizik při investičním rozhodování	62
4.3.2	Propojení simulačních a scénářových přístupů.....	64
4.3.3	Aplikace analýzy scénářů při postauditu investic	64
4.3.4	Analýza rizik v rámci Regionálních operačních programů.....	66
4.3.5	SFDI a hodnocení rizik	67
4.3.6	Státní expertiza veřejných zakázek v ČR.....	69
4.3.7	Obecné strategie pro řízení rizik u mega projektů dle IPMA	72
4.3.8	Rizika z pohledu udržitelného rozvoje dle OECD.....	74
4.3.9	Vládní strategie na podporu rozvoje stavebnictví ve Velké Británii	74
4.4	BIM jako nástroj risk managementu investičních projektů.....	76
4.4.1	BIM	76
4.4.2	Výhody použití BIM	77

4.4.3	BIM a stavební proces.....	78
4.4.4	BIM a rizika v průběhu celého životního cyklu stavby	79
4.4.5	BIM jako nástroj diversifikace rizik	81
4.4.6	Smluvní risk management v BIM	82
4.5	Cena versus kvalita při posuzování veřejných zakázek	83
4.5.1	BIM jako nástroj pro zadávací řízení.....	84
4.5.2	BIM normy a standardy v ČR	88
5	Hodnocení investičních rizik v rámci CBA simulační metodou Monte Carlo	91
5.1	Definování problému.....	91
5.2	Materiály a metody.....	93
5.2.1	Analýza rizik v rámci CBA dle standardů EU.....	94
5.2.2	Simulace rizik.....	97
5.2.3	Postup simulace Monte Carlo	97
5.3	Případová studie – rozšíření CBA o simulační metodu Monte Carlo	99
5.3.1	Cíle projektů dopravní infrastruktury.....	101
5.3.2	Hodnocení projektů dopravní infrastruktury.....	102
5.3.3	Analýza poptávky projektů dopravní infrastruktury	102
5.3.4	Vstupní model pro simulaci Monte Carlo	103
5.3.5	Výsledky simulace	107
6	Závěry.....	112

6.1	Aplikace dosažených výsledků.....	112
6.2	Přínosy disertační práce pro další rozvoj vědy.....	112
6.3	Přínosy disertační práce pro praxi	113
6.4	Vyhodnocení stanovených hypotéz a cílů práce	114
6.5	Doporučení pro další výzkum	116
6.6	Shrnutí	116
	Seznam použitých zdrojů	119
	Seznam příloh	128

1 ÚVOD

Tvorba investičního záměru, stejně tak jako každá lidská činnost, je spojena s nejistotou. Proces plánování a rozhodování o investicích je vystaven řadě faktorů, které způsobují nejistou budoucnost. Nejistota v tomto případě představuje riziko, které značí, že budoucí vývoj nelze přesně odhadnout. Skutečnost se odchyluje více či méně od stanovených předpokladů.

Přestože je riziko spojeno také s nadějí budoucího úspěchu, stále v sobě skrývá obavy z nejistoty. Často platí, že čím větší riziko je subjekt schopen podstoupit, tím větší zisk mu daný projekt přinese. Taková varianta však může nastat s nižší pravděpodobností a při plánování je nutno tento fakt zohlednit.

Proces vyvážení akceptovatelné míry rizika a vynaložených nákladů je velmi složitý. Právě proto jsou při tvorbě plánů využívány statistické a pravděpodobnostní metody, které s vysokou mírou spolehlivosti pomocí simulačních softwarů modelují možné budoucí scénáře vývoje. Výstupy těchto softwarových nástrojů dále slouží mimo jiné pro management rizik a controlling v pokročilých fázích projektu.

V průběhu celého životního cyklu projektu stavby je nutné analyzovat potenciální rizikové faktory a vybrané následně řídit. Management rizik zahrnuje jak proaktivní přístup zaváděním preventivních opatření, tak korekci nežádoucích účinků událostí minulých – opatření nápravná.

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem práce je prokázat důležitost vlivů působících na každý investiční záměr, a to jak na vlivy negativní, tak pozitivní. Účelem je efektivní užití simulačních metod pro predikci k modelování vývoje investičního záměru a následné využití získaných hodnot pro další fáze životního cyklu projektu stavby, zejména provozní.

Vzhledem k rozsáhlosti zadaného tématu je stanoveno několik hypotéz.

Hypotéza 1: Využití matematických metod pro predikci v přípravných fázích tvorby investičního záměru zvyšuje pravděpodobnost dosažení plánovaných výsledků.

Hypotéza 2: Volba pravděpodobnostního rozdělení má významný vliv na výsledky pro manažerské rozhodování.

Hypotéza 3: Snižování informačního rizika výrazně zvyšuje ekonomickou efektivnost investičního záměru.

Hypotéza 4: Tvorba investičního záměru pomocí metodiky informačního modelování budovy (BIM) snižuje informační rizika napříč celým životním cyklem projektu stavby a zvyšuje tak ekonomickou efektivnost investičního záměru.

Cílem práce je prokázat přínos zahrnutí simulace Monte Carlo při predikci rizik v rámci analýzy nákladů a užitku (Cost Benefit Analysis, CBA), konkrétně zda lze aplikací této metodiky dosáhnout přesnějších výsledků ve fázi plánování investičních projektů. CBA je používána jako hlavní nástroj pro vyhodnocování veřejných projektů, jelikož jejich výstupem jsou převážně veřejné statky. Zahrnutím plánování rizik pravděpodobnostním přístupem do CBA je možno zvýšit efektivitu čerpání finančních zdrojů včetně evropských fondů. V tom případě může také pomoci snížit negativní dopad rizik jako je špatná alokace nákladů či nutnost vrácení dotace. Aplikací simulace Monte Carlo pro predikci rizik lze dosáhnout přiblížení k reálným hodnotám, a tím snížit odchylky skutečnosti od plánu.

BIM (Building Information Modelling, Informační modelování budov) se svou podstatou jeví jako užitečný nástroj pro investiční rozhodování již při navrhování projektu. Díky tomu, že v rámci celé životnosti stavby umožňuje systematicky pracovat se všemi informacemi (potřebnými pro investory, dodavatele, facility manažery apod.), lze posoudit ekonomickou efektivnost a proveditelnost s ohledem na celkové náklady životního cyklu. V průběhu realizace projektu a jeho provozování potom může poskytnout významnou zpětnou vazbu potvrzení nebo korekce modelovaných vstupních proměnných v předinvestiční fázi. Může tedy sloužit jako nástroj controllingu a postauditu projektů. Cílem práce je také prokázat vhodnost využití BIM při managementu rizik.

3 INVESTIČNÍ ROZHODOVÁNÍ

3.1 Úvod

V polovině února 2015 vydal Český statistický úřad pozitivní údaje o vývoji české ekonomiky. Ta v roce 2014 překonala dvouletou recesi, a to opět stejně jako po krizi v roce 2009, díky zpracovatelskému průmyslu a rostoucí spotřebě domácností. Mezi další faktory, které pomohly zvýšit výkonnost české ekonomiky, patřil také růst zahraniční poptávky, poprvé po pěti letech v roce 2014 ožilo i stavebnictví. Za většinu růstu hrubého domácího produktu (HDP) je zodpovědný nárůst investiční aktivity firem, domácností i veřejného sektoru. V roce 2014 byl zaznamenán 2% růst HDP. [37]

Po dlouhém období recese (2012-2013), kdy HDP klesal několik čtvrtletí v řadě, došlo v roce 2014 ke stabilizaci ekonomiky. K dlouhodobé recesi přispěla zejména nestabilní politická situace, zvyšování DPH, stagnace nebo minimální růst mezd, vysoká míra nezaměstnanosti a omezování státních investic, které jindy fungují jako stimul hospodářského růstu. Zásah pro stavebnictví představovaly výrazné škrty v oblasti veřejných investic pro rozvoj dopravní infrastruktury a špatná efektivita čerpání evropských fondů.

Chystané vládní reformy byly neustále odkládány a současně měněny ve svých klíčových bodech. Časté střídání politických stran ve vedení státu, a s tím spojené změny vládních priorit, se podepsaly na důvěře občanů v ekonomiku. Nejistota týkající se schvalování rozpočtu a daňového zatížení, delší období strávené v rozpočtovém provizoriu, to vše negativně ovlivňuje hospodářský růst. Vláda také tímto způsobem těžko zajišťuje kontinuitu při vyjednávání s Evropskou unií o alokaci finančních prostředků z dotačních programů. V takové nestabilní ekonomické a politické situaci je plánování investic velice složitou činností.

Investiční rozhodování je základem každé rozvojové strategie. Ekonomický růst a bohatství závisí na výrobním kapitálu, infrastruktuře, lidských zdrojích, znalostech, celkovém faktoru produktivity a kvalitě institucí. Všechny tyto základní složky rozvoje

vyžadují složitá rozhodnutí o čerpání ekonomických zdrojů v současnosti, v naději na dosažení žádoucích benefitů ve vzdálené a nejisté budoucnosti. [38]

3.2 Rozvoj – definování základních pojmů

Pojem rozvoj je neurčitý pojem, který lze určit pouze na základě konkrétních hodnotových postojů. Používá se v různých souvislostech a s různým nejednoznačným významem, jako je např. rozvoj ekonomický, regionální, technický, organizační a jiný. Rozvoj popisuje proces orientovaný na určitý cíl, který podléhá ustavičným změnám. Většinou začíná odstraňováním největších nedostatků. V oblasti ekonomiky se často zaměňují pojmy rozvoj s pojmem ekonomický růst. Oba pojmy je nutné pečlivě odlišovat. [19]

3.2.1 Ekonomický růst

Ekonomický růst je chápán jako zvýšení celkového produktu země během určitého období. Měří se většinou jako roční tempo růstu reálného hrubého domácího (národního) produktu HDP (HNP) dané země. [19]

3.2.2 Ekonomický rozvoj

Ekonomický rozvoj znamená dlouhodobé zvyšování ekonomického bohatství země. Je podmíněn vznikem nových výrobních ekonomických aktivit, které vytvářejí nové bohatství, zaměstnanost a poptávku po službách. I když nelze hospodářský růst ztotožnit s hospodářským rozvojem, je rozvoj bez hospodářského růstu těžko představitelný. [19]

Hlavními činiteli ekonomického rozvoje jsou „aktivní“ podnikatelé, kteří našli nové ekonomické činnosti a infrastruktura, která je podporuje a poskytuje jim hmotné a nehmotné zdroje. Bez podnikatelů, podnikatelských firem a výrobních průmyslových odvětví nejsou možné strukturální změny, které obnoví nebo vytvoří prosperitu prostupující všemi společenskými vrstvami. Podnikatelé se objevují v prostředí specifického území, které představuje složité spojení sociálních, kulturních, politických, průmyslových, zemědělských, občanských, podnikatelských a ekologických proměnných, odlišujících jednotlivá územní a komunita, která na tomto území žije. Ať

se jedná o rozvinuté nebo zaostalé země, má-li být zachován nebo nastartován ekonomický rozvoj, je nutné se soustředit na regionální nebo místní kontext a jedná se tedy o regionální rozvoj. Ekonomický a sociální rozvoj je lokální jev, který se rozvíjí v určitém regionálním prostředí. Národní ekonomika je pak souhrnem místních a regionálních ekonomik, které obsahuje. [19]

3.2.3 Smíšená ekonomika

Smíšená ekonomika je ekonomický systém, ve kterém je ekonomika řízena jak soukromým, tak státním vlastnictvím nebo kontrolou. V takovém prostředí existuje určitá míra svobody výroby, obchodu a spotřeby v souladu s vládními regulacemi.

Většina vyspělých zemí na světě užívá tento systém (např. Spojené státy americké, Velká Británie, Austrálie, Japonsko, Německo, Kanada, Itálie), stejně tak i některé rozvojové země (Jihoafrická republika, Slovinsko, Mexiko apod.).

Princip smíšené ekonomiky funguje díky prospěchu obou stran, soukromé i veřejné. Cílem soukromého sektoru je tvorba zisku. Za každou vytvořenou jednotku zisku pak státu plynou finanční prostředky prostřednictvím daňového systému, které jsou dále využívány na zajištění služeb pro společnost. Nebezpečím je nevhodné používání regulačních opatření, která mohou mít na trh katastrofální dopad.

Veřejný sektor, někdy nazýván také státní sektor nebo vládní sektor, je část ekonomiky zaměřená na poskytování veřejných statků a externalit. Uspořádání veřejného sektoru se liší stát od státu, avšak ve většině z nich zahrnuje policejní a vojenské služby, veřejnou infrastrukturu, základní vzdělání, zdravotní péči apod. Veřejný sektor může poskytovat služby, ze kterých nemůže být neplatič vyloučen (například veřejné osvětlení), služby, ze kterých profituje přednostně celá společnost v porovnání s jednotlivcem (například vzdělávání) a služby, které podporují rovné příležitosti.

3.2.4 Veřejné statky

Výše uvedené služby spadají do kategorie veřejných statků. Veřejný statek je produkt, z jehož spotřeby nemůže být nikdo vyloučen a jehož užitek je, i při spotřebě současně

více osobami, stále stejně hodnotný pro jednotlivého spotřebitele. Veřejné statky mají tři základní vlastnosti, jsou nerivalitní, nevylučitelné a neodmítnutelné. Jsou poskytovány formou výroby a dodávky pro stát a jeho občany jak na národní, tak i regionální úrovni.

3.2.5 Regionální rozvoj

Regionální rozvoj je představován komplexem procesů, které probíhají v rámci složitého systému regionu a přispívají zejména k pozitivním změnám v sociálně ekonomické situaci regionu. Pro ovlivňování a řízení těchto procesů je proto nezbytné používat systémového přístupu. Podporou regionálního rozvoje se zabývá regionální politika. [19]

3.2.6 Regionální politika

Regionální politika představuje koncepční i výkonnou činnost institucí zaměřenou na stanovení hlavních směrů a strategických cílů v regionálním rozvoji a vytváření metod, postupů a zdrojů pro jejich realizaci. Za hlavní cíle regionální politiky lze přitom pokládat podporu regionálního rozvoje orientovaného na vyrovnávání regionálních disparit a dosahování růstu blahobytu regionů. Za rozhodující lze pokládat ekonomický rozvoj založený na rozvoji podnikání s podporou regionální infrastruktury. Významnou roli v ekonomickém rozvoji a rozvoji podnikání sehrávají právě inovace. [19]

3.2.6.1 Regionální politika orientovaná na inovace

Významným faktorem v inovačních procesech jsou podnikatelské schopnosti podnikatelů (vynalézavost a kreativita, propagace, organizační talent), regionální infrastruktura a úroveň podnikání, jejichž rozdíly mohou částečně vysvětlit rozdíly v regionální ekonomické výkonnosti. Mezi regionální strukturou, strukturou podniků a inovacemi existuje vzájemný vztah. Jako základní strategické směry pro regionální politiku orientovanou na inovace lze považovat:

- zvýšení nabídky kvalifikovaného personálu a zvýšení kvalifikace vedoucích pracovníků podniků. K tomu je třeba zvýšit nabídku poradenských a vzdělávacích služeb pro obě kategorie pracovníků,
- zvýšení regionální nabídky poradenských služeb pro oblast transferu technologií a spolupráce při získávání a zpracování informací,
- využití vhodných ekonomických stimulů (výhodné úvěry, záruky za úvěry) formou různých programů podpory podnikání,
- vznik institucí podporujících zakládání, rozvoj a vlastní činnost inovačních podniků (vědeckotechnické parky, inovační a technologická centra, apod.),
- zdokonalení regionální vědecké a technologické infrastruktury (průmyslová výzkumná a vývojová centra, vysoké školy a výzkumné ústavy),
- odstranění finančně podmíněných překážek inovací a zlepšení přístupu malých a středních podniků k novým finančním zdrojům (rizikový kapitál, zahraniční kapitál).

Nejdůležitějším hlediskem při uplatnění regionální strategie orientované na inovace je zlepšení dlouhodobého inovačního potenciálu podniků usazených v regionu a vytvoření příznivého regionálního klimatu pro inovace. K tomu by měl směřovat i rozvoj příslušné regionální infrastruktury, tj. služeb technických, finančních, organizačních, poradenských a vzdělávacích, a to zejména v hospodářsky slabých, periferních regionech. [19]

3.2.6.2 *Programy regionální podpory podnikání*

Programy regionální podpory podnikání zahrnují:

- progresivnější podporu podnikatelů ve vybraných regionech,

- podporu obcím, regionům a neziskovým organizacím při budování technické a občanské vybavenosti bezprostředně podmiňující rozvoj podnikání v území (zainteresování budoucích průmyslových ploch),
- podporu při vytváření infrastruktury v regionech, bezprostředně sloužící potřebám podnikatelů (regionální poradenská a informační centra, hospodářské a vědeckotechnické parky, podnikatelská a inovační centra a.j.). [31]

3.2.7 Regionální informační systém

Regionální informační systém je tvořen vzájemnými vztahy mezi ekonomikou, politikou a institucemi, které působí společně v daném regionu. Jejich spolupůsobení vede k šíření znalostí a předávání zkušeností.

Pro regionální inovační systém je klíčová infrastruktura, která by se měla skládat z vědeckých a výzkumných institucí v kontaktu se soukromými investory a veřejnou správou. Postupem času byla zjištěna důležitost místa pro rozvoj inovací. Soustředění firem, jinak řečeno také klastrování, jim pomáhá sdílet regionální kulturu, regionální instituce a usnadňuje tak proces učení se.

Součástí regionálního informačního systému je jak strana poptávky po informacích (firmy), tak strana nabídky. Obě tyto strany kooperují s vzdělávacími institucemi kvůli získání kvalifikovaných pracovníků. [31]

3.3 Projekt

Dopady aktuálních vládních opatření, zákonů a projektů ovlivňují zásadně ekonomiku nejen v krátkodobém, ale zejména v dlouhodobém horizontu. Cíle národní a následně i regionální politiky je tak nutno stanovovat s ohledem na dlouhodobou udržitelnost. Projekt představuje soubor činností, které je nutné zajistit pro dosažení plánovaných cílů.

Pojem projekt lze nejobecněji a nejjednodušeji vyložit jako záměr provést významnou změnu, pro kterou však platí další charakteristické podmínky. To samo o sobě

předurčuje, že příprava a realizace projektu je děj acyklický (jedinečný, neopakovatelný). Hodnocení změny jako rozsáhlé nebo významné se rozumí z pohledu osoby (subjektu), která provedení takové změny zadává, popř. koncipuje. [28]

Projekt musí být přesně definován zejména v oblasti předpokladů, na jejichž základě jsou výstupy projektu relevantní. S tím souvisí definování projektu, jeho podmínek, stanovení pravomocí, zajištění zdrojů (materiály, finance, lidské zdroje) apod. Hodnocení úspěšnosti projektu je dáno předem stanovenými kritérii. Zároveň je nutné důsledně kontrolovat vývoj projektu pomocí systému průběžného vyhodnocování.

K rozpoznání projektu slouží také řada jeho specifických vlastností, například:

- dočasnost – definován začátek a konec projektu,
- jedinečnost cílů – každý projekt má vlastní záměr a účel, za kterým je realizován,
- neopakovatelnost – podmínky pro realizaci se u jednotlivých projektů odlišují,
- rozmanitost zdrojů – potřebné zdroje vycházejí z mnoha oblastí,
- nejistota – cíl projektu je po celou dobu ohrožován rizikovými faktory,
- systematičnost – efektivní projekt je řízen na základě předem stanovených principů.

Na projekt lze nahlížet z několika pohledů. Všechny definice se však shodují na tom, že projekt představuje sled činností konaných co nejefektivněji za účelem dosažení předem stanovených cílů.

K dosažení cílů je nutno zajistit zdroje. Efektivní práce se zdroji, plánování a kontrola projektu jsou jedny z mnoha prvků projektového řízení - ucelený soubor postupů a metod potřebných k úspěšnému řízení projektu.

3.3.1 *Projektový management*

Projektový management se liší od běžné formy operativního řízení v liniově řízené společnosti zejména svou dočasností a v přidělení zdrojů pro jeho realizaci podle potřeb projektu. Pokud je dosaženo cílů u projektu, projekt končí, pokud je dosaženo cílů u operativního řízení, jsou nastaveny nové cíle a práce jednotky pokračuje. Pro projekt jsou plánovány a přiděleny pracovní, finanční nebo technologické zdroje podle jeho plánovaných potřeb a po jeho skončení jsou tyto zdroje spotřebovány nebo převedeny do jiných projektů. [35]

Jak vyplývá z výše uvedeného, úspěšný projektový management stojí na třech základních pilířích - čas, náklady a dostupnost zdrojů (viz obr. 3-1), které definují prostor k vytvoření nové hodnoty.



Obr. 3-1: Základny projektového managementu [35]

Obdobně je popisován trojimperativ, který projekt vymezuje prostřednictvím tří základních otázek:

- Co?
- Kdy?
- Za kolik?

Jejich zodpovězení je nutné pro kompletní definování projektu, umožní stanovit cíle, časové vymezení a náklady. Cíle je nutno maximalizovat v co nejkratším čase za co

nejnižší náklady. Projektový management lze obecně aplikovat na jakýkoliv druh projektu. Projekty jsou obvykle tříděny dle předmětu, a to například na:

- investiční,
- výzkumné,
- spojené s výstavbou,
- organizační,
- kombinované.

3.3.2 *Investiční projekt*

Investiční rozhodování je důležitou otázkou v oblasti dlouhodobého rozvoje a plánování. V oblasti nefinanční spočívá tato činnost zejména v rozhodování o obnově a rozšíření dlouhodobého majetku. Právě dlouhodobost je typickou vlastností pro investiční činnost. Investiční projekty lze klasifikovat podle více hledisek. Mezi základní hlediska patří:

- vztah k rozvoji podniku (rozvojové, obnovovací a mandatorní projekty),
- věcná náplň (projekty zavedení nových výrobků, výzkumu a vývoje nových výrobků a technologií, inovace informačních systémů, zvýšení bezpečnosti provozu a bezpečnosti práce, snížení negativního vlivu na životní prostředí, infrastrukturní projekty),
- míra závislosti projektů,
- forma realizace (projekty investiční výstavby, akvizice),
- charakter peněžních toků (projekty se standardními nebo nestandardními peněžními toky),
- velikost (projekty velkého, středního a malého rozsahu). [35]

Při soudobém pojetí pojmu investování, jako vkládání finančních prostředků za nějakým stanoveným účelem (v podnikání za účelem zisku), mají „investiční“ charakter vlastně všechny projekty. Jedním z obvyklých významných znaků projektu obecně je totiž jeho oddělené a průhledné financování. Rozhodujícím znakem projektů tohoto druhu je spíše významný až určující podíl výstavby. Stavbu lze považovat za produkt procesu výstavby, a její užívání za rozhodující podmínku dosažení cílů takového projektu. Přitom může jít o novou stavbu nebo o stavbu, která je rekonstrukcí stávajícího díla. [28]

3.3.3 *Investiční záměr*

V této souvislosti je pojem investičního záměru chápán jako celý investiční projekt, který je realizován za účelem efektivního zhodnocení vložených prostředků. Záměr je nutné důkladně analyzovat. Velikost investiční akce rozhoduje o rozsahu a podrobnosti analýz. Podkladem pro rozhodování jsou nejrůznější informace, přičemž každý projekt, jak již bylo uvedeno výše, je definován třemi základními veličinami – cílem, zdroji a časem.

3.3.4 *Cíl projektu*

Stanovení správného cíle projektu je jedním z nejzákladnějších a nejdůležitějších kroků, ze kterého vychází další plánování a řízení projektu. Vhodně zvolený cíl je hlavní předpoklad pro dosažení úspěchu. Cíl musí být jednoznačně definován. Pro jeho definování lze využít například metodiku SMART. Její název je akronymem pěti hlavních vlastností pro definování projektu. Cíl projektu musí být:

- konkrétní (specific),
- měřitelný (measurable),
- ambiciózní (ambitious),
- realistický (realistic),
- časově definovaný (time-oriented).

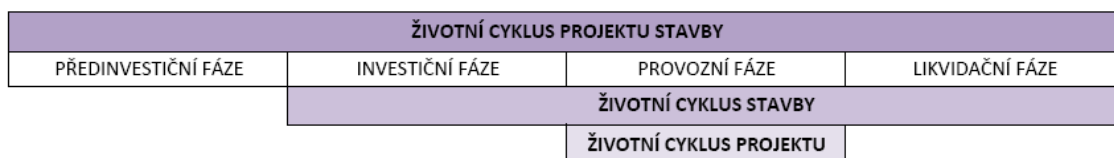
Cíle mohou být odlišné v závislosti na druhu investora. Soukromému investorovi se jedná zejména o dosažení podnikatelského zisku. Pro investora veřejného je mimo jiné cílem naplnění potřeb společnosti. Jeden cíl je však vždy společný, a tím je realizace ekonomicky efektivního projektu. Po definování cílů přichází na řadu zajištění zdrojů jako prostředků k jejich dosažení.

3.3.5 Zdroje projektu

Investiční projekty jsou ve všech odvětvích hospodářství zajišťovány prostřednictvím základních výrobních faktorů – práce, půda, kapitál. Efektivní nakládání se zdroji je základní podmínkou pro úspěšnost projektu, má velký vliv na jeho výnosnost a hospodárnost. Proto je nutné přikládat managementu zdrojů vysokou důležitost.

3.3.6 Životní cyklus

Poslední veličinou nutnou k definici projektu je čas, který jej ohraničuje. Všechny projekty obecně procházejí podobným životním cyklem, který sestává z několika fází.



Obr. 3-2: Životní cyklus [21]

Přestože je stavební výroba charakteristická specifickými podmínkami (dlouhý výrobní proces, závislost na klimatických podmínkách, časté přemísťování výroby, apod.), životní cyklus má vždy stejnou strukturu. Životní cyklus projektu stavby představuje období, které v sobě zahrnuje všechny procesy od tvorby počátečního záměru až po likvidaci stavby. Skládá se z čtyř etap:

- předinvestiční,
- investiční,

- provozní,
- likvidační.

Životní cyklus stavby probíhá v rámci životního cyklu projektu stavby po skončení předinvestiční fáze. Délka tohoto cyklu úzce souvisí s problematikou životnosti stavby.

Řízení projektů spojených s výstavbou vyžaduje jak znalosti z moderního managementu, tak porozumění navrhování a výstavbového procesu. Stavební projekty mají specifický soubor cílů a omezení, jako je požadovaný časový rámec pro dokončení stavby. Přestože se relevantní technologie, institucionální uspořádání nebo procesy odlišují, management takovýchto projektů má mnoho společného s řízením podobných typů projektů z jiných specializací nebo technologických domén jako je letectví, farmaceutický a energetický průmysl. [15]

V případě životního cyklu projektu je projekt chápán jako vlastní podnikatelský záměr. Projekt v této fázi představuje smysl a cíl, za jehož účelem je stavba realizována. Probíhá v provozní fázi projektu stavby.

3.3.7 Předinvestiční fáze

Předinvestiční fáze, která startuje celý životní cyklus, je velmi důležitá. Na jejím počátku stojí zásadní krok - tvorba investičního záměru. Definovat projekty, které naleznou uplatnění a budou výdělečné, je velice složitá problematika.

V průběhu této fáze se podnikatelský záměr posuzuje z mnoha hledisek, nejčastěji pomocí vypracování studie proveditelnosti. Ta zkoumá, jak už z jejího názvu vyplývá, zda je projekt proveditelný po rozličných stránkách (např. ekonomické, společenské, technické). Vzhledem k široké oblasti, kterou studie proveditelnosti pokrývá, se na její tvorbě podílí řada odborníků (ekonom, stavební inženýr, strojní inženýr, odborník na životní prostředí, marketingový specialista apod.).

Na základě této studie získá investor představu, zda má smysl daný projekt realizovat a jakým způsobem se bude odvíjet jeho předpokládaný vývoj. Součástí studie

proveditelnosti je také vypracování několika variant projektu, které se navzájem odlišují například různými zdroji financování, záměnou použité technologie, výrobní kapacitou.

V procesu tvorby investičního záměru je nutno brát v potaz také dopad na okolní prostředí – státní a podnikatelské subjekty, občany, životní prostředí, hospodářství apod. Jak veřejné, tak soukromé projekty musí v dnešní době respektovat zásady dlouhodobé udržitelnosti, a to zejména v oblasti:

- environmentální,
- ekonomické,
- společenské,
- ve výstavbě.

Zahrnutí výše uvedených hledisek do investičního záměru zajišťuje dlouhodobou efektivitu a přínos nejen pro konkrétní projekt, ale pro celé hospodářství.

3.3.8 Investiční fáze

Investiční fáze navazuje na fázi předinvestiční v případě, že byl projekt schválen k realizaci. Je velmi důležitá a zahrnuje práce jak přípravného charakteru (projekční a inženýrská činnost), tak činnosti související s vlastní realizací stavby. Z mnoha lze jmenovat následující aktivity:

- inženýrsko-geologické průzkumy,
- výběrové řízení na projektanta, výběr projektanta a následná smlouva s ním,
- vypracování dokumentace k územnímu řízení,
- územní řízení,
- vypracování dokumentace pro stavební povolení,

- stavební řízení,
- vypracování dokumentace pro realizaci stavby,
- vlastní realizace stavby,
- výkon technického dozoru investora,
- činnost koordinátora BOZP,
- zkušební provoz,
- kolaudační řízení,
- kolaudační souhlas,
- převímka stavby.

Výše uvedené body mohou být prováděny různými subjekty stavebního trhu (dodavatel, projektant, orgány státní správy, apod.), čímž vznikají rozličné modely obchodních vztahů. Existuje také varianta, že všechny tyto činnosti zaštituje jeden subjekt.

3.3.9 Provozní fáze

Rozhraní mezi investiční a provozní fází tvoří převímka stavby. S využitím jiné terminologie - objekt přechází do fáze užívání. Provozní fáze představuje životní cyklus projektu ve smyslu investičního záměru, za jehož účelem byla stavba vybudována.

Ze všech fází životního cyklu je provozní tou nejdélejší a zároveň nejdůležitější z hlediska celkové výnosnosti a prosperity projektu. Nutností je průběžné sledování a kontrola, zda provoz funguje tak, jak byl naplánován. Identifikace případných odchylek od plánu a analýza jejich příčin jsou nedílnou součástí controllingu projektu. Jako východisko slouží již dříve vypracovaná studie proveditelnosti, v níž je již dopředu počítáno s odlišnými vývoji a scénáři s využitím predikce (např. optimistická a pesimistická varianta).

Provoz musí být optimalizován na základě vnitřních i vnějších faktorů tak, aby bylo dosaženo žádoucích výstupů projektu. Studie také obsahuje plán pro příslušná nápravná opatření s ohledem na vývoj situace.

3.3.10 *Likvidační fáze*

Fáze likvidační je charakteristická tím, že se projekt ve smyslu investičního záměru neprovozuje. Od začátku ideje projektu je přibližně stanovena doba jeho životnosti. Při finančním plánování nelze opomenout peněžní toky související s likvidací stavby. V mnoha případech se jedná o nezanedbatelnou nákladovou položku.

3.4 **Veřejné investice**

Veřejné investice představují alokaci veřejných zdrojů k zajištění veřejných potřeb. Jedním ze základních cílů alokace veřejných prostředků je respektování principu 3E (Economy, Effectiveness, Efficiency), tedy hospodárnosti, účelnosti a efektivnosti v celém jejich životním cyklu. Hospodárnost se zaměřuje zejména na minimalizování finančních zdrojů. V kontextu kritérií účelnosti je požadována schopnost vyprodukovat žádoucí přínosy. Efektivnost představuje využití takových zdrojů, které pomohou dosáhnout maximálního objemu a kvality produktů. [29]

Rozhodovací proces výběru vhodných projektů ve veřejném sektoru je v mnoha ohledech složitější než v sektoru soukromém. Hodnocení projektů na základě jejich finanční výnosnosti, kde základním parametrem je výše potenciálního zisku, může být v takových případech zavádějící. Veřejný sektor musí posuzovat projekty ze dvou aspektů, a to jak z pohledu přímého finančního dopadu projektu na hodnocený objekt (finanční výnosnost), tak z relativně širokého pohledu v souladu s cíli národní ekonomické politiky zaměřené na zvyšování životních standardů společnosti na všech úrovních (ekonomická výnosnost). Rozhodování o výběru projektu je založeno na prioritách celé společnosti. [23]

3.4.1 Veřejné stavební investice

Veřejné stavební investice jsou projekty investiční výstavby, které mohou být financovány veřejnými zdroji plně nebo částečně, spolu s využitím dalších možných finančních zdrojů:

- PPP projekty,
- Fondy z EU,
- dotace,
- a jiné. [23]

3.4.2 PPP projekty

PPP (Public-private partnership) projekty jsou založeny na spolupráci veřejného a soukromého sektoru za účelem zajištění infrastruktury nebo veřejných služeb. Základem PPP projektu je dlouhodobý vztah (20-40 let), ve kterém veřejný a soukromý sektor vzájemně sdílejí užítky a rizika vyplývající ze zajištění veřejné infrastruktury nebo veřejných služeb.

Výhodou PPP je sloučení zkušeností, znalostí a dovedností obou sektorů a přenesení odpovědnosti za rizika (např. finanční, technická, operativní) na sektor, který je dokáže lépe řídit. Cílem je dosažení vyšší hodnoty za peníze pro veřejný sektor (Value for Money), vyšší efektivita a kvalita veřejných služeb.

Rozhodující podmínkou pro realizaci veřejného projektu formou PPP je ekonomická výhodnost pro veřejný sektor. Soukromý sektor musí realizovat projekt (investiční náklady i provozní náklady v rámci hodnoceného období) za náklady pro veřejný sektor nižší než v případě, že si stejný projekt zajistí veřejný sektor sám ze svých zdrojů. Díky spolupráci PPP se také mohou uskutečnit projekty, na jejichž plné financování by ve státním rozpočtu nebyly dostatečné prostředky.

3.4.3 *Fondy Evropské unie*

Česká republika má jako člen Evropské unie (EU) řadu povinností a zároveň i výhod. Mezi výhody patří možnost čerpání z unijních fondů. EU využívá evropské strukturální fondy jako nástroj pro aplikování politiky ekonomické a sociální soudržnosti v rámci členských států na regionální úrovni. Strukturální fondy jsou v závislosti na jejich zaměření rozděleny na:

- Evropský fond pro regionální rozvoj (European Regional Development Fund, ERDF),
- Evropský sociální fond (European Social Fund, ESF). [23]

Tyto fondy představují velký objem potenciálních finančních zdrojů pro členské státy EU. Například v průběhu programového období mezi roky 2007 a 2013 bylo pro Českou republiku vyčleněno 26,69 bilionů EUR. [23]

Operační programy jsou spojovacím článkem mezi evropskými fondy a konkrétními příjemci. V České republice existovalo v uplynulém programovém období 26 operačních programů rozdělených do několika skupin, které mohou být využívány:

- městy nebo obcemi,
- regiony,
- ministerstvy,
- neziskovými organizacemi,
- školami,
- atd. [23]

Česká republika byla vyhodnocena jako nejhorší z členů EU v oblasti efektivního čerpání evropských fondů v uplynulém programovém období. Její podíl na nevyužitých zdrojích v rámci celé EU byl vyšší než 60 %. Jak uvádí Měsíční monitorovací zprávy

Ministerstva pro místní rozvoj ČR, stále zbývá vyčerpat více než 50 % certifikovaných výdajů. [47]

Po zohlednění výše uvedených faktů, a jelikož není k dispozici mnoho dalších finančních zdrojů pro oživení české ekonomiky, současná vláda stanovila efektivní čerpání evropských fondů jako svou prioritu.

Dokladem toho je také projekt Ministerstva pro místní rozvoj s názvem Expertizy pro oblast investiční výstavby veřejných zakázek. Projekt státní expertizy je zaměřen na uskutečnění priority programového prohlášení Vlády České republiky, která zní „Vláda zavede institut státní expertizy pro celou oblast investiční výstavby u veřejných zakázek“. K tomu je příslušné Ministerstvo pro místní rozvoj, které je dle kompetenčního zákona odpovědné za investiční politiku, za oblasti veřejných zakázek, fondů Evropské unie i stavebního řádu, jichž se nově připravovaný institut vesměs úzce dotýká. [40]

Hlavním cílem projektu je vytvořit metodický manuál posuzování a hodnocení investic v rozsáhlých IT a ve stavebních projektech realizovaných z EU fondů. Cílem projektu státní expertizy je postupně a ve spolupráci se zainteresovanými resorty vytvořit systém průběžného vyhodnocování veřejných investic ve smyslu jejich hospodárnosti, účelnosti a efektivnosti (3E). Systém státní expertizy by měl v cílové podobě od 1. 1. 2017 pokrýt celý rozsah životního cyklu výstavby i provozu významných investičních akcí a zobecňováním poznatků z těchto akcí zajistit efektivní vynakládání veřejných prostředků jak z hlediska získané hodnoty za peníze, tak i z hlediska optimálního poměru mezi náklady výstavby a provozu. [40]

První etapa projektu státní expertizy by měla odstartovat začátkem roku 2015 a zaměřit se prozatím na fázi investičního záměru projektů financovaných z evropských fondů. Projekty musí být v souladu s českou i evropskou legislativou a relevantními strategickými dokumenty (strategie územního rozvoje, systém ochrany životního prostředí, koncept udržitelného rozvoje apod.). Při hodnocení projektů by měla být posuzována zejména následující kritéria:

- relevantnost variantních řešení,
- adekvátnost vybrané varianty a jejího technického řešení,
- zahrnutí všech investic vyvolaných daným investičním záměrem,
- cena v souladu s kvalitou projektového řešení stavby,
- vztah realizačních a předpokládaných provozních nákladů stavby,
- podmínky pro uplatnění ukazatele ekonomicky nejvýhodnější nabídky a tzv. bezpečné ceny,
- ekonomická efektivnost investice,
- rizika investičního záměru z pohledu kvality, rozpočtu, časového harmonogramu atd.,
- přiměřenost předpokládaných nákladů na investiční záměr.

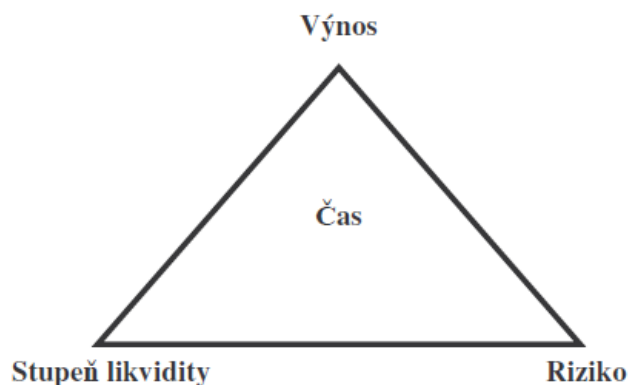
To vše s ohledem na plánované legislativní kroky, technologický rozvoj ve stavebnictví, zahraniční zkušenosti, ostatní investiční projekty a v neposlední řadě náklady životního cyklu (LCC). [36]

3.5 Posuzování a hodnocení investic

Rozhodování o přijetí či zamítnutí investičního projektu závisí na řadě kritérií a k vlastnímu hodnocení je užíván nespočet metod. Projekt je třeba zanalyzovat jak po finanční, tak věcné stránce. Finanční a investiční rozhodování spolu úzce souvisí, jejich základním společným podkladem pro rozhodování jsou optimalizované peněžní toky (cash flow) po celou dobu životnosti investičního záměru.

Úspěšnost investičních záměrů závisí na správném odhadu poptávky po daném zboží a službách jako výstupu investice na odhadu investičních a provozních nákladů,

předpokládaných výnosů, vývoji úrokové míry, zdanění, na odhadu vývoje rizikových faktorů. [22]



Obr. 3-3: Základní investiční prostor [22]

Všeobecně je nutné sledovat tři atributy uvedené na obr. 3-3 základního investičního prostoru s tím, že všechny mají určitou hodnotu v čase. Vynaložení určité části finančních prostředků se děje v současnosti a je jisté. Odměna (výnos) přichází později, a pokud vůbec přijde, je její výše nejistá. V reálném investičním prostoru neexistuje investice, která by dosáhla maxima ve všech třech hlediscích. Existuje jen možnost výběru takové investice, která bude mít nejvýhodnější poměr výnosu, rizika a likvidity. [22]

3.5.1 *Hodnocení ekonomické efektivity*

Základem pro rozhodnutí o tom, zda přijmout daný projekt a realizovat jej, či o tom, který z navržených projektů nebo jejich variant by měl být zvolen k realizaci, je propočet určitých kritérií (ukazatelů) ekonomické efektivity. Tato kritéria měří zpravidla výnosnost (návrstnost) zdrojů vynaložených na realizaci projektu. Pro hodnocení ekonomické efektivity investičních projektů se nejčastěji používají tato kritéria:

- rentabilita kapitálu, a to kapitálu vlastního, resp. celkového (Return on Capital),
- doba úhrady či doba návratnosti (Payback Period),

- kritéria založená na diskontování, zahrnující čistou současnou hodnotu (Net Present Value – NPV), index rentability (Profitability Index) a vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return – IRR). [9]

Ukazatele rentability vyjadřují výnosnost projektu poměrem zisku k investovaným finančním prostředkům. Doba návratnosti vychází z cash flow a vyjadřuje čas, za který se investice vložené do projektu vrátí. Třetí skupina zahrnuje tzv. dynamické ukazatele, u nichž je brána v potaz časová hodnota peněz, jedno ze základních pravidel financí. To předpokládá, že peněžní jednotka v současnosti má vyšší hodnotu než v budoucnosti, jelikož ta současná může být investována a zhodnocena. Případný výnos z této investice je právě časovou hodnotou peněz. Ukazatele, které tento princip zohledňují, jsou pro posuzování ekonomické efektivnosti projektu nejvhodnější.

Faktory působící na odlišnou časovou hodnotu peněz tvoří především:

- nejistota budoucích příjmů, kdy každé příjmy časově vzdálenější jsou méně jisté než příjmy časově bližší,
- inflace, která postupně znehodnocuje kupní sílu peněžní jednotky, a to úměrně s časem,
- oportunitní náklady (náklady ušlé příležitosti, resp. náklady alternativní příležitosti). [9]

Oportunitní náklady určité investice se chápou jako výnos, o který investor přichází tím, že prostředky nepoužil na druhou nejlepší investiční příležitost se stejným či přibližně stejným rizikem.

Vzhledem k odlišné časové hodnotě peněz není proto možné sčítat příjmy a výdaje realizované v různých časových obdobích, ale je třeba je přepočíst ke stejnému okamžiku, kterým je zpravidla zahájení projektu (tj. současnost). Tyto přepočtené hodnoty budoucích příjmů a výdajů se pak označují jako jejich současné hodnoty a proces přepočtu jako diskontování. Peněžní toky převedené na určitého společného

jmenovatele (současnou hodnotu) jejich diskontováním se pak nazývají diskontované toky, úroková míra se obecně označuje jako diskontní sazba. [9]

Čistá současná hodnota (Net Present Value – NPV) projektu představuje rozdíl současné hodnoty všech budoucích příjmů projektu a současné hodnoty všech výdajů projektu. Jinými slovy lze čistou současnou hodnotu definovat jako součet diskontovaného čistého peněžního toku projektu během jeho života, zahrnujícího období výstavby, období provozu a fázi likvidace projektu. [9]

$$PV = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{(1+r)^i} \quad (3-1)$$

Kde PV..... současná hodnota v Kč

R.....výnosy v jednotlivých letech v Kč

i..... počet let od 1 do n

r.....diskontní sazba (časová hodnota peněz) v %/100

$$NPV = PV - IC \quad (3-2)$$

Kde NPV...čistá současná hodnota v Kč

IC.....investiční náklad v Kč. [22]

Kvalita stanovení peněžních toků a adekvátní volba diskontní sazby jsou klíčové pro zajištění vypovídající hodnoty ukazatelů ekonomické efektivity. Modelování budoucích peněžních toků na celé hodnocené období projektu je náročné a přináší řadu úskalí. Vstupní proměnné jsou v tomto procesu vystavovány řadě rizik, které je při plánování třeba zohlednit (podrobněji viz Modelování a simulace rizik).

Vzhledem ke složitosti celého rozhodovacího procesu při hodnocení investic a velkému množství zainteresovaných odborníků vznikají metodiky pro definování komplexního postupu, zajištění transparentnosti a případnou zpětnou kontrolu.

3.5.2 *Analýza nákladů a užitků*

Analýza nákladů a užitků (CBA) je metodou pro hodnocení čistého ekonomického dopadu investičních projektů veřejného sektoru. Cílem analýzy je stanovení přínosu projektu pro společnost jako celek pomocí adekvátního ekonomického ocenění na základě vynaložených nákladů a předpokládaných výnosů projektu.

CBA patří mezi nástroje sloužící k hodnocení projektů nebo regulativ. Svou úlohu hraje zejména u projektů, které jsou financovány nebo spolufinancovány z veřejných zdrojů, respektive u projektů, které se dotýkají nějakého veřejného zájmu či ovlivňují širší okruh subjektů než jen subjekty do projektu či aktivity zainteresované. [3]

Na CBA je možné pohlížet ze dvou základních úhlů pohledu, které se však svým způsobem prolínají. První úhel pohledu je teoretický, tj. jedná se o širokou oblast teoretického poznání založeného na mikroekonomických a makroekonomických principech a východiscích. Svým způsobem se tento úhel pohledu prolíná i s dalšími oblastmi lidského poznání jako je filozofie, psychologie, právo či morálka. V odborné literatuře existuje velké množství publikací, které se problematikou CBA zabývají právě v této rovině. [3]

Druhou rovinou, která je u CBA také velmi podstatná, je sféra aplikační. Jinými slovy se jedná o sadu metodik, rad, nástrojů a postupů, které se zabývají aplikací teoretických východisek CBA na konkrétní projekty či regulativy. Tato práce se bude více zabývat oblastí aplikační než teoretickou a to sice přímo na konkrétních příkladech operačních programů, které jsou spolufinancovány z evropských fondů. [3]

CBA je nedílnou součástí posuzování velkých investičních projektů financovaných z evropských fondů. Na úrovni EU je povinnost jejího využití zakotvena v Nařízení rady ES, následně je rozpracováno do detailního manuálu Generálního ředitelství pro regionální rozvoj EU. Nařízení definuje informace, které Evropská komise od jednotlivých členských států vyžaduje při realizaci těchto projektů. Samotná implementace do procesu posuzování velkých investičních projektů je pak záležitostí

národních orgánů, které na operační programy dohlížejí. V České republice se primárně jedná o tři operační programy, kde je metodika EU implementována a využívána. [3]

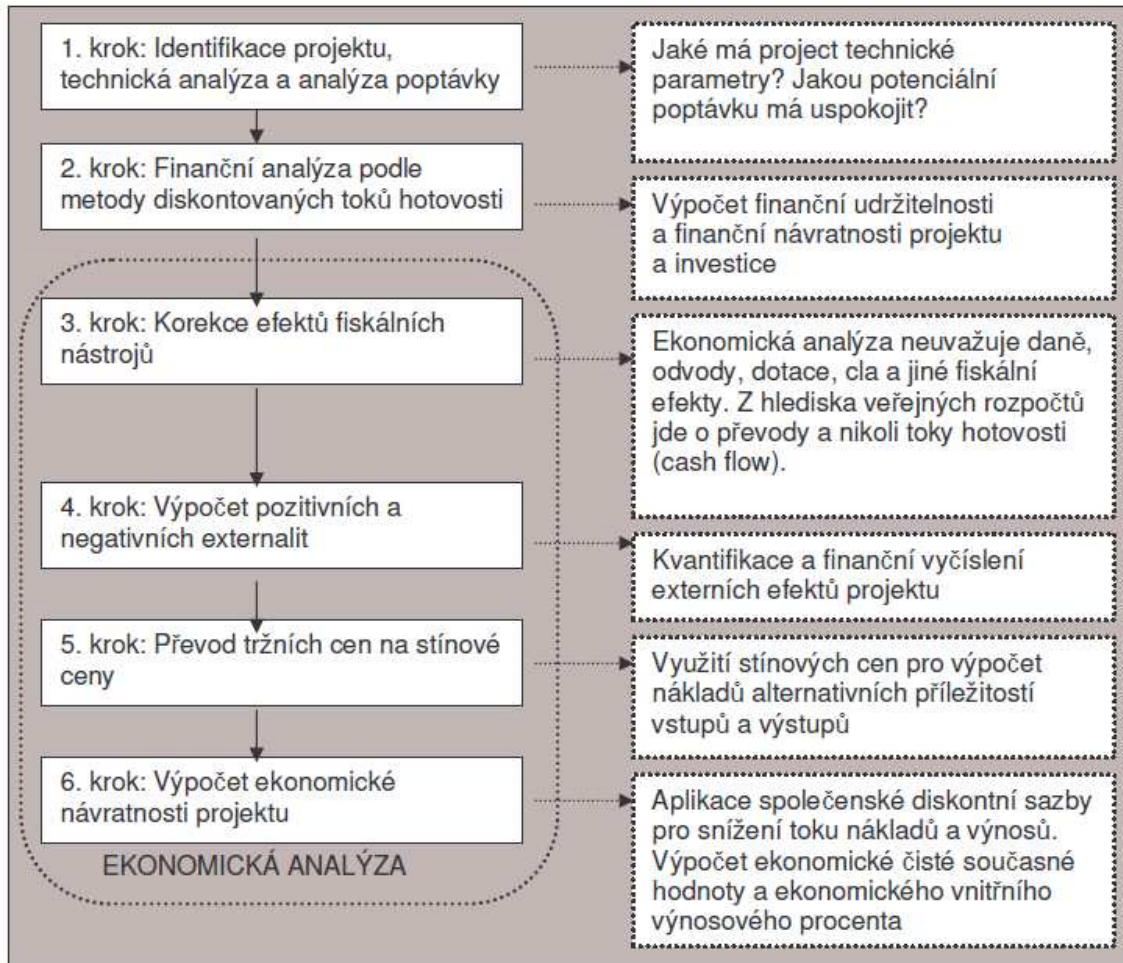
Povinností České republiky jako člena Evropské unie je využívat CBA při posuzování velkých investičních projektů financovaných z fondů EU. Obsahem CBA musí být alespoň zhodnocení dopadů na společnost a ekonomiku daného státu a posouzení rizik.

Členské státy odpovídají za úvodní posouzení projektu, zatímco Evropská komise (EK) musí zhodnotit kvalitu tohoto posouzení a poté schválit návrh projektu pro spolufinancování a určit míru spolufinancování. Mezi investicemi do infrastruktury a produktivními investicemi existuje celá řada rozdílů, rozdíly jsou i mezi jednotlivými regiony a státy, mezi různými teoriemi a metodikami hodnocení a také mezi administrativními postupy spojenými s výše uvedenými třemi fondy. Nehledě na tyto rozdíly má většina projektů i určité shodné rysy a jejich posouzení by mělo probíhat na společném základě. Kromě obecných metodických aspektů je toto ověření nákladů a přínosů užitečným nástrojem pro navázání dialogu mezi partnery, členskými státy a EK, předkladateli projektů, úředníky a poradci. Představuje podpůrný nástroj v procesu kolektivního rozhodování. Tento nástroj rovněž přispívá ke zprůhlednění postupů pro výběr projektů a rozhodování o financování. [45]

Na obr. 3-4 je schematicky znázorněn postup CBA s popisem jednotlivých kroků finanční a ekonomické analýzy. Klíčovým prvkem CBA jsou měřitelné socioekonomické proměnné (včetně externalit), které figurují ve všech jejích částech:

- definování cílů projektu,
- identifikování projektu,
- studie proveditelnosti,
- finanční a ekonomické hodnocení,
- multikriteriální analýza,

- analýza rizik a citlivosti.



Obr. 3-4: Jednotlivé kroky analýzy nákladů a výnosů [16]

Definování cílů projektu

Pro identifikaci projektu je nezbytné definovat jeho cíle a předmět posouzení studie. Cíle by měly být definovány adekvátními socioekonomickými proměnnými, nikoli pouze fyzickými ukazateli a měly by být měřitelné. [45]

Jasná a úplná definice socioekonomických cílů je pro stanovení dopadu projektu nezbytná. Často však může být obtížné všechny dopady příslušného projektu předvídat. Změny v sociální oblasti mají celou řadu prvků. Například data o regionech obvykle nedovolují provádět spolehlivé odhady celkového dopadu jednotlivých projektů na

obchod s ostatními regiony. Těžko se kvantifikují nepřímé dopady na zaměstnanost, konkurenceschopnost závisí na vnějších obchodních podmínkách, směnných kurzech, změnách relativních cen apod. Jedná se o řadu proměnných, pro které by příprava specifické analýzy projektu mohla být příliš drahá. V těchto případech lze však často najít proměnné, které se socioekonomickými cíli korelují. Je například obtížné stanovit nárůst produktivity a konkurenceschopnosti v regionu, je však možné měřit změnu ve vývozu. [45]

Identifikace projektu

Projekt musí být jasně identifikován jako nezávislá jednotka analýzy. Přesněji řečeno musí činnosti v rámci projektu vést zpět ke specifickému cíli a také koherentnímu a koordinovanému souboru kroků a rolí. Předkladatel má za úkol předložit odůvodnění zvolené identifikace předmětu analýzy a hodnotitel má za úkol posoudit kvalitu tohoto výběru. Vždy je nutné jasně vysvětlit funkční a fyzické vazby projektu na stávající systém infrastruktury. [45]

U každého projektu by měly být zváženy nejméně tři varianty:

- nulová varianta,
- minimální varianta,
- částečná varianta (projekt založený na alternativní technologii nebo koncepci).

Nulová alternativa je základním přístupem analýzy projektu, který si klade za cíl porovnat situaci, kdy k realizaci projektu dojde, či nedojde. Nulové alternativě se říká také inertní scénář. Výpočet ukazatelů finanční a ekonomické výkonnosti musí být proveden na základě rozdílů mezi částečnou alternativou a nulovou, případně minimální alternativou. [45]

Finanční analýza

Účelem finanční analýzy je použít prognózy týkající se cash flow projektu k výpočtu vhodné výnosové míry, konkrétně finanční vnitřní výnosovou míru (FRR) investic

(FRR/C) a vlastního kapitálu (FRR/K) a odpovídající finanční čistou současnou hodnotu (FNPV). Protože analýza nákladů a přínosů je více než jen zvážením finanční výnosové míry projektu, je výsledkem této finanční analýzy většina údajů o nákladech a přínosech projektu. Analýza přináší hodnotiteli základní informace o vstupech a výstupech, o jejich cenách a celkové časové struktuře přínosů a nákladů. [45]

Pro správné vypracování finanční analýzy je třeba věnovat pozornost následujícím prvkům:

- časový horizont,
- stanovení celkových nákladů (celkové investiční náklady a celkové provozní náklady,
- výnosy z projektu (tržby),
- zbytková hodnota investice,
- přizpůsobení inflaci,
- ověření finanční udržitelnosti,
- výběr vhodné diskontní sazby,
- stanovení hlavních ukazatelů výkonnosti (FRR a FNPV investice a kapitálu),
- stanovení míry spolufinancování. [45]

Finanční analýza musí být provedena, i když jsou služby zcela bezplatné a finanční výnosová míra je tedy negativní. Analýza by měla zhodnotit čisté náklady veřejných zdrojů a poskytnout dostatečné srovnání s obdobnými investicemi.

Časový horizont

Časový horizont představuje maximální počet let, pro který je prognóza připravována. Prognózy týkající se budoucích trendů projektu by měly být formulovány na období

odpovídající ekonomickému užitnému cyklu a měly by být dost dlouhé na to, aby postihly pravděpodobný střednědobý/dlouhodobý dopad projektu na jeho uživatele. [45]

Stanovení celkových nákladů

Údaje o nákladech projektu vycházejí z celkových nákladů na investici (pozemky, budovy, licence, patenty) a provozních nákladů (náklady na pracovní sílu, suroviny, dodávky energií). [45]

Výnosy z projektu

Některé projekty mohou generovat svůj vlastní příjem z prodeje zboží a služeb. Tento příjem se stanovuje na základě předpokládaného objemu poskytovaných služeb a prostřednictvím relativních cen. [45]

Přizpůsobení inflaci

V analýze projektu se obvykle používají stálé ceny. V analýze finančních toků může být však vhodnější použít ceny běžné (jedná se o nominální ceny, které se každý rok mění). Účinek inflace, či spíše obecný nárůst indexu cen, či oscilace relativních cen, mohou mít na výpočet finanční výnosové míry investic dopad. Proto se obecně doporučuje použití cen běžných. Oproti tomu, jsou-li použity stálé ceny, musejí být zaúčtovány oprávkami vztahující se ke změnám relativních cen, jedná-li se o změny signifikantní. [45]

Finanční udržitelnost

Finanční plán by měl demonstrovat finanční udržitelnost, což znamená, že projekt nepodstupuje riziko nedostatku finančních prostředků. Pro realizaci projektu je zásadní načasování příjmů finančních prostředků a realizace plateb. Žadatel musí naplánovat, jakým způsobem budou zdroje finančních prostředků (včetně příjmů a všech převodů peněžních prostředků) důsledně pokrývat vyplácené prostředky v rámci celého hodnoceného období projektu. Udržitelnost je zajištěna, pokud čistý tok kumulovaného cash flow, vykazuje ve všech letech kladné hodnoty. [45]

Stanovení diskontní sazby

Pro výpočet čisté současné hodnoty (NPV) a k diskontování cash flow je nutné stanovit udržitelnou diskontní sazbu. Existuje mnoho teoretických i praktických způsobů, jak odhadnout tuto referenční sazbu, jíž se využívá při diskontování v rámci finanční analýzy. [45]

V rámci CBA jsou obvykle stanovovány dva typy diskontní sazby. Finanční diskontní sazba představující náklady příležitosti na kapitál. Pokud je kapitál investován do jednoho projektu, dochází ke ztrátě potenciálních výnosů projektu druhého. V tom případě je tedy nutno odhadnout dané náklady příležitosti pro daný projekt, prostředím a období. Sociální diskontní sazba zohledňuje sociální aspekt hodnoceného projektu. Pokud je trh nedokonalý, může se výrazně lišit od finanční diskontní sazby.

Stanovení ukazatelů výkonnosti

Jak již bylo uvedeno výše, mezi základní ukazatele finanční analýzy patří finanční vnitřní výnosová míra a finanční čistá současná hodnota projektu.

U produktivních investic, jako jsou průmyslové závody, obvykle finanční výnosová míra před udělením grantu EU vysoce převyšuje 10 % (reálných). U infrastruktury jsou finanční výnosové míry obvykle nižší či dokonce záporné, částečně i kvůli tarifní struktuře těchto sektorů. Hodnotitel obvykle finanční výnosovou míru použije, aby posoudil budoucí výkonnost investice. Může to také přispět k rozhodnutí o míře spolufinancování. [45]

Ve všech případech je nutno poskytnout informace o čisté finanční zátěži projektu. Velmi nízká či dokonce záporná finanční výnosová míra nemusí nutně znamenat, že projekt neplní cíle fondů. Taková hodnota výnosové míry však napovídá tomu, že z finančního hlediska investice nebude nikdy zisková. V tom případě by měl předkladatel specifikovat, odkud bude projekt čerpat prostředky, až budou dotace ze strany EU utlumeny. [45]

Ekonomická analýza

Ekonomická analýza posuzuje příspěvek projektu k ekonomickému blahobytu regionu nebo země. Provádí se na základě hodnocení celé společnosti (regionu nebo země), nikoli pouze vlastníka infrastruktury, jako tomu je v případě finanční analýzy. Předmětem finanční analýzy je výkon investic neohledně na jejich finanční zdroje. Oproti tomu ekonomická analýza, prostřednictvím definování příslušných faktorů konverze pro každou položku přijímaných i vynakládaných prostředků, zahrnuje přínosy a sociální náklady neobsažené ve finanční analýze. Metodika umožňující přechod od finanční k ekonomické analýze sestává z transformace tržních cen použitých ve finanční analýze na ceny účetní (což upravuje ceny zkrácené nedostatky trhu) a zvažování vnějších faktorů vedoucích k přínosům a sociálním nákladům neobsaženým ve finanční analýze. Ty totiž negenerují skutečné peněžní výdaje či příjmy (např. dopady na životní prostředí nebo přerozdělování). Každé položce přijímaných i vynakládaných prostředků je přidělen ad hoc faktor konverze tak, aby se tržní ceny změnilly na ceny účetní. [45]

Dalším krokem je podobně jako v případě finanční analýzy diskontování prostřednictvím výběru správné sociální diskontní sazby a výpočtu vnitřní ekonomické výnosové míry investice (ERR).

Rozdíl mezi ERR a FRR (finanční výnosová míra investice) spočívá v tom, že ERR používá účetní ceny nebo náklady příležitosti na zboží a služby namísto nedokonalých tržních cen a v co nejvyšší možné míře zahrnuje všechny sociální a environmentální vnější faktory. Vzhledem k tomu bude většina projektů s nízkou nebo zápornou FRR/C vykazovat kladnou ERR. V některých výjimečných případech může být projekt se zápornou ENPV akceptován, pokud vykazuje zásadní nepeněžní přínosy. Pro finanční i ekonomickou analýzu je třeba provést srovnání stavu, bude-li investice uskutečněna, a pro případ, že nikoli. [45]

Multikriteriální analýza

Multikriteriální analýza posuzuje ve vztahu k hodnocené intervenci souběžně celou řadu cílů. Pomáhá zahrnout do posouzení investice strategické cíle, které v některých

případech není možné odrazit ve finanční a ekonomické analýze, jako např. sociální spravedlnost, ochranu životního prostředí, rovné příležitosti. [45]

Posledním, ale neméně důležitým krokem CBA je analýza citlivosti a rizik. Při posuzování investičních projektů je důležité zvážit všechny nejistoty a rizika spojená s jejich proměnnými. Klíčem k úspěšnému projektu, který plní stanovené cíle a přináší požadované výsledky, je jeho řízení napříč všemi fázemi životního cyklu. O problematice rizik, jejich rozdělení a řízení pojednává podrobněji následující kapitola.

4 AKTUÁLNÍ PŘÍSTUPY K ŘÍZENÍ RIZIK

Řízení je jedna z nejdůležitějších lidských činností. Od doby, kdy lidé začali vytvářet skupiny, aby dosáhli cílů, kterých nemohli dosáhnout jako jednotlivci, stalo se řízení nezbytným pro zabezpečení koordinace individuálních úsilí. Jak společnost začala stále více spoléhat na skupinové úsilí a množství organizovaných skupin se neustále zvětšovalo, vzrůstal význam manažerů a managementu. [14]

Management je ucelený soubor ověřených přístupů, názorů, zkušeností, doporučení a metod, které vedoucí pracovníci (tj. manažeři) užívají k zvládnutí specifických činností (tj. manažerských funkcí), jež jsou nezbytné k dosažení soustavy podnikatelských cílů organizace včetně její prosperity. [14]

Pojem management je v češtině synonymem pro slovo řízení. Často jím také bývá označována skupina vedoucích pracovníků v organizaci.

4.1 Management rizik

Každá lidská činnost je spojena s nejistotou budoucího vývoje, nejinak je tomu v případě investičního rozhodování. Nejistota je představována rizikem, které značí, že budoucnost nelze přesně odhadnout, skutečnost se může lišit od předpokladů. Riziko je spojeno s nadějí budoucího úspěchu, zároveň v sobě však skrývá obavy z nejistoty. Často platí, že čím větší riziko s sebou projekt nese, tím větší je potenciál jeho přínosu.

Při rozhodování vystávají rizika zejména díky neschopnosti přesné predikce, nedostatečným množstvím adekvátních informací a náhodností jednotlivých procesů. Negativní dopad výše uvedeného lze ztlumit pomocí vhodně zvoleného systému řízení rizik.

Problematika řízení rizik (risk management) je velice široká a podle svého zaměření často velice odlišná. Základními oblastmi týkajícími se řízení rizik, jsou především:

- přírodní katastrofy (živelní rizika) a havárie (technologická rizika),

- rizika ochrany životního prostředí,
- finanční rizika (investiční rizika, pojišťovací a zajišťovací rizika),
- projektová rizika,
- obchodní rizika (marketingové, strategické a rozpočtové riziko, riziko managementu),
- technická rizika. [34]

Řízení rizik je proces, při němž se subjekt řízení snaží zamezit působení již existujících i budoucích faktorů nejistoty a navrhuje řešení, která pomáhají eliminovat účinek nežádoucích vlivů a naopak umožňují využít příležitosti působení pozitivních vlivů. Součástí procesu řízení rizik je rozhodovací proces, vycházející z analýzy rizika. Po zvážení dalších faktorů, zejména ekonomických, technických, ale i sociálních a politických, management pro řízení rizik vyvíjí, analyzuje a srovnává možná preventivní a regulační opatření. Posléze z nich vybere ta, která existující riziko minimalizují. Jako součást řízení rizika bývá chápáno i šíření informací o riziku (risk communication) a vnímání rizika (risk perception). [34]

4.1.1 Klasifikace rizik

Vzhledem k existenci velkého množství vlivů, které na projekt působí, je nutné selektovat pro danou situaci ty nejzásadnější. Za účelem identifikace a následného rozřídění byly vytvořeny klasifikace rizik, které umožňují efektivnější práci s riziky.

Existuje několik druhů klasifikací rizik, které se odlišují v pojetí, respektive mají rozdílná hlediska třídění. Některá rizika lze pak zařadit do více kategorií, případně splňují více kritérií současně. V literatuře jsou nejčastěji uváděny následující druhy rizik v závislosti na rozličných principech členění. Jsou to například:

- podnikatelské a čisté riziko,
- systematické a nesystematické riziko,

- vnější a vnitřní riziko,
- ovlivnitelné a neovlivnitelné riziko,
- primární a sekundární riziko,
- rizika ve fázi přípravy a realizace projektu,
- rizika ve fázi provozní. [17]

Podle věcné náplně jsou rozlišována tato rizika:

- technicko-technologická,
- výrobní (provozní, operační),
- ekonomická, tržní, prodejní, cenová,
- finanční, kreditní,
- legislativní, politická, environmentální,
- spojená s lidským činitelem (rizika managementu, ztráty pracovníků apod.),
- informační,
- zásahy vyšší moci (havárie, živelní pohromy, teroristické útoky apod.). [17]

Mezi další typy rizik, které ovlivňují podnikání, patří:

- riziko správy a řízení společnosti, obchodní riziko, riziko dobré reputace,
- riziko kontinuity podnikání, strategické riziko,
- riziko informační bezpečnosti, podvodu,
- riziko zdraví a bezpečnosti,

- projektové riziko. [20]

Mezi často uváděné druhy rizik patří také rizika spekulativní a nefinanční. Rizika lze dále dělit na statická a dynamická.

Výše uvedená rizika nepředstavují zdaleka všechny možné nejistoty vývoje investičního projektu. V investičním procesu se vyskytuje mnoho dalších situací, které představují překážky a mohou způsobit komplikace při realizaci investičního záměru. Většinu těchto nežádoucích jevů lze předcházet zavedením řízení rizik. Vlastní risk management se skládá z několika fází, které pomáhají jak prevenci, tak zmírnění dopadu rizik na hodnocený projekt.

4.1.2 *Analýza rizika*

Analýza rizika sestává z několika po sobě jdoucích kroků:

- identifikace rizik,
- stanovení významnosti rizik,
- stanovení velikosti rizika projektu (měření rizika).

Aby je bylo možné řídit, je nutné rizika identifikovat. Pokud je riziko neznámé, nelze ho eliminovat ani zmírňovat jeho dopad. Je důležité si uvědomit, že v podstatě jakýkoliv vstup do projektu představuje větší či menší riziko. Kombinace nejistot jednotlivých vstupů dále ovlivňuje celkovou pravděpodobnost úspěchu výstupu projektu. Pro identifikaci rizik jsou používány různé metody (brainstorming, SWOT analýza, delfská metoda, hodnocení expertů atd.).

Druhým krokem analýzy rizik je stanovení jejich významnosti pro daný projekt či společnost. Z velkého výčtu rizik je nutno selektovat ta s největším dopadem. Matice hodnocení rizik se sestavují pro jednotlivý projekt nebo celý podnik a mohou zobrazovat:

- všechny faktory rizika, ovlivňující určitý dopad (dobu trvání projektu, investiční náklady, zisk, kvalitu produktu, goodwill, sociální dopady, aj.),
- jediný zvolený faktor a všechny dopady tohoto faktoru,
- všechny faktory rizika a jejich souhrnný dopad na podnik (projekt, aktivity).

Matice rizik představují expertní hodnocení kvalifikovaných odborníků a posuzují rizika ze dvou hledisek – pravděpodobnosti výskytu a intenzity negativního dopadu.

Tab. 4-1: Ukázka matice kvalitativního hodnocení rizik [autor]

Pravděpodobnost	Intenzita negativního dopadu				
	VM	M	S	V	ZV
ZV - zvláště vysoká				R7	
V - vysoká		R5		R6	
S - střední	R1		R2		
M - malá				R4	
VM - velice malá	R3				

Stanovené hranice v matici rizik v tab. 4-1 rozdělí rizika na nepodstatná (R1, R3), nepravděpodobná (R2, R4, R5) a podstatná (R6, R7), která je zapotřebí dále řídit. Riziko je tedy tím významnější, čím pravděpodobnější je jeho výskyt a čím vyšší je intenzita negativního dopadu na projekt. Při stanovování významnosti rizik je velmi důležitá volba stupnice pro hodnocení rizik, která může výrazně ovlivnit výsledek hodnocení.

Kvantitativní ohodnocení významnosti rizika se vypočte dle následující rovnice.

$$H_i^j = H_{ip} * H_{id}^j \quad (3-3)$$

Kde H_i^j ohodnocení významnosti i-tého faktoru rizika z hlediska j-tého dopadu

H_{ip} ohodnocení pravděpodobnosti i-tého faktoru rizika

H_{id}^j ohodnocení významnosti j-tého dopadu i-tého faktoru rizika

Vlastní měření rizika se provádí pomocí vyhodnocení ekonomických ukazatelů, statistických a pravděpodobnostních metod. Odhadují se budoucí možné stavy světa, které představují jednotlivé varianty projektu (např. základní, optimistická a pesimistická). Varianty se od sebe odlišují různou výší nákladů, jinými vstupy do výroby, použitými technologiemi apod. Varianty jsou vůči sobě porovnávány na základě manažersko-ekonomických metod. Níže jsou uvedeny nejčastěji používané vyhodnocovací postupy:

- analýza bodu zvratu,
- stanovení účinku provozní páky,
- ukazatele ekonomické efektivity (IRR, NPV, DN, ...),
- pravděpodobnostní stromy,
- citlivostní analýza,
- simulační programy využívající pravděpodobnostní metody (výstupy jsou statistické charakteristiky).

Po fázi analýzy rizik přichází na řadu vlastní řízení rizika, kdy se s nejvýznamnějšími riziky dále pracuje.

4.1.3 Řízení rizika

Řízení rizika, které je prováděno za účelem maximalizace úspěchu projektu a minimalizace nežádoucích jevů v důsledku rizikových faktorů, sestává z:

- hodnocení rizika projektu a následné rozhodování o riziku,
- plánování a realizace protikrizových opatření,
- postaudit projektu.

Vlastní hodnocení rizik, vycházející z měření rizik, spočívá v průběžném sledování, kontrole a případném přepracování plánu. V průběhu projektu se naplánovaná data porovnávají se skutečností a vyhodnocuje se stav odchylek oproti žádoucímu stavu. Pokud se odchylky od plánu vyskytnou, je nutné je řídit na základě předem zvolených opatření (navržena v rámci studie proveditelnosti), případně operativními plány.

Rizika dle své povahy mohou být eliminována ještě před svým vznikem – lze zabránit vzniku rizika, pak se jedná o opatření preventivní. U některých rizik je však jejich vznik neovlivnitelný, lze tedy pouze zmírnit jejich následný dopad, a to pomocí nápravných opatření.

Preventivní opatření jsou zaměřena na příčinu rizika. Níže jsou uvedena nejdůležitější z nich:

- využívání síly k oslabení nebo eliminaci rizik,
- transfer rizika na jiné subjekty,
- kvalitní informace,
- kvalita zdrojového zabezpečení,
- vertikální integrace. [22]

Pro zmírnění negativního dopadu již vzniklého rizika se nejčastěji používají následující opatření:

- zabezpečení flexibility projektu,
- diverzifikace projektu,
- rozdělení rizika projektu,
- pojištění čistého rizika projektu,
- termínované zajišťování projektu. [22]

4.2 Modelování a simulace rizik

Z předchozích kapitol vyplývá, že všechny hodnoty vstupující do projektu jsou ohroženy nejistotou, tj. nelze je určit se 100% přesností. Plány vycházejí z předpokladů a odhadů investora a ostatních zainteresovaných subjektů. Tyto odhady s sebou nesou určité riziko nepřesnosti a mohou se výrazně lišit od skutečně dosažených hodnot.

4.2.1 *Statistika*

Statistika patří mezi přírodní vědy, jejíchž cílem je získání, zpracování a následná analýza dat a jejich interpretace pro rozhodovací procesy. Snaží se nalézt zákonitosti ve vývoji a vztazích hromadných jevů na základě pozorování. Pozorování představuje měření a analýzu mnohokrát opakujících se jevů nebo výběru z množiny prvků.

Statistika obvykle sestává z následujících kroků:

- měření a zjišťování,
- analýza získaných údajů,
- interpretace výsledků analýzy.

Existují dva druhy statistiky. Popisná statistika pracuje s naměřenými daty pomocí tabulek, grafů a výpočtu číselných charakteristik (aritmetický průměr, modus, kvantil, rozptyl, směrodatná odchylka, koeficienty šikmosti a špičatosti apod.). Induktivní statistika se již zaměřuje na analýzu vlastností souboru dat s využitím pravděpodobnosti.

4.2.2 *Teorie pravděpodobnosti*

Pravděpodobnost náhodné veličiny je hodnota, která představuje míru očekávatelnosti výskytu náhodného jevu. Pravděpodobnost nabývá hodnot od 0 (jev nenastane) do 1 (jev nastane s jistotou).

Statistická definice pravděpodobnosti říká, že s rostoucím počtem pokusů se relativní četnost jevu A blíží k pravděpodobnosti nastoupení jevu A.

Klasická definice pravděpodobnosti

Jestliže množina elementárních jevů $I = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$ je konečná a všechny jevy jsou stejně možné, potom je pravděpodobnost $P(A)$ dána následující rovnicí

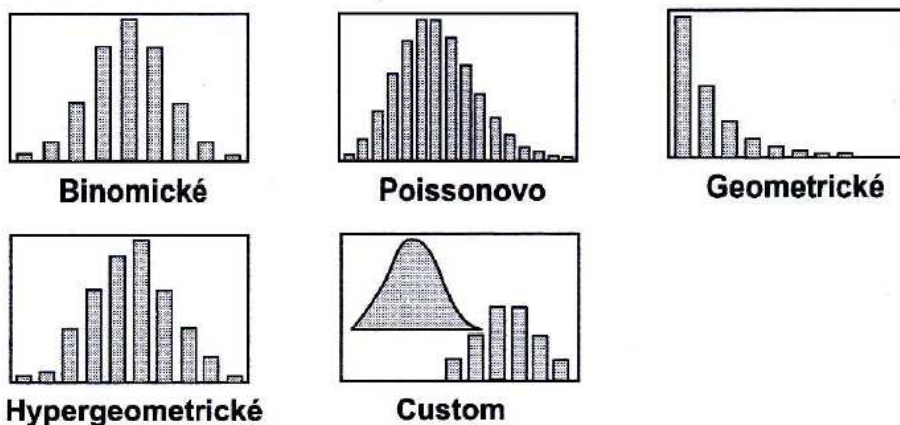
$$P(A) = m/n \quad (3-3)$$

Kde m počet výsledků příznivých jevu A ,

n počet všech možných výsledků.

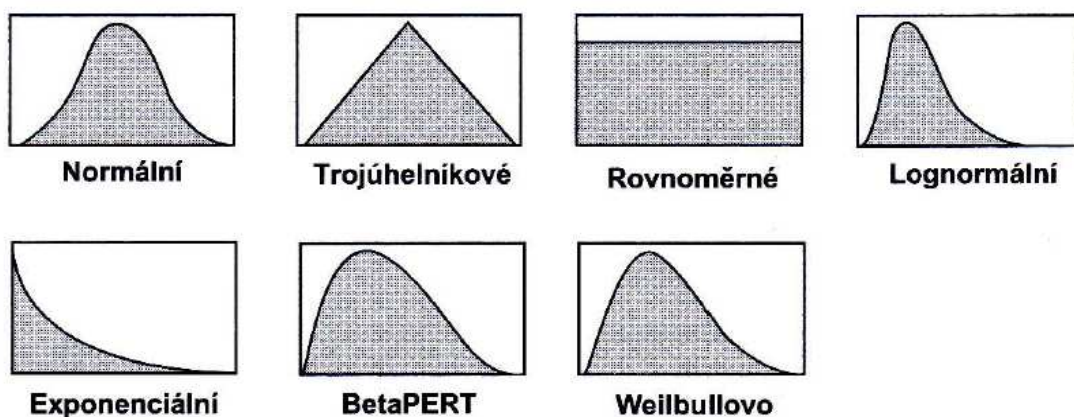
Rozdělení pravděpodobnosti

Rozdělení pravděpodobnosti je funkce, která reprezentuje výskyt pravděpodobnosti náhodného jevu. Průběh každého jevu závisí na stanovených předpokladech a podmínkách. Náhodné (stochastické) veličiny jsou proměnné, jejichž hodnoty při konstantních podmínkách závisí na náhodě. Jsou to libovolné veličiny, které lze opakovaně měřit. Každá z jejich hodnot má svoji určitou pravděpodobnost a lze je analyzovat s použitím metod matematické statistiky a teorie pravděpodobnosti. Náhodné veličiny mohou být diskrétní nebo spojité a pak jim odpovídá diskrétní nebo spojitá distribuční funkce. Diskrétní rozdělení pravděpodobnosti je definováno na spočetné množině (např. podmnožina celých čísel). Spojité rozdělení nabývá všech hodnot v rámci daného intervalu a má charakter např. funkce exponenciální.



Obr. 4-1: Typické tvary základních diskrétních rozdělení pravděpodobnosti [11]

Grafické znázornění vybraných diskrétních rozdělání je uvedeno na obr. 4-1. Důležitá diskrétní rozdělání jsou například jednoduché rozdělání, Poissonovo, binomické, negativní binomické a Maxwellovo–Boltzmannovo. Mezi důležitá spojitá rozdělání patří normální rozdělání, rozdělání gama, Studentovo rozdělání a exponenciální rozdělání. Grafické ukázky vybraných spojitých rozdělání jsou na obrázku níže.



Obr. 4-2: Typické tvary základních spojitých rozdělání pravděpodobnosti [11]

Limitní věty teorie pravděpodobnosti

Zákon velkých čísel říká, že jestliže je opakován nezávisle nějaký pokus, lze z pozorovaných hodnot sestavit rozdělání relativních četností a informaci o tomto rozdělání shrnout do charakteristik. Toto rozdělání, resp. charakteristiky jsou empirickým rozděláním resp. empirickými charakteristikami. Při dodržování jistých podmínek lze očekávat, že empirické rozdělání (resp. charakteristiky) se bude blížit teoretickému rozdělání (resp. charakteristikám) a to tím více, čím větší bude počet realizovaných pokusů. Toto je obecné vyjádření zákona velkých čísel.

Je třeba si uvědomit, že přibližování empirických hodnot k hodnotám teoretickým nemá charakter matematické konvergence, ale konvergence pravděpodobnostní. Pravděpodobnostní konvergence znázorňuje skutečnost, že při vzrůstajícím počtu pokusů se pravděpodobnost větších odchylek empirických hodnot od teoretických stále zmenšuje. [25]

Centrální limitní věty

Centrální limitní věty se zabývají normálním rozdělením jako limitním rozdělením, ke kterému se některá jiná rozdělení za určitých podmínek blíží. Podstatou CLV je tvrzení, že náhodná veličina X , která vznikla jako součet velkého počtu vzájemně nezávislých náhodných veličin X_1, X_2, \dots, X_n , má za velmi obecných podmínek přibližně normální rozdělení. Náhodná veličina X , jejímž limitním zákonem rozdělení je rozdělení normální, má tzv. asymptoticky normální rozdělení. [25]

Normální rozdělení

Nejrozšířenějším pravděpodobnostním rozdělením je normální rozdělení neboli Gaussovo. Normální rozdělení má vždy tyto charakteristiky:

- hodnoty funkce jsou vždy nezáporné,
- plocha pod křivkou funkce je rovna 1,
- pravděpodobnost, že náhodou hodnota x padne do intervalu $\langle a, b \rangle$ je dáno plochou pod křivkou mezi body a a b .

Normální rozdělení je symetrické a je definováno pomocí dvou základních charakteristik (střední hodnota a směrodatná odchylka).

Vztah pro výpočet hodnot funkce normálního rozdělení $f(x)$ je dán následující rovnicí:

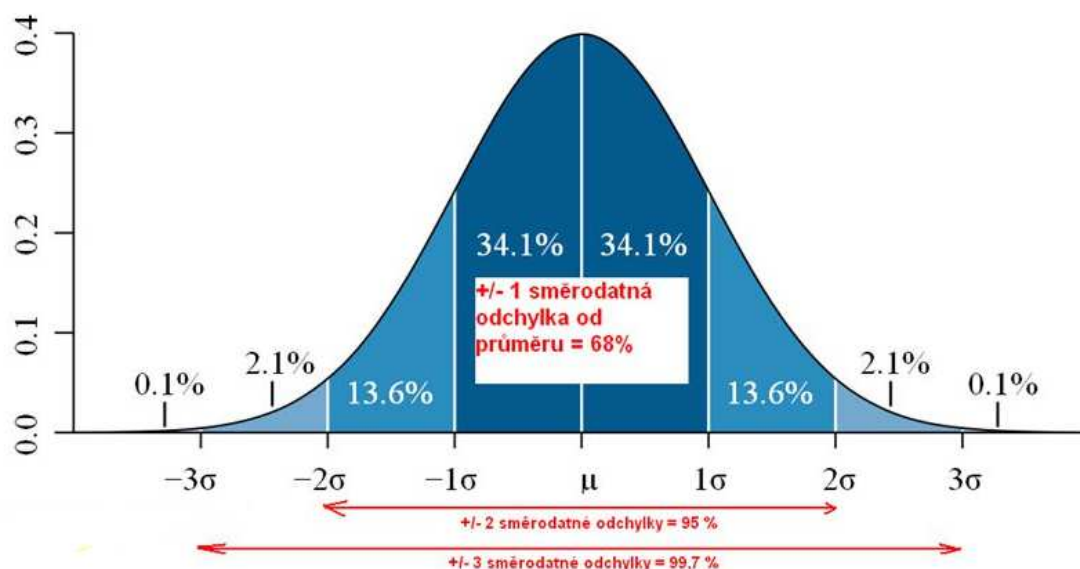
$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3-4)$$

Kde μ = střední nebo očekávaná hodnota (reální číslo),

σ = směrodatná odchylka (kladné číslo) [8].

Graf na obr. 4-3 znázorňuje průběh funkce hustoty $f(x)$ normálního rozdělení se střední hodnotou rovnou μ a směrodatnou odchylkou σ . Hodnota funkce vyjadřuje, v jakých oblastech osy x je výsledek náhodného pokusu více pravděpodobný a v jakých méně,

tomu odpovídá četnost na ose y. Výsledky poblíž střední hodnoty μ jsou pravděpodobnější než odlehlé. Jednou z nejvýznamnějších vlastností tohoto typu rozdělení je existence intervalů spolehlivosti.



Obr. 4-3: Normální rozdělení se znázorněním typických intervalů spolehlivosti [49]

Základní intervaly spolehlivosti ohraničené násobky směrodatné odchylky od střední hodnoty jsou uvedeny na obrázku 4-3. Zároveň platí, že výsledek náhodného pokusu s normálním rozdělením $N(\mu, \sigma^2)$ padne do intervalu s určitou pravděpodobností.

Tab. 4-2: Hranice a pravděpodobnost intervalů normálního rozdělení [8]

Interval spolehlivosti	Pravděpodobnost (%)
$\mu - \sigma \leq x \leq \mu + \sigma$	68.2
$\mu - 2\sigma \leq x \leq \mu + 2\sigma$	95.4
$\mu - 3\sigma \leq x \leq \mu + 3\sigma$	99.7

4.2.3 *Nedostatky tradičního přístupu k hodnocení investičních projektů*

Poznatky z hospodářské praxe ukazují na nedostatečnou integraci rizika a nejistoty do investičního rozhodování, kdy analýza rizika investičních projektů neprobíhá buď

vůbec, resp. ve značně zjednodušené formě. Důsledkem toho pak mohou být chybná investiční rozhodnutí, která ohrožují, a to v především v případě rozsáhlých investičních projektů, prosperitu a finanční stabilitu firem realizujících tyto projekty. [10]

Teorie rozhodování a především její aplikovaná forma označovaná jako rozhodovací analýza, koncipovaly značný počet nástrojů určených pro podporu řešení rozhodovacích problémů za rizika a nejistoty v hospodářské praxi, a to především složitých, špatně strukturovaných problémů, řešených na vyšší úrovni řízení (strategické, resp. taktické rozhodovací procesy). Uplatnění těchto metod však vyžaduje znalost určitých základních pojmů. [11]

4.2.4 Scénáře

Pojetí scénářů není jednotné, obvykle se však chápou jako vnitřně konzistentní obrazy budoucnosti založené na určité množině vzájemně propojených faktorů kvalitativní i kvantitativní povahy. Východiskem jejich tvorby by mělo být vymezení toho, co je známo o budoucím vývoji, tj. trendů na straně jedné a specifikace toho co není známo, tj. klíčových nejistot. Každý scénář je pak založen na propojení těchto trendů a nejistot. [10]

Charakteristickým rysem tradičních postupů hodnocení projektů je pak jednoc scénářový přístup, kdy peněžní toky tvořící základ pro výpočet kritérií posuzování investičních projektů vycházejí z jediného, obvykle nejpravděpodobnějšího vývoje interních a především externích faktorů, ovlivňující příjmy a výdaje projektu v období jeho životnosti. Riziko a nejistota (kromě již zmíněného ovlivnění diskontní sazby) se pak obvykle zvažuje pouze neformalizovaně jako další aspekty hodnocení investičních projektů. Tradiční způsob hodnocení a výběru investičního projektu je svou povahou v podstatě deterministický, kdy subjekty odpovědné za výběr těchto projektů rozhodují často pouze na základě hodnot jednoho kritéria (např. NVP či doby úhrady) či několika málo kritérií při nejpravděpodobnějším scénáři. [12]

Nedostatky jednoc scénářového přístupu k hodnocení projektů pak ještě zvýrazňuje převládající značný optimismus manažerů, kteří často zakládají investiční rozhodnutí na

falešných předpokladech úspěchu a optimistických iluzích spojených s přeceňováním výnosů a podceňováním nákladů, než na racionálním zvažování potenciálních zisků a ztrát investičních projektů. Tyto scénáře jsou často neadekvátní, optimisticky vychýlené a podceňují pravděpodobnost nepříznivého vývoje faktorů ovlivňujících výsledky projektů, přičemž každý složitý projekt může ohrožovat velký počet událostí. I když je každá z událostí málo pravděpodobná, může být jejich souhrn vedoucí k nepříznivým výsledkům projektu pravděpodobnější, než jediný zvažovaný „nejpravděpodobnější scénář“, který je základem investičního rozhodnutí. [12]

Nedostatky tradičního přístupu k hodnocení investičních projektů lze jen do určité míry oslabit uplatněním analýzy citlivosti, zjišťující dopady izolovaných změn faktorů ovlivňujících výsledky projektů na kritéria jejich hodnocení, resp. další relevantní veličiny (např. hodnoty peněžních toků). Zásadní zvýšení kvality investičního rozhodování z hlediska respektování rizika a nejistoty však mohou přinést pouze pravděpodobnostní přístupy, jejichž významnými představiteli jsou scénáře a simulace Monte Carlo. [12]

4.2.5 Praviděpodobnost a statistika jako podpora manažerského rozhodování

Jedním z klíčových pojmů rizikového rozhodování jsou subjektivní pravděpodobnosti. Bez jejich stanovení není možná aplikace takových významných nástrojů podpory rozhodování za rizika, jakými jsou především pravděpodobnostní stromy, rozhodovací stromy a simulace metodou Monte Carlo. [11]

Pravděpodobnosti rizikových situací není možné vyjádřit obvykle pomocí tzv. objektivních pravděpodobností, založených na zpracování minulých statistických údajů. Tyto statistické údaje nejsou k dispozici vůbec nebo mohou mít pouze určitý podpůrný charakter. Pro pravděpodobnostní ohodnocení rizikových situací lze však uplatnit tzv. subjektivní pravděpodobnosti. Subjektivní pravděpodobnost pak vyjadřuje míru osobního přesvědčení subjektu (manažer, podnikatel, expert) ve výskyt určitého jevu či události. [11]

Subjektivní pravděpodobnosti lze vyjádřit číselně nebo slovně. Číselné vyjádření je však jednoznačnější a lze jej dále využít v případě řešení modelů pro manažerské rozhodování. Tyto modely, zpracovávané obvykle v simulačním softwaru, jsou pomůckou pro přesnější plánování, jelikož generují velké množství možných scénářů vývoje a také určují pravděpodobnost úspěchu resp. neúspěchu.

4.2.6 Simulační metoda Monte Carlo

Je zřejmé, že pokud existuje více významných rizikových faktorů ovlivňujících výsledky analýzy rizika objektu (firmy, složek jejích určitých aktiv, investičních projektů aj.), resp. jde většinou o faktory rizika spojitě povahy, nelze uplatnit scénáře jako nástroje analýzy rizika. Východiskem je zde užití simulace Monte Carlo, jejíž podstatou je generování velkého počtu scénářů (řádově stovek až desetitisíců) a propočet hodnot finančních kritérií pro každý scénář. Je pochopitelné, že výstupem simulace nemohou být informace v podobě určitých charakteristik jednotlivých scénářů, ale že se tyto výstupy vztahují především v podobě grafického zobrazení rozdělení pravděpodobnosti finančních kritérií a jejich statistických charakteristik k celému souboru scénářů. [17]

Simulace Monte Carlo vyžaduje vytvoření matematického modelu objektu analýzy rizika, zpracovaného v programu v MS Excel, nebo jiném tabulkovém procesoru. Dále je třeba určit klíčové faktory rizika (faktory, které jsou značně nejisté a na jejichž změny jsou výstupy simulace vysoce citlivé), stanovit rozdělení pravděpodobností těchto faktorů včetně jejich statistické závislosti a v posledním kroku realizovat vlastní simulaci s využitím vhodného počítačového programu. [17]

Po realizaci zadaného počtu simulačních kroků se získají výsledky simulace, a to jednak v grafické podobě (především rozdělení pravděpodobnosti zvolených kritérií, grafy citlivosti zobrazující příspěvky jednotlivých faktorů k nejistotě každého kritéria aj.), jednak v číselné podobě (percentil, dolní a horní meze rozdělení, jeho statistické charakteristiky polohy, variability, šikmosti a špičatosti aj.). [17]

Simulace metodou Monte Carlo představuje užitečný nástroj analýzy rizika zvyšující kvalitu významných rozhodnutí za rizika a nejistoty v různých oblastech managementu. Její předností je především to, že nutí manažery, resp. další subjekty analyzující a hodnotící určité objekty (firmy, složky jejich aktiv, investiční projekty aj.) hlouběji přemýšlet a analyzovat tyto objekty z hlediska jednotlivých faktorů rizika, jejich nejistot, vzájemných závislostí a dopadů na zvolená kritéria hodnocení. Vede tedy k hlubšímu poznání rizikové stránky objektů a lépe podloženému rozhodování týkajícího se např. volby varianty rozvoje podniku, přijetí či zamítnutí určitých investičních projektů aj. [17]

4.2.7 *Software pro simulace*

Vzhledem ke složitosti a náročnosti modelování a výpočtu matematických statistických metod se v dnešní době využívají simulační softwary (např. Crystal ball, FREET). Ty obvykle obsahují některou ze simulačních metod typu Monte Carlo nebo Latin Hypercube Sampling.

Nejdůležitějším výstupem simulačního softwaru je pravděpodobnost neúspěchu, respektive úspěchu zvolené funkce. Tyto výsledky jsou pak vhodným nástrojem pro plánování a controlling projektu.

4.3 *Současné přístupy k hodnocení rizik v praxi*

Výsledky řady empirických průzkumů ukazují, že mnoho investičních projektů končí neúspěchem, který může, a to především u značně rozsáhlých projektů, vést k ohrožení finanční stability firmy realizující projekt a někdy až k jejímu zániku. Jedním z faktorů, který přispívá k této situaci, je zásadní nedostatek tradičních přístupů k investičnímu rozhodování, spočívající ve způsobu začlenění rizika a nejistoty do těchto procesů. Takové ekonomické hodnocení investičních projektů je založeno na uplatnění určitých kritérií, která riziko a nejistotu spojenou s projektem buď nerespektují vůbec, resp. pouze nepřímo. Nerespektování rizika je spojeno s kritérii, jako jsou např. ukazatele rentability a značně rozšířená doba úhrady (doba návratnosti). Nepřímé začlenění rizika a nejistoty je pak spojeno především s uplatněním čisté současné hodnoty (NPV),

diskontované doby úhrady, indexu rentability, vnitřního výnosového procenta. Toto respektování rizika má pak formu rizikové prémie, tvořící součást diskontní sazby projektu. Vyšší nebo nižší míře rizika projektu odpovídá pak vyšší nebo nižší hodnota této prémie. [12]

4.3.1 Přístupy k hodnocení rizik při investičním rozhodování

Kvantitativní scénáře i simulace Monte Carlo mají určité společné rysy, avšak také některé odlišnosti. Základním společným rysem obou metod je především to, že pro jejich aplikaci v oblasti oceňování je třeba:

- stanovit veličiny (faktory rizika a nejistoty) ovlivňující peněžní toky projektu, tj. zpracovat jejich písemný seznam (k tomuto účelu lze využít systematicky vytvářené, resp. aktualizované databáze či registry rizik),
- omezit soubor těchto faktorů na menší počet faktorů s největším významem využitím matice hodnocení rizik či analýzy citlivosti,
- stanovit rozdělení pravděpodobnosti faktorů rizika. [12]

Do určité míry je oběma přístupům blízký i způsob stanovení jejich výstupů, který je založen na tvorbě scénářů jakožto kombinací hodnot jednotlivých faktorů rizika a výpočtu hodnot kritérií hodnocení investičních projektů při každém scénáři. Výstupy obou metod jsou pak prezentovány číselně v podobě rozdělení pravděpodobnosti zvoleného kritéria hodnocení, včetně jeho statistických charakteristik. [12]

Základní rozdíl obou přístupů spočívá v tom, že počet scénářů u metody scénářů je omezený a nepřesahuje obvykle deset. Simulace metodou Monte Carlo naopak pracuje s velkým počtem scénářů, řádově tisíců až statisíců. Vzhledem k tomu je zřejmé, že rizikové faktory, které lze zobrazit pomocí scénářů, jsou faktory diskrétní povahy. Pokud má některý z klíčových rizikových faktorů spojitý charakter, je třeba tyto faktory aproximovat diskrétními faktory s malým počtem hodnot. Vzhledem k tomuto omezení jsou scénáře nejvhodnější v situacích, kdy mají rizikové faktory binární charakter (např.

konkurence v určitém období vstoupí/nevstoupí na daný trh, regulační opatření určitého typu budou odstraněna, či ne, aj.). [12]

Pak jde o přirozené scénáře. Simulační přístupy žádné takové omezení nemají a mohou pracovat jak se spojitými, tak i s diskrétními faktory rizika. Různý počet scénářů v obou metodách ovlivňuje též nástroje, které lze k zobrazení scénářů uplatnit. U scénářů to jsou pravděpodobnostní stromy, které jakožto grafický nástroj poskytují názornou představu možných výsledků investičních projektů při jednotlivých stavech podnikatelského okolí zobrazených scénáři. Základem simulace je matematický model finančního plánu projektu, včetně vztahů pro výpočet kritérií jeho hodnocení a výstupy simulace lze pak jednak zobrazit graficky (v podobě grafu hustoty pravděpodobnosti či distribuční funkce zvoleného kritéria hodnocení), jednak získat statistické charakteristiky tohoto rozdělení. Určitý rozdíl obou přístupů spočívá i v tom, že aplikace simulace Monte Carlo vyžaduje vhodnou počítačovou podporu. [12]

Kvantitativní scénáře i simulaci Monte Carlo lze uplatnit v investičním rozhodování především jako nástroje:

- stanovení rozdělení pravděpodobnosti kritérií hodnocení investičních projektů a určení velikosti jejich rizika v podobě statistických charakteristik variability (rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient), resp. pravděpodobností překročení či nedosažení určitých hodnot kritérií. Výstupy tohoto způsobu uplatnění obou metod pak poskytují podklady pro rozhodování o výběru investičních projektů k realizaci,
- určení přijatelnosti rizika, kdy jde o propočet hospodářských výsledků, peněžních toků,
- ekonomických kritérií aj. při nepříznivých situacích zobrazených určitými scénáři. Tyto výsledky společně s charakteristikami velikosti rizika pak poskytují cenné informace o míře přijatelnosti rizika jednotlivých investičních projektů a rozhodování o jejich přijetí, či zamítnutí,

- upřesnění odhadu peněžních toků investičních projektů. Výsledky simulací či scénářových výpočtů v podobě rozdělení pravděpodobnosti peněžního toku projektu slouží ke stanovení středních hodnot tohoto peněžního toku v jednotlivých letech jeho života, jakožto jeho bodových odhadů pro výpočet ocenění,
- podpory managementu rizika včetně přípravy systémů včasného varování a kontingenčních plánů na základě kvantitativních informací o významnosti jednotlivých faktorů rizika z hlediska jejich příspěvků k riziku projektu. [12]

4.3.2 *Propojení simulačních a scénářových přístupů*

Simulační přístupy jsou vhodné především v situacích, kdy existuje značný počet rizikových faktorů spojitě či diskrétní povahy, přičemž nelze předpokládat zásadně odlišné možnosti vývoje těchto faktorů (jde tedy spíše o spojitý vývoj v určitém pásu, resp. rozmezí spolehlivosti). Pokud jsou reálné zásadní změny hodnot určitých rizikových faktorů (např. již zmíněné faktory binární povahy typu zda konkurence na určitý trh vstoupí či ne) vedoucí k přirozeným scénářům, může být užitečné propojit scénářový přístup se simulací v podobě podmíněné analýzy rizika. Podstatou této analýzy je zobrazení podnikatelského okolí pomocí několika vzájemně se vylučujících scénářů (respektování „větších rizik“), přičemž pro každý tento scénář proběhne simulace respektující „menší rizika“ v rámci daného scénáře. Výsledky analýzy rizika jednotlivých scénářů v podobě podmíněných statistických charakteristik rozdělení pravděpodobnosti se pak dále statisticky zpracovávají, což umožňuje lepší a úplnější popis rizikové situace. [12]

4.3.3 *Aplikace analýzy scénářů při postauditu investic*

Většina rozhodovacích procesů probíhá za rizika, a proto je nezbytné určit rizikové faktory, které mohou výrazně ovlivnit hodnotu investice a tím i rozhodnutí zda investiční projekt realizovat. Analýza rizikových faktorů je nezbytnou součástí ekonomického hodnocení investic. Pro stanovení významnosti faktorů rizika lze využít expertních zkušeností pracovníků, kteří mají potřebné znalosti a zkušenosti v daných

oborech, kde jsou investice realizovány. Při odborném odhadu je vhodné stanovit matici hodnocení rizika (risk assessment matrix), která je založena na pravděpodobnosti výskytu faktoru rizika a intenzitě negativního vlivu na hodnotu investice. Riziko investičních projektů lze určit kvantitativně pomocí statistických charakteristik, které jsou založeny na rozdělení pravděpodobnosti určitého ekonomického kritéria, např. čisté současné hodnoty (NPV). Pro analýzu rizikových faktorů lze použít různé metody, např. analýzu scénářů, analýzu citlivosti, analýzu odchylek hodnotícího kritéria nebo simulaci Monte Carlo. [33]

Při hodnocení investic je vhodné využít během provozní fáze nebo po ukončení provozu investice postaudit. Postaudit je opětovné hodnocení projektu poté, co byl již projekt realizován. Smyslem postauditů je odhalit a analyzovat všechny vlivy, které způsobily odchylku plánovaných od skutečně dosažených výsledků. Pro hodnocení investic lze využít celou řadu kritérií, z nichž za stěžejní kritérium lze považovat čistou současnou hodnotu. Čistá současná hodnota (NPV) může být stanovena na bázi peněžních toků nebo na bázi ekonomické přidané hodnoty (EVA, Economic Value Added). V případě, že bude pro výpočet použita ekonomická přidaná hodnota, tak čistá současná hodnota na bázi EVA je dána součtem současných hodnot EVA v jednotlivých letech realizace investice. [33]

Při hodnocení efektivnosti investičního projektu je nutno posoudit veškerá vstupní data (ceny výrobků, vyrobené množství produkce, provozní náklady, režijní náklady, výši čistého pracovního kapitálu, výdaje na investici, atd.), která jsou spojená s danou investicí a výrazně ovlivňují celkovou hodnotu investice. Pokud je již investice uvedena do provozu, tak je výhodné během provozní fáze nebo do skončení provozu investice aplikovat postaudit, který se zaměřuje na analýzu vlivů všech faktorů, které působily na změnu dosažených výsledků oproti plánovaným. V případě, že bude postaudit aplikován během provozní fáze, tak je vhodné využít analýzu scénářů. Scénáře mohou být využity ke zmírnění negativních dopadů vývoje podnikatelského prostředí nebo jako systémy včasného varování. Analýza scénářů přispívá ke zvýšení kvality rozhodování. Aplikovat analýzu scénářů je možno tehdy, pokud mají faktory ovlivňující hodnotu investice diskrétní charakter. V případě, že existuje více rizikových faktorů, které mají

spojitý charakter, lze pro stanovení rozdělení pravděpodobnosti hodnotícího kritéria investice (např. NPV) využít simulaci Monte Carlo, jejíž podstatou je generování většího počtu scénářů a propočet pravděpodobnosti daného kritéria pro hodnocení investice. [33]

4.3.4 Analýza rizik v rámci Regionálních operačních programů

Investiční projekty spolufinancované ze strukturálních fondů, Fondu soudržnosti a ISPA představují nástroje pro realizaci regionální politiky EU. Strukturální fondy EU mohou poskytnout financování pro širokou škálu projektů, ať už z hlediska zúčastněných odvětví, či objemu investic. Fond soudržnosti a nástroj ISPA financují výhradně projekty v odvětví dopravy a životního prostředí, ale strukturální fondy a obzvláště ERDF mohou financovat projekty i v odvětví energetiky, průmyslu a služeb. [45]

Regionální operační programy, které slouží jako spojovací článek mezi žadateli a poskytovateli dotací z evropských fondů, mají stanovenou metodiku hodnocení investičních projektů, která vychází z nařízení EU. Z pohledu managementu rizik se jedná spíše o proaktivní přístup. V rámci dotačního procesu je hodnocena řada faktorů. Jako hlavní kritérium hodnocení a porovnání investičních projektů slouží ekonomická efektivnost.

Nehledě na jejich finanční velikost musí předkladatel pro tyto projekty připravit analýzu nákladů a přínosů, která bere v úvahu přímé a nepřímé dopady na zaměstnanost, případně je integrována s dalšími hodnotícími metodami, pokud se jedná o projekt v oblasti životního prostředí. [45]

Mezi určení finančních limitů patří následující:

- klíčovou ekonomickou proměnnou jsou celkové náklady na investici. Pro hodnocení tohoto údaje je třeba vzít v úvahu nikoli zdroje financování (např. pouze veřejné finance, nebo pouze spolufinancování ze strany Společenství), ale celkovou ekonomickou hodnotu navrhované investice do infrastruktury nebo produktivní investice,

- pokud se předpokládá, že investiční náklady budou rozloženy do několika let, pak je třeba vzít v úvahu sumu veškerých ročních nákladů,
- kromě toho, že je třeba zvážit pouze investiční, nikoli provozní náklady, lze doporučit, aby do kalkulace celkových nákladů byly zahrnuty rovněž veškeré jednorázové výdaje spojené s počáteční fází, jako např. náklady na nábor a školení personálu, náklady na licence, předběžné studie, plánování a další technické studie, cenové úpravy, náklady na rezervaci provozního kapitálu atd.,
- v některých případech je vzájemná provázanost jednotlivých menších projektů taková, že je lepší je považovat za jeden velký projekt. [45]

Při hodnocení těchto projektů jsou rizika zohledňována v rámci analýzy nákladů a užitku CBA kvalitativním slovním hodnocením (ukázka viz příloha A). Podrobněji bylo o metodice CBA a jejím použití v rámci dotačního systému EU pojednáno v části 3.5.

4.3.5 SFDI a hodnocení rizik

Jedním z významných investičních těles v ČR je Státní fond dopravní infrastruktury (SFDI). Je řízen zákonem o SFDI, má za úkol řídit rozvoj, výstavbu, údržbu a modernizaci silnic a dálnic, železničních dopravních cest a vnitrozemských vodních cest. Kromě vlastního financování výstavby a údržby Fond dále poskytuje příspěvky na průzkumné a projektové práce, studijní a expertní činnosti zaměřené na dopravní infrastrukturu. [51]

Projekty dopravní infrastruktury jsou svou povahou často velice nákladné, proto se u nich zanedbání rizik může projevit velkým finančním dopadem. SFDI má v rámci Cenových normativů staveb pozemních komunikací vlastní databázi pro hodnocení rizik.

Definice obsahuje rozdělení rizik na základě povahy rizika. Při oceňování staveb lze rizika definovat dle uvážení zpracovatele na úrovni celé stavby, pro skupiny objektů, samostatně pro každý objekt. Riziko se dělí mezi šest základních kategorií:

Rizika plynoucí z průzkumů umístění stavby

Tato skupina rizik zahrnuje nepředvídatelné události spojené s veškerými průzkumy související s umístěním stavby. Jedná se zejména rizika plynoucí z neprovedených/nedostatečně provedených/nepřesně provedených geologických, geotechnických, hydrologických, hydrogeologických, pedologických, archeologických a dalších průzkumů. [46]

Rizika plynoucí z technologického vývoje

Tato skupina rizik zohledňuje vývoj technologií použitých v projektu stavby v návaznosti na časový výhled realizace stavby. Základním předpokladem této skupiny rizik je minimalizovat finanční aspekty dopadu technologického vývoje na stavbu. Konkrétní hodnota rizika závisí na plánovaných termínech výstavby (jejich odkladech) a charakteru provozních souborů. Hodnota rizika se stanovuje jednotně pro celou stavbu. [46]

Environmentální rizika

Skupina environmentálních rizik zohledňuje umístění stavby v návaznosti na chráněné krajinné celky, výskyty chráněných živočišných a rostlinných druhů, migraci zvěře, hlukové limity a jiné ekologické aspekty ovlivňující stavbu. [46]

Externí rizika

Skupina rizik představuje organizační rizika na straně investorské organizace spojená s nevyhnutelnou spoluprací s dotčenými subjekty (získání stavebních povolení, výkupy pozemků, dočasné zábory, nesoulady s územními plány). Riziko závisí na plánovaných termínech výstavby a jejich odkladech v návaznosti na společenský význam stavby. Hodnota rizika se stanovuje jednotně pro celou stavbu. [46]

Legislativní a právní rizika

Představuje rizika spojená s vývojem legislativního a právního rámce země (zprůsnění technických norem, TP, TKP, změny právního rámce). Riziko závisí na plánovaných

termínech výstavby a jejich odkladech. Hodnota rizika se stanovuje jednotně pro celou stavbu. [46]

Ekonomická rizika

Představuje rizika spojená s financováním stavby z veřejných rozpočtů v návaznosti na makroekonomickou situaci země. Riziko závisí na plánovaných termínech výstavby a jejich odkladech v návaznosti na společenský význam stavby. Hodnota rizika se stanovuje jednotně pro celou stavbu. [46]

Ohodnocení rizik

Jako příklad práce s rizikem v rámci Cenových normativů jsou uvedeny tabulky pro skupinu cenových normativy (A.1. – Komunikace, A.2. – Mosty, A.3. – Tunely), které kvantifikují rizikový interval. Míra rizika se mění v závislosti na konkrétních podmínkách projektu. V níže uvedené tabulce jsou u jednotlivých rizik uvedeny limitní hodnoty.

Tab. 4-3: Intervalová hodnota rizika – cenový normativ A.1. – Komunikace [46]

	Riziko	Hodnota [%]
1	Rizika plynoucí z průzkumů umístění stavby	-5% až +15%
2	Rizika plynoucí z technologického vývoje	-1% až +5%
3	Environmentální rizika	-2% až + 10% (20%)
4	Externí rizika	-1% až +3%
5	Legislativní a právní rizika	-1% až +2%
6	Ekonomická rizika	-2% až +2%
	CELKEM	-12% až + 37% (47%)

4.3.6 Státní expertiza veřejných zakázek v ČR

Vzhledem k tomu, že velké investiční záměry bývají většinou financovány nebo spolufinancovány z veřejných zdrojů, stát by měl mít zájem na efektivním řízení těchto projektů. Jak již bylo zmíněno v podkapitole 3.4, ministerstvo pro místní rozvoj (MMR) zahájilo v úvodu roku 2014 projekt s názvem Expertizy pro oblast investiční výstavby veřejných zakázek. Bohužel díky změnám v personálním obsazení MMR a změně

vládních priorit byl projekt koncem roku 2014 zastaven. Jeho další institucionální vývoj závisí na ministerstvu financí, případně MMR. Tento krok vyvolal okamžitou reakci expertů z oblasti stavebnictví.

Po vzniku této metodiky již dlouhodobě volají profesní komory ČKAIT (Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě) a ČKA (Česká komora architektů). Ve své tiskové zprávě z prosince 2014 znovu apelují na absenci expertního posuzování významných veřejných staveb a na důležitost znalosti předběžných nákladů stavby. Růst investičních nákladů vyvolává také současná legislativa, která stále prodlužuje projednávání přípravy a povolování stavby.

Metodika státní expertizy pro posuzování a hodnocení investic by měla čerpat zejména z následujících podkladů:

- zdůvodnění investičního záměru předloženého investorem včetně vazby na programové dokumenty (strategie, koncepce, záměry investora apod.) a dokumenty územního plánování,
- základní údaje o investici,
- varianty řešení (popis, srovnávací dokumentace, doporučení nejvhodnější z nich, odůvodnění),
- charakteristika vnějších vazeb investice (území, související a navazující projekty),
- vliv investice na životní prostředí (předpokládaný nebo zjištěný EIA),
- popis technického řešení navrhované varianty,
- struktura a navrhovaný časový plán investice,
- předpokládaná cena investice a její struktura (projektová příprava, výkup nemovitostí, zařízení staveniště, stavební část, technologická část, rozpočtová rezerva),

- ekonomická efektivnost investice (včetně CBA),
- management rizik (stanovení kontextu – identifikace rizik – analýza rizik – ošetření rizik – řízení rizik).

Z uvedeného je zřejmé, že oblasti rizik a jejich hodnocení je v této koncepci přikládán velký význam. Vzhledem k problémům s efektivitou a čerpáním nejen evropských financí se ukazuje důraz na analýzu rizik v oblasti plánování jako klíčový pro dosažení kýžených výsledků investičních projektů. S celou problematikou také úzce souvisí pojmy cena/hodnota, potažmo kvalita.

Vlastní posudek státní expertizy by měl být strukturován do několika částí. Prvním krokem je popis dokumentace předložené investorem z hlediska úplnosti a relevantnosti. Dále vlastní posouzení investice z hlediska legislativního, rozvojového, technického, finančního, ekonomické efektivnosti, přiměřenosti ceny apod. Dále vyjádření k souhlasu či nesouhlasu s přijetím předkládaného projektu a z toho vyplývající návrhy a postup pro investora.

Koncept také zohledňuje aktuální trend dlouhodobě udržitelné výstavby, kdy je při hodnocení projektu brán v potaz také jeho dlouhodobý environmentální dopad. V současné době lze zaznamenat zvyšující se oblibu certifikačních systémů (SBToolCZ, BREEAM, LEED), zejména v řadách developerů, pro něž je certifikát energeticky úsporné budovy užitečným marketingovým nástrojem. V severských státech a Velké Británii je kladen důraz na výpočet uhlíkové stopy budovy (CO₂ je globální polutant), a to včetně emisí vznikajících při výrobě vstupních materiálů až po likvidaci stavby.

Celosvětový trend směřuje k hodnocení investičních projektů s ohledem na náklady celého životního cyklu (LCC – life cycle costs), ne pouze na náklady investiční. Také nejnižší cena jako jediné kritérium pro výběrová řízení na veřejné zakázky se v mnoha případech ukázala jako zavádějící a důsledky se v provozní fázi často jevily jako fatální. Na tuto situaci zareagovala také Evropská unie, která vydala směrnici Evropského parlamentu a rady 2014/24/EU o zadávání veřejných zakázek a o zrušení směrnice

2004/18/ES. Více o principech směrnice a jejím vztahu k novým trendům ve stavebnictví viz podkapitola 4.5.1.

4.3.7 *Obecné strategie pro řízení rizik u mega projektů dle IPMA*

Charakteristickým znakem mega projektů jsou velmi časté změny parametrů v průběhu provádění výstavby. Rozhodnutí projektových manažerů mají významný dopad na strategické výstupy a jejich informační zdroje, na kterých jsou založeny. V rámci IPMA (International Project Management Association) provedl mezinárodní tým studii zaměřující se na chování a rozhodovací procesy manažerů v rámci mega projektů. Výsledky založené na průzkumu mezi 69 respondenty prokázaly, že přísun informací k projektovým manažerům má zásadní vliv na výslednou strategickou hodnotu mega projektů. Byly vysledovány také další vlivy v kontextu kvality, zaměření a toku těchto informací. Z hlediska dlouhodobosti výrobního procesu byly zkoumány 4 oblasti rizik:

- národní politika a nařízení,
- vztahy na úrovni regionálních státních orgánů,
- smluvní management a proces zadávání veřejných zakázek,
- vliv provádění na více lokalitách současně.

Základní princip řízení rizik je stejný u všech typů projektů. Jakmile je identifikován typ a pravděpodobnost rizika, musí být zformulována vhodná strategie pro řízení rizika. Existují základní strategie (eliminace, zmírnění, transfer a zadržení rizika).

První dvě strategie jsou obvykle užívány při nepříjemně vysoké hladině rizika. V tom případě se investice pozdrží, dokud se situace nezlepší nebo rizikové faktory neklesnou na akceptovatelnou úroveň. U zmírnění rizika se jedná obvykle o finanční opatření (záruky, fixní cena, penále z prodlení, častější kontrola kvality apod.). Společnosti také čím dál více zohledňují environmentální faktory. Transfer rizika je zajišťován dlouhodobými smluvními dohodami a partnerskými smlouvami.

Vzhledem k tomu, že mega projekty jsou velké investice zajišťované finančními i nefinančními zdroji, vytváření účelových uskupení pomáhá riziko rozptýlit. Zadržení rizika se užívá v případě, kdy finanční dopad a další negativní důsledky z rizika vyplývající jsou přijatelné nebo velmi malé.

Výsledky studie zaměřené na velké projekty inženýrské výstavby identifikují 6 strategií pro řízení rizik, které jsou založeny na zpětné kontrole rizik a jejich časovém umístění v rámci projektu:

- rozhodování pro vyhodnocení a zmírnění rizik (např. kvantitativní citlivostní analýza, pravděpodobnostní modely),
- vytváření robustních strategických systémů (např. tvorba systémů pro sdílení informací, údržba klíčových kompetencí, alokace zdrojů, využití legislativy a regulací),
- zdokonalování vhodného zacházení s riziky (vyvážení principu soudržnosti a flexibility),
- přizpůsobování institucí (změny v právních dokumentech a nařízeních),
- vyhýbání se riziku a jeho rozložení pomocí portfolio managementu (sdružení firem, investování na odlišných trzích v různých zemích apod.),
- zohlednění zbytkových rizik, které mohou časem dosáhnout větší významnosti.

V posledních letech se rozšířila řada nových přístupů k řízení rizik, například Enterprise Risk Management (ERM) neboli podnikový risk management. ERM je novým směrem portfolio managementu, který pokrývá identifikaci, hodnocení a řízení rizik napříč celým podnikem. COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission) definuje ERM jako proces, ovlivňovaný řídicím orgánem společnosti, jejím managementem a dalšími odborníky, který je strategicky aplikován napříč celou organizací. Je navržen tak, aby identifikoval potenciální události, které mohou ovlivnit plánované výsledky a řídil rizika s ohledem na jejich vlastnosti tak, aby bylo dosaženo

přiměřené jistoty dosažení stanovených cílů. Nestálost mezinárodní trhů, korelace jednotlivých druhů rizik, potřeba komplexního přístupu k řízení rizik vede k rozsáhlé adaptaci ERM po celém světě. [18]

4.3.8 Rizika z pohledu udržitelného rozvoje dle OECD

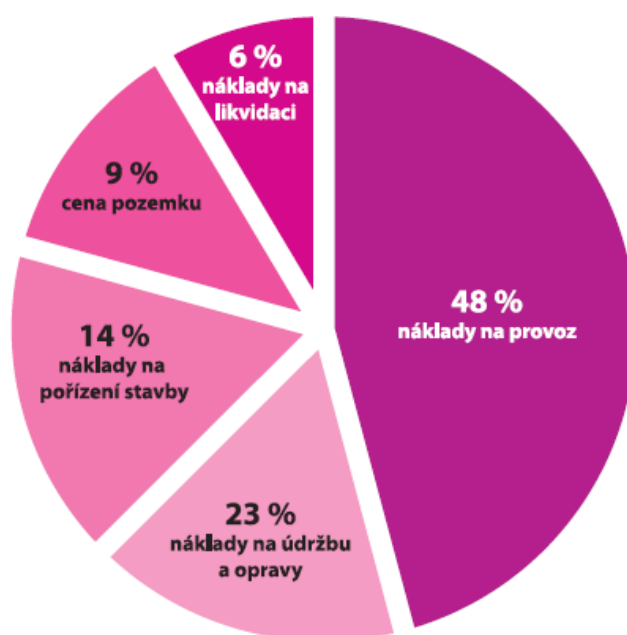
Dle Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) je aktuálně hospodářství pod nadvládou nejistoty. O to více klade důraz na vliv firem a jednotlivců v rámci udržitelného rozvoje. To jsou právě ti, kteří staví, nakupují a prodávají nemovitosti. Stejně tak důležitou roli zastává i veřejný sektor, který může mít v dané zemi několikanásobně větší vliv než nadnárodní okolnosti.

Při popisování role státu lze snadno nabýt dojmu, že uplatňování udržitelného rozvoje spočívá pouze v identifikování cílů a jejich následném uplatnění pomocí vytvoření opatření a orgánů na jejich dohled. Není tomu tak, jelikož každý aspekt společnosti, ekonomiky a vstupních zdrojů udržitelnost ovlivňuje. Výstupy projektů závisí na nekonečném množství souvislostí, působících v rozdílném čase za různé důležitosti. Žádný model, ať je jakkoliv robustní, žádná předpověď, jakkoliv důsledná, nemůže s jistotou odhalit budoucí vývoj. Proto se veřejný sektor, který se snaží začlenit princip udržitelnosti do své politiky, musí s touto nejistotou vypořádat. Nejenom jeho cíle, ale i strategie a nástroje k jejich dosažení, musí být dlouhodobě udržitelné. Musí být dostatečně přesné, aby byly efektivní, ale zároveň dostatečně flexibilní, aby se dokázaly přizpůsobit nově přichozím okolnostem a prioritám. [42]

4.3.9 Vládní strategie na podporu rozvoje stavebnictví ve Velké Británii

V roce 2011 byla ve Velké Británii zveřejněna strategie pro rozvoj stavebnictví, která apeluje na zvýšení kvality služeb poskytovaných státním sektorem a zmírnění environmentálních dopadů staveb, tak aby co nejlépe uspokojily požadavky uživatelů. Celkově směřuje k trvale udržitelnému stavebnictví, které bude respektovat maximální efektivnost ve všech směrech (ekonomická, environmentální, sociální, apod.).

V této souvislosti vznikl také koncept na zdokonalení fungování orgánů státní správy s názvem Government Soft Landings (GSL). Řada studií prokázala, že náklady na opravy a údržbu v rámci provozu výrazně převyšují investiční náklady na pořízení staveb. Z grafu na obr. 3-5 lze vyčíst, že náklady na provoz mají majoritní podíl (téměř polovinu) na celkových nákladech životního cyklu (Life Cycle Costs, LCC) stavebních objektů. Vzniká tak potřeba plánování a identifikace provozních nákladů již v počátečních fázích návrhu projektu a jejich zohlednění jako kritérium při zadávání veřejných zakázek.



Obr. 4-4: Procentuální vyjádření nákladů životního cyklu stavebních objektů [26]

GSL byly vyvinuty předními odborníky, nejen z oboru stavebnictví, na přelomu roku 2011/2012. Metodika je v souladu s celonárodní strategií pro rozvoj stavebnictví a respektuje principy zavádění informačního modelování budov (BIM) ve Velké Británii. Vznikl také podrobný návod na její implementaci do státní správy. Tato metodika je od roku 2013 užívána centrálními státními orgány tak, aby plynule navázala na povinné užívání BIM od roku 2016.

4.4 BIM jako nástroj risk managementu investičních projektů

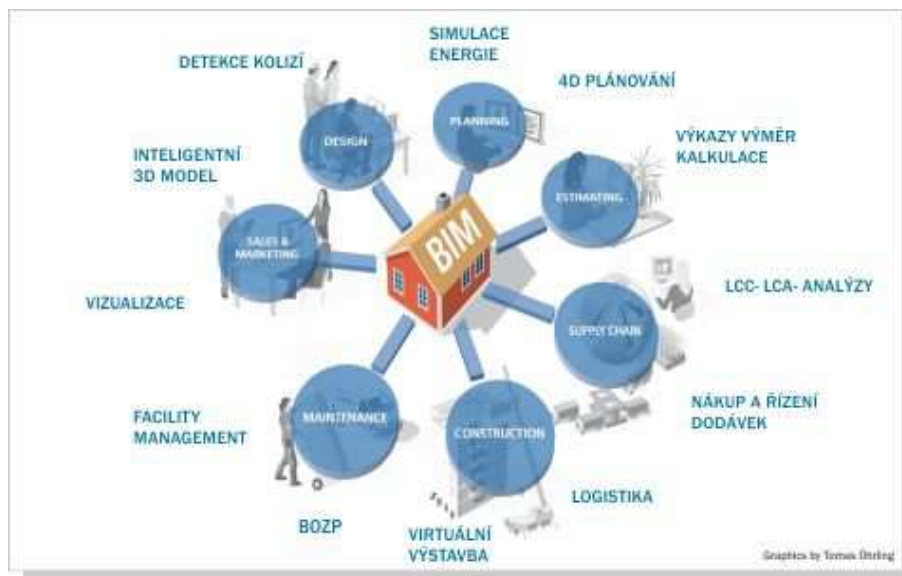
Inovace informačních technologií a jejich prostředků výrazně zasahují do všech oblastí lidské činnosti. Současný trend směřuje k propojení informací napříč časem i profesemi. Nejinak je tomu ve stavebnictví, kde je čím dál více projektů realizováno na principu BIM. Očekává se, že v roce 2020 dosáhne velikost celosvětového BIM trhu hodnoty přes 8 500 milionů amerických dolarů, což odpovídá meziročnímu růstu 16,72 %. Tento styl práce, rozšířený prozatím zejména v zahraničí, slouží také jako nástroj k prevenci a eliminaci rizik, která vznikají v průběhu celého životního cyklu. Převyšují však tyto výhody náklady a rizika vznikající v souvislosti s implementací BIM na stavební trh? [32]

4.4.1 BIM

BIM je akronymem tří slov, která se mohou lišit na základě různých pojetí. Nejčastěji užívané jsou však tyto výrazy:

- building,
- information,
- modelling (management).

Pokud je výraz překládán do češtiny, jedná se o Informační model budovy. Tento název přesně vystihuje základní myšlenku, která je založena na sběru, uchovávání, správě a řízení informací v průběhu celého životního cyklu projektu stavby. Pojem BIM bývá mylně pojímán pouze jako 3D model objektu. Avšak právě písmenu I (informacím) bývá přikládán největší význam, protože samotný 3D model neobsahuje všechny potřebné informace pro celý stavební proces. BIM je soubor koordinovaných procesů, které jsou řízeny moderními technologiemi. Přidaná hodnota tkví ve vytváření, řízení a sdílení informací nutných pro rozhodování napříč celým životním cyklem. BIM spojuje data fyzická, komerční, environmentální, operativní apod. u všech navržených prvků. [32]



Obr. 4-5: BIM procesy [53]

4.4.2 Výhody použití BIM

Zavádění BIM na stavební trh vyžaduje aktivitu všech zainteresovaných účastníků, a to jak v oblasti alokace finančních prostředků, tak zejména v oblasti vzdělávání pracovníků. Počáteční investice jsou však, dle četných zkušeností ze zahraničí, brzy vykompenzovány výhodami, které BIM přináší. Jsou to například:

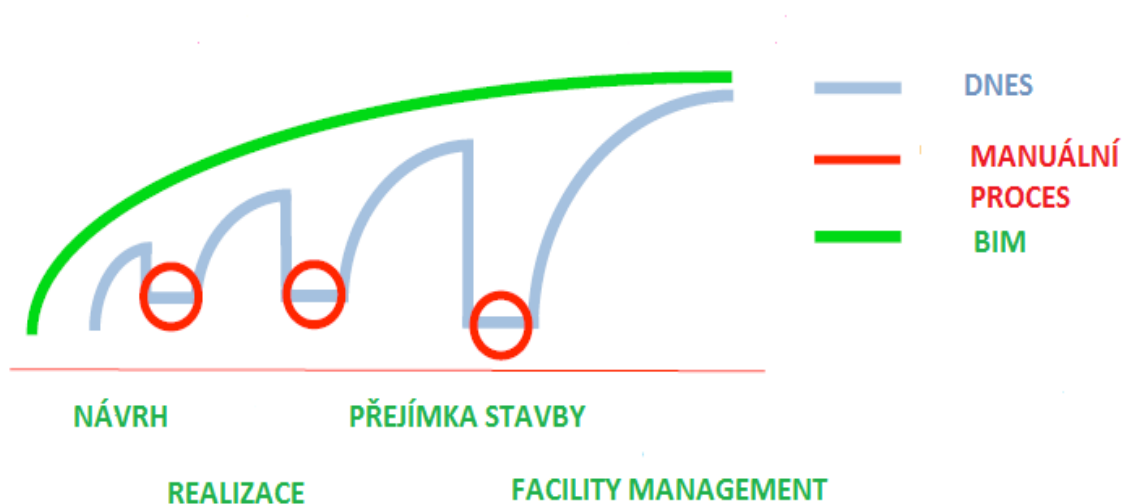
- zvýšený výkon,
- optimalizovaná řešení,
- kvalitnější výstupy díky spolupráci,
- snazší předvídatelnost,
- okamžitá variabilita modelu ve všech jeho částech,
- efektivnější práce se zdroji díky přesnějšímu plánování,
- neustálý přístup ke všem aktuálním informacím,
- snadná a rychlá aktualizace modelu,

- jednodušší přenos informací mezi všemi účastníky,
- řízení napříč celým životním cyklem,
- snižování rizik, atd. [32]

Pomocí implementace BIM je zajištěna průběžná údržba návrhu, kontrola je cílená, komunikace jasnější a rizika jsou redukována.

4.4.3 *BIM a stavební proces*

Firma Wayne Brothers sídlící ve Spojených státech amerických je významný dodavatel betonu a používá metodiku BIM pro redukci rizik a zvýšení hodnoty podniku. Společnost začlenila BIM do své firemní politiky pro zajištění vyšší kvality, lepší koordinaci a zároveň objevila v 3D modelu potenciál pro řízení rizik. Komplexní přístup umožňuje rychleji reagovat na změny v požadavcích klientů a snáze identifikovat nedostatky a chyby v návrhu (kontrola kolizí). V předinvestiční a investiční fázi BIM pomáhá při optimalizaci dodávek z hlediska času, zdrojů i odpadového hospodářství. To vede k dodání vysoce kvalitní stavby v kratším čase a bez dodatečných nákladů. [48]



Obr. 4-6: Tok informací ve stavebním procesu [32]

Obrázek 4-8 vyjadřuje vztah mezi dvěma odlišnými přístupy k předávání informací v průběhu stavebního procesu. V současnosti je používán zavedený model Design-Bid-Build (navrhni-nabídni-postav), kdy dochází k manuálnímu předávání dokumentů a někteří účastníci projektu se zapojují až v jeho pozdějších fázích. Prosazuje se však již moderní pojetí IPD – Integrated Project Delivery (integrovaná dodávka projektu), které koresponduje s filozofií BIM, tedy komunikací všech dotčených stran od počátku projektu pomocí jednoho společně vytvářeného modelu budovy. Tento princip zajistí plynulejší tok všech adekvátních informací. [32]

4.4.4 BIM a rizika v průběhu celého životního cyklu stavby

Vlastnosti Informačního modelu budovy jej předurčují také k využití v oblasti risk managementu. BIM funguje zejména v oblasti preventivních opatření, a to v celém životním cyklu. [32]

Předinvestiční fáze

Vytvoření počátečních fází návrhu v předinvestiční fázi pomocí BIM umožňuje snadnější komunikaci mezi investorem a architektem. Zapracovávání případných změn, či vytváření různých variant projektu je rychlé a celý projekt je tak flexibilní. Zobrazení budovy v 3D rozměru je také vhodným nástrojem k prezentaci návrhu a slouží investorovi pro lepší představivost. [32]

Investiční fáze

Ve fázi investiční snižuje BIM rizika při vytváření projektové dokumentace zejména v oblasti kolizí jednotlivých profesí. Dále snižuje náklady na přepracování modelu, protože ten je vytvářen průběžně. Kvalitně propracovaný BIM je postupně plněn novými, případně aktualizovanými informacemi, které jsou dostupné všem. Riziko nedostatečných či nekvalitních informací je tak snižováno. Kompatibilita informací mezi profesemi a společnostmi je zajištěna pomocí společného univerzální výměnného formátu. Aktuálně je vyvíjen otevřený formát openBIM, který umožní předávání všech druhů informací – projektová dokumentace, cenové informace, statické výpočty a mnoho dalších. [32]

Z průzkumu Centra pro Integrované facility inženýry při Stanfordské univerzitě, jehož předmětem bylo 32 klíčových projektů vytvořených jako BIM, vyplývají mimo jiné následující výhody:

- snížení objemu víceprací až o 40 %,
- přesnost odhadu nákladů s odchylkou 3 % včetně,
- snížení času potřebného na vypracování rozpočtu až o 80 %,
- úspory až do výše 10 % smluvní ceny díky včasné detekci kolizí,
- zkrácení doby výstavby až o 7 %. [1]

Zpracování projektu jako BIM tedy prokazatelně snižuje objem víceprací, a to jak díky kvalitě návrhu, tak díky tomu, že se dodavatel stavby na tvorbě modelu podílí již od počátku. Současně jsou snižovány náklady na přepracovávání projektu. Přímo na stavbě slouží model, v porovnání s 2D výkresy, k snadnějšímu porozumění technologií a umístění konkrétních prvků stavby. Využití moderních IT nástrojů umožňuje okamžité zapracování odlišností a víceprací do projektu, čímž je vytvářena realizační dokumentace. [32]

Provozní fáze

Pokud chtějí investoři, projektanti, dodavatelé i další účastníci stavebního procesu efektivně čelit rizikům v provozní fázi, měli by do svých strategií začlenit také znalostní management. Tedy využít znalosti a nové technologie jako další cenný vstupní zdroj pro svoje podnikání. BIM objekty a prostorové knihovny prvků tak mohou sloužit jako znalostní sklady. BIM slouží také jako nástroj facility managementu. Každý prvek budovy má přiřazeny parametry, které jsou dále upřesňovány a snižují tak riziko nedostatečných informací. Na nutné pravidelné opravy a činnosti údržby model upozorňuje sám a slouží tak jako prevence poruch a nadměrného opotřebení. Každá budova představuje také environmentální riziko pro okolní prostředí. Pomocí BIM lze

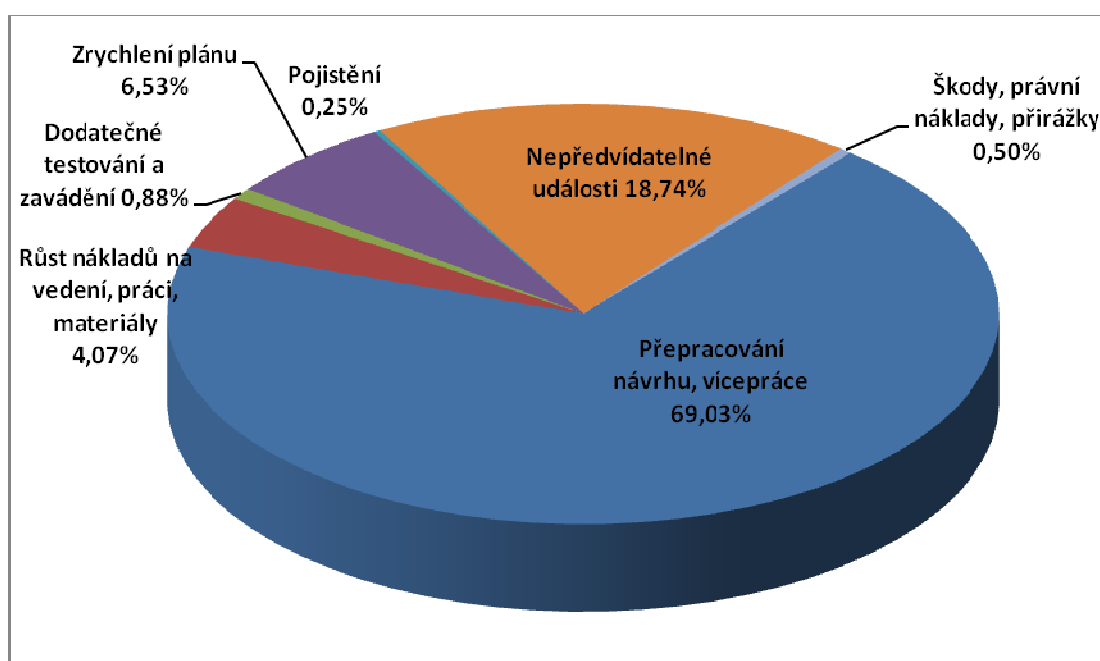
sledovat například aktuální produkci CO₂ a kontrolovat tak, zda nedochází k překračování povolených limitů. [32]

Likvidační fáze

Ve fázi likvidační lze BIM ocenit zejména z pohledu přesných informací o zabudovaných materiálech a o umístění prvků budovy, které umožní efektivní likvidaci objektu. [32]

4.4.5 BIM jako nástroj diversifikace rizik

Z rešerše dosavadní literatury a z rozhovorů s experty vyplývá, že tradiční dodávka projektu Design-Bid-Build je z většiny založena na konceptu alokace rizik než na sdílení rizik. V tomto zavedeném pojetí je obvykle pouze jeden účastník stavebního procesu schopen rizika řídit. Tento princip neumožňuje dostatečnou kontrolu a efektivní práci. Neřízená rizika mohou způsobit újmu nejen zodpovědné straně, ale i ostatním účastníkům projektu.



Obr. 4-7: Procentuální rozpad finančního dopadu nepřiměřené alokace rizik [30]

Nevhodná alokace rizik v projektu může vést ke značným finančním důsledkům. Na základě výzkumu kumulativního finančního dopadu na nepřiměřenou alokaci rizik získaného ze 17 případových studií činil tento dopad 14 % celkového rozpočtu stavby. Obrázek výše představuje procentuální rozpad finančního dopadu v 17 případových studiích. [30]

Největší finanční dopad nepřiměřené alokace rizik náleží přepracování návrhu a vícepracím, což vyplývá z dvojnásobného přijetí kritérií v těchto případových studiích. Druhým největším prvkem finančního dopadu je téměř 20% vliv nepředvídatelných událostí, které jsou způsobeny nevhodným přesunem rizik ze strany investora na stranu dodavatele. Tyto výsledky podporují důležitost implementace spravedlivé a odpovídající techniky alokace a sdílení rizik do risk managementu ve fázi smluvních jednání. [30]

4.4.6 Smluvní risk management v BIM

Procesy založené na toku strojově čitelných dat mohou být řízeny pomocí datové analýzy a metriky. To umožňuje klientům, investorům, hlavním dodavatelům a facility manažerům v reálném čase monitorovat a kontrolovat tok a kolize v rámci zásobovacího řetězce, za podmínky, že jsou uživatelé v tomto procesu smluvně zainteresováni. Úvěrové riziko může být řízeno pomocí BIM platformy a Business Intelligence (BI). BI je moderním způsobem užití informačních technologií při analýzách, plánování a rozhodování firmy.

Nové generace BIM obsahují model Risk managementu více smluvních stran (dále RMVSS). Důležitost užití tohoto principu je potvrzena mnoha výzkumy včetně výše uvedeného. Model RMVSS je nástroj podporovaný IT technologiemi určený pro sdílený risk managementu od fáze podpisu smlouvy dále. Vývoj tohoto modelu umožní všem zúčastněným stranám sdílet jejich pohled na existující rizika, společně vyvinout efektivnější strategie na řízení rizik a také vyjednat adekvátní smluvní podmínky. Tento nástroj navyšuje BIM o další spektrum služeb zejména v oblasti smluvní a následně také ve výstavbové a provozní fázi. [32]

Oddělení britské vlády pro obchod a inovace vidí výhody BIM zejména v následujících oblastech:

- podpora spolupráce díky brzkému začlenění dat o provozu a FM,
- vizualizace a testování variant projektu napříč celým životním cyklem již v počátečních fázích projektu,
- přesná a kompletní data zvyšující kvalitu nabídek, snižující vliv rizik na cílové ceny,
- 3D model umožňující hodnocení dopadu změn ve všech fázích životního cyklu stavby,
- využití dat z BIM modelu jako vstup do CAFM (Computer Added Facility Management) systémů = úspora času a vyvarování se duplikování dat. [39]

Z uvedeného vyplývá, že zpracování projektu stavby jako informační model budovy snižuje rizika zejména v oblasti přenosu, kvality a množství informací. Význam má také v oblasti řízení smluvních rizik. Díky průběžné spolupráci jsou problémová místa lokalizována dříve a jejich řízení je snadnější. Controlling odchylek od plánu je díky principu interaktivního modelu snazší. Zároveň je uplatněním principu IPD zajištěna diversifikace rizika rovnoměrně na všechny účastníky zainteresované v projektu. Využití BIM principů se z tohoto pohledu jeví jako efektivní. [32]

4.5 Cena versus kvalita při posuzování veřejných zakázek

Zástupci České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT), České komory architektů (ČKA) a Svazu měst a obcí České republiky (SMO), na setkání s novináři 8. prosince 2014 vyjádřili obavy z narůstajících rizik, které vedou k nekvalitní projektové dokumentaci stavby a následně k uživatelsky nevhodným a problematickým realizacím staveb. Zmíněné organizace to konstatovaly po vyhodnocení dvouletého období užití zákona o veřejných zakázkách v praxi s jediným kritériem nejnižší cena. [24]

Obě profesní komory zároveň kritizují zcela neodborný proces zadávání veřejných zakázek, jenž nemůže přinést kvalitní výsledek a efektivní vynaložení svěřených finančních prostředků. Na druhé straně pak stojí veřejní zadavatelé z oblasti státní správy a samosprávy, kteří jsou současným systémem mnohdy nuceni k tomu, aby sáhli po nejnižší nabídce, neboť v opačném případě riskují trestní stíhání. [24]

Řešením této situace je přitom stanovení jasných pravidel odborníky z oblasti plánování a výstavby, která příslušnému úředníkovi zodpovědnému za veřejné investice budou sloužit jako podklad při zadávání veřejné zakázky. [24]

V českém stavebnictví chybí standardy výkonů. Víceméně každý řidič ví, kolik stojí benzín nebo nafta. Každý má povědomost o tom, kolik stojí základní potraviny. Částky, které ve vztahu k ceně stavby jsou neporovnatelné. Ale když se rozhodne stavebník, že začne stavět, chybí mu jakékoliv informace a znalosti. Přitom kvalitní projektová dokumentace rozhodne o kvalitě stavby na mnoho let, zejména z pohledu následného užívání. [24]

Hodnocení investičních projektů z hlediska ekonomické efektivity na základě nákladů celého životního cyklu je nejen evropským, ale již celosvětovým trendem. Informační model budovy svým principem pokrývá celý životní cyklus stavby, a tím umožňuje takové hodnocení provést. Pro začlenění moderních postupů na trh je však třeba vytvořit také legislativní zázemí, přijmout patřičné normy, vytvořit výukové programy apod.

Velkým pokrokem směrem k tomu je nová evropská směrnice o veřejných zakázkách. Ta by měla zajistit, aby byla předmětem veřejné soutěže především výsledná hodnota, nikoli nejnižší cena, jak vyplývá z tiskové zprávy evropského parlamentu. Nová legislativa by měla nastavit rovné podmínky napříč unií a podpořit růst ekonomiky. Zároveň by podle tiskové zprávy měla klesnout úroveň spojené administrativy až o 80 %. [5]

4.5.1 BIM jako nástroj pro zadávací řízení

Větší váha by měla být kladena na kvalitu, životní prostředí, sociální aspekty a inovace. Také je důležité, že kromě ceny bude možné soutěžit o náklady na životní cyklus

staveb. To nahrává právě měřítku kvality stavebních prací a využití BIM jednak pro analýzy, ale především pro prokazování kvality vůči zadavateli. Je třeba dodat, že se do přípravy nové směrnice aktivně zapojily již zmíněné státy, které BIM v nějaké míře vyžadují. Snažily se především zajistit, aby nová směrnice jejich požadavky nepovažovala za diskriminační, ale naopak za pozitivní pro rozvoj trhu a výslednou kvalitu dodávaných staveb a stavebních prací. Směrnice zároveň doporučuje maximálně využívat elektronické komunikace a nástrojů pro veřejné zakázky, což opět nahrává BIM ve smyslu automatizované práce s informacemi a například i automatického vyhodnocení, zda návrh splňuje podmínky zadavatele. [5]

Česká republika má maximálně 24 měsíců (od 4. 2. 2014) na to, aby evropskou směrnicí přejala do svého právního řádu. Díky této směrnici se tak otevře možnost požadovat BIM v rámci veřejných zakázek jako prostředek pro dokladování a monitorování kvality dodávaného díla. Tak je tomu právě i v uvedených severských zemích a Velké Británii. V Británii na to pak navazuje snaha lépe hospodařit se státním majetkem. [5]

Jako výchozí bod celé směrnice jsou v úvodu shrnuty důvody pro její vydání, které apelují zejména na následující:

Zadávání veřejných zakázek orgány nebo jménem orgánů členských států musí být v souladu se zásadami zakotvenými ve Smlouvě o fungování Evropské unie (dále jen „Smlouva o fungování EU“), zejména zásadami volného pohybu zboží, svobody usazování a volného pohybu služeb, jakož i se zásadami z nich vyplývajícími, jako je rovné zacházení, zákaz diskriminace, vzájemné uznávání, proporcionalita a transparentnost. Pro veřejné zakázky, které převyšují určitou hodnotu, by však měla být vypracována ustanovení koordinující vnitrostátní postupy při zadávání veřejných zakázek, aby se zajistilo uplatňování uvedených zásad v praxi a otevření zadávání veřejných zakázek hospodářské soutěži. [50]

Veřejné zakázky hrají klíčovou roli ve strategii Evropa 2020 obsaženou ve sdělení Komise ze dne 3. března 2010 nazvaném „Evropa 2020 Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění“ jako jeden z tržně založených nástrojů, jenž se dá

využít k dosažení inteligentního, udržitelného růstu podporujícího začlenění a zároveň k zajištění nejefektivnějšího využití veřejných prostředků. [50]

Za tímto účelem musí být současná pravidla pro zadávání veřejných zakázek přijatá podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/17/ES a směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/18/ES revidována a modernizována, aby se zvýšila efektivita veřejných výdajů, zejména usnadněním účasti malých a středních podniků na veřejných zakázkách, a aby zadavatelé měli možnost lépe využívat veřejných zakázek na podporu společných společenských cílů. Je rovněž třeba vyjasnit základní pojmy a koncepty, aby se zajistila právní jistota, a začlenit do současných pravidel určité aspekty související s ustálenou judikaturou Soudního dvora Evropské unie. [50]

Mělo by být vyjasněno, že tato směrnice by se měla vztahovat na pořízení stavebních prací, dodávek nebo služeb bez ohledu na to, zda k němu dochází prostřednictvím nákupu, leasingu nebo jiných smluvních forem. [50]

V textu směrnice je jednoznačně uveden odkaz na stavebnictví. Stavební zakázky tvoří majoritní podíl na celkovém investičním objemu veřejných zakázek, a proto by metodika jejich efektivního využití měla být prioritou. Ve stavebnictví se totiž, ještě více nežli v dalších oborech, následky upřednostnění nejnižší ceny před kvalitou návrhu a provedení díla markantně projeví.

Z toho, že v celé směrnici je patrný důraz kladený mj. na veřejné stavební zakázky, lze usuzovat, že Evropský parlament a Rada EU jsou si vědomi nutnosti zásadních změn v oboru s důrazem na transparentnost, strukturovanost zadávání veřejných zakázek v souvislosti s požadavky kvality a v kontextu celoživotních nákladů a udržitelné výstavby. [4]

Na přípravě nové směrnice se podílely státy, které v posledních letech zavedly BIM (informační modelování staveb) do veřejných zakázek povinně. V některých případech s omezením na zakázky nad určitý finanční limit, jinde paušálně. Je však důležité si uvědomit, že tyto státy pochopily, že BIM je možné s výhodou použít jako nediskriminační prostředek pro podporu soutěže, transparentnosti a zajištění vyšší

kvality ve veřejných zakázkách. Přestože není informační modelování staveb ve směrnici nikde výslovně zmíněno, lze zde nalézt požadavky, důvody a cíle, které lze efektivně a jednoduše splnit právě použitím metodiky BIM. Hlavní oblasti, kde je vhodné použít BIM, lze shrnout do následujících oblastí, které se prolínají skrze text směrnice:

- efektivita, inteligentní a udržitelný růst,
- hodnota místo ceny,
- transparentnost a kontrola zadavatele nad dodavatelem/zhotovitelem,
- podpora inovací,
- elektronizace veřejných zakázek.

Obecně lze říci, že díky tomu, že BIM model představuje strukturovaný soubor informací o stavbě, je možné informace o stavbě zadávat i kontrolovat formou, která je elektronická a založená na standardech. Standardy i technologie a nástroje pro tento postup práce existují a jsou dostupné. Díky tomu lze významně podpořit transparentnost procesů spojených s veřejnými zakázkami ve stavebnictví. [4]

BIM může v tomto případě sloužit jako prostředek k jednodušší kontrole efektivity, všechny informace se v modelu nachází na jednom místě a data tak lze snáze vyhodnotit, zpracovat ve varianty apod.

Zkratka BIM je zároveň používána pro metodiku postavenou právě na sdílení informací o stavbě, kdy je možné definovat procesy během zadání, návrhu, realizace a provozování stavby a informace, které si mají jednotliví účastníci procesu vyměňovat, případně je vykazovat vůči zadavateli či investorovi, kterým je v případě veřejných zakázek stát. Stát tak má příležitost stát se zodpovědným a informovaným investorem. [4]

Protože proces přechodu na tento moderní způsob práce ve stavebnictví znamená změnu oproti současnému stavu, je přirozené, že bude podněcovat inovativní postupy a obecně

inovace ve stavebnictví, především v oblasti procesů, řízení a kontroly stavebního procesu a to nejen na straně zhotovitele, ale i na straně investora a zadavatele, jak již bylo uvedeno výše. Jednou z oblastí kontroly je pak i hodnocení stavby podle výsledné hodnoty místo prosté ceny tak, jak je tomu v současnosti. Na to klade směrnice velký důraz, jelikož strukturovaná data modelu stavby umožňují aplikaci standardních metod pro hodnocení nákladů po celý životní cyklus stavby. Vstupní informace jsou vždy ve stejné formě a výsledky jsou tedy lépe porovnatelné. [4]

Příspěvek k elektronizaci veřejných zakázek a podpora pro e-Government je pak přirozeným důsledkem používání BIM, kdy jsou informace digitální, strukturované podle standardů a tedy elektronicky snáze zpracovatelné. [4]

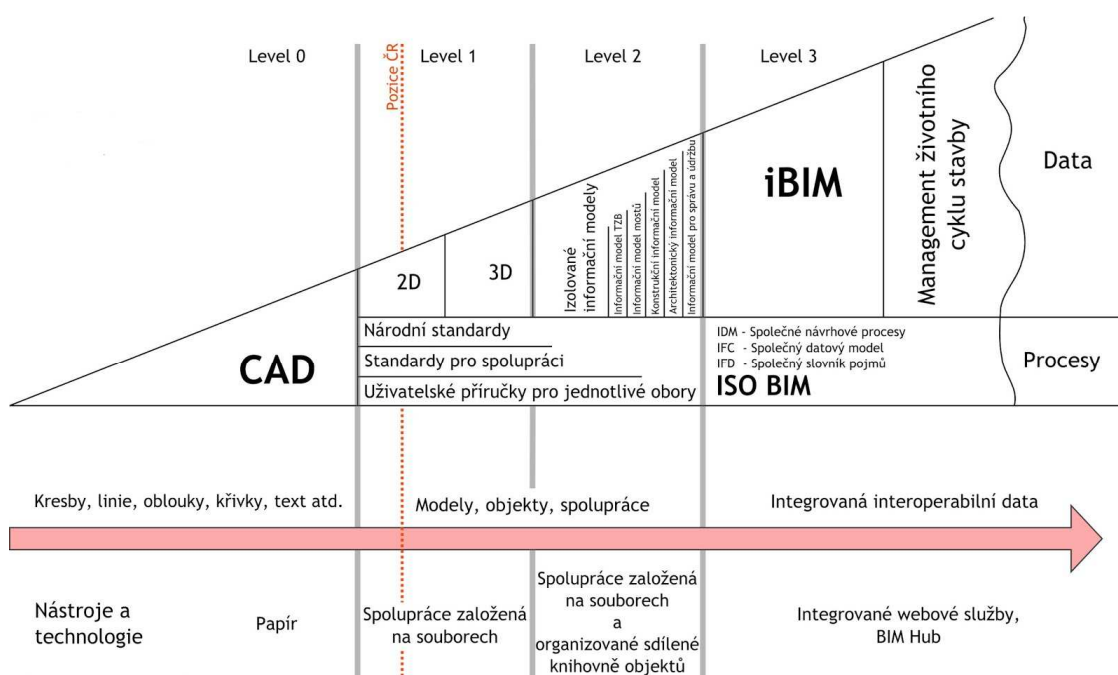
Využití metodiky BIM při zadávání a vyhodnocování veřejných zakázek na pořízení stavebních prací tak pomůže zajistit efektivitu staveb při snižování investičních a provozních nákladů a rovněž zvýšení konkurenceschopnosti České republiky. Zavedení metodiky BIM je jednoznačně inovativním krokem pro oblast stavebnictví, podporujícím posun celého oboru stavebnictví na vyšší kvalitativní úroveň a zajišťujícím vyšší efektivitu. Přitom na základě praxe ze zahraničí stát může požadovat BIM pro veřejné zakázky ve stavebnictví. [4]

4.5.2 BIM normy a standardy v ČR

Metodika BIM je postupně začleňována do mezinárodních standardů po celém světě. Pro uplatňování těchto nových postupů ve stavebnictví jsou vytvářeny podrobné návody, procesní mapy, matice zodpovědností, národní knihovny BIM objektů, specifické smluvní podmínky apod. (pro ukázkou viz příloha C, D, E). Díky standardizaci dochází ke snižování nákladů a zvyšování kvality.

Kromě legislativní podpory se rozvíjejí i aktivity směrem k tvorbě potřebných norem na úrovni EU. CEN sestavuje speciální pracovní skupinu, která se bude ve spolupráci s ISO a aliancí buildingSMART zabývat problematikou BIM. Česká republika se prostřednictvím Úřadu pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ)

přihlásila ke spolupráci a udělala tedy jeden z prvních kroků, které podporují využití metodiky BIM i u nás. [5]



Obr. 4-8: Vyspělost informačního modelování v ČR [6]

Na obrázku 4-10 je znázorněna přibližná pozice ČR na diagramu vývoje BIM. Jednotlivé úrovně vyspělosti se vyvíjí od navrhování s využitím CAD, přes fázi definování standardů a přechod k plnému 3D projektování až po integrované informační modelování, které předpokládá integrovaná a interoperabilní data. Česká republika se nyní nachází přibližně v první úrovni (Level 1). Architekti již sice často používají 3D modely pro vizualizace svých konceptů, ale na mnoha místech stavebního procesu jsou stále používány především 2D výkresy a nestructurované informace v nejrůznější formě. [6]

V ČR zatím existují standardy pro BIM ve formě převzatých originálů norem ISO s českými předmluvami. V srpnu roku 2014 byla přijata zatím poslední norma pro mezinárodní univerzální formát na výměnu dat IFC (Industry Foundation Classes). IFC slouží pro výměnu informací, je nezávislý na konkrétním softwaru a pro principy BIM je ideálním nástrojem. Dále je uveden seznam všech dosavadních norem v ČR

týkajících se BIM vydaných ÚNMZ. U všech norem se předpokládají další etapy (česká terminologie, národní přílohy, překlad).

- ČSN_ISO_16739 Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu,
- ČSN_ISO_12006-2:2014 Budovy a inženýrské stavby – Organizace informací o stavbách – Část 2: Rámec pro klasifikaci informací,
- ČSN_ISO_12006-3:2014 Budovy a inženýrské stavby – Organizace informací o stavbách – Část 3: Rámec pro objektově orientované informace,
- ČSN_ISO_16354:2014 Obecné zásady pro znalostní a objektové knihovny,
- ČSN_ISO_22263:2014 Organizace informací o stavbách – Rámec pro správu informací o projektu,
- ČSN_ISO_29481-1:2014 Informační modelování staveb – Manuál pro předávání informací – Část 1: Metodika a formát,
- ČSN_ISO_29481-2:2014 Informační modelování staveb – Manuál pro předávání informací – Část 2: Rámec pro vzájemnou spolupráci,
- ČSN_P_ISO-TS_12911:2014 Rámec pro návody na informační modelování staveb (BIM).

5 HODNOCENÍ INVESTIČNÍCH RIZIK V RÁMCI CBA SIMULAČNÍ METODOU MONTE CARLO

Management rizik jako všechny vědní obory prochází neustálým vývojem. Na jeho aplikování byla vytvořena řada směrnic, standardů a postupů. Ať už jsou pojmy definovány jakkoliv odlišně, princip zůstává obdobný. K vyšší efektivitě managementu rizik přispívá také zahrnutí moderních metod do celého procesu. Mezi ně patří mimo jiné využití softwarů pro simulaci na bázi statistických a pravděpodobnostních postupů. Dále také aplikace přístupu BIM (informační model budovy) a jeho využití v oblasti řízení rizik. Zpracování projektu na tomto principu funguje zejména jako preventivní opatření před riziky. Tato problematika také souvisí s důležitostí podpory inovací, které sice vyžadují další investice, avšak často výrazně zefektivní jak celý proces realizace projektu, tak jeho výstupy.

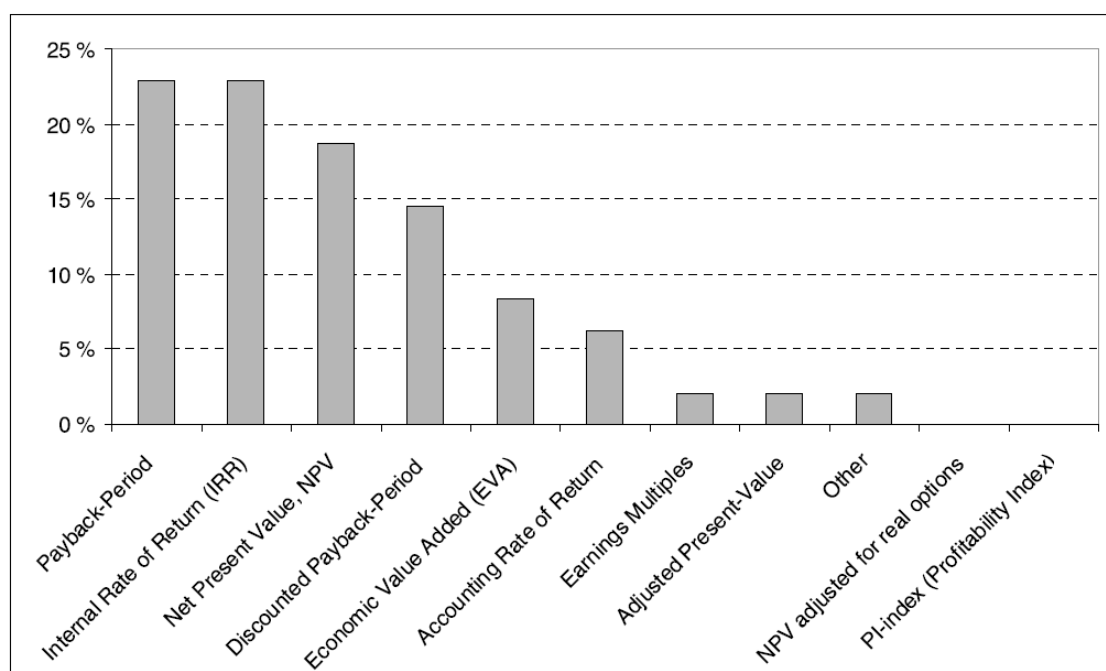
Cílem případové studie je poukázat na důležitost, provázanost a pozitivní efekt při aplikaci komplexního procesu řízení rizik napříč celým životním cyklem projektu stavby, a to zejména s využitím moderních technologií a metod. Úkolem případové studie je prokázat možnost přesnějšího výpočtu finanční a ekonomické efektivnosti veřejných investic na základě simulačních metod. Ty umožňují modelování velkého množství scénářů investičních projektů s pravděpodobnostmi úspěchu na zvolené hladině spolehlivosti. Úkolem bude také prokázat vliv zvoleného pravděpodobnostního rozdělení na manažerské rozhodování a plánované výsledky.

5.1 Definování problému

Jak již bylo uvedeno v části 4.2.3, mezi hlavní nedostatek současného hodnocení investičních projektů patří zejména nedostatečné zohledňování rizik při plánování pomocí jednostranného scénářového přístupu. V části 3.4.3 byl také nastíněn problém nedostatečného využití potenciálu a alokovaných zdrojů z evropských fondů (sankce, navrácení dotace), který s touto problematikou úzce souvisí.

Jedním ze základních cílů alokace veřejných prostředků je respektování principu 3E (hospodárnost, účelnost, efektivnost) v celém jejich životním cyklu. Životní cyklus investičních projektů sestává ze čtyř základních fází. První (předinvestiční) fáze hraje klíčovou roli v rozhodovacím procesu, kdy je projekt přijat k realizaci nebo zamítnut. Kvalitně zpracovaná studie proveditelnosti, stejně tak jako CBA, představuje důležité shrnutí a předpoklady pro budoucí úspěch projektu. Plánované finanční a ekonomické cash flow (CF) je základem pro výpočet ukazatelů ekonomické efektivnosti.

Ekonomická literatura nejčastěji odkazuje na použití metody NPV při hodnocení investičních projektů. Klíčovým parametrem této metody je délka hodnoceného období a zvolená diskontní sazba. Řada firem však přesto užívá pro investiční rozhodování jiné metody. Například studie provedená na Helsinském akciovém trhu ukázala, že finské společnosti stále zaostávají za Spojenými státy americkými a Švédskem v užívání ukazatelů NPV a IRR. [27]



Obr. 5-1: Oblíbené metody pro investiční rozhodování ve finských firmách [27]

Frekvence použití rozličných investičních kritérií na finském investičním trhu je uvedena na obrázku níže.

Criteria	Frequency		
	Primary	Secondary	In some cases
N	48 100.0 %	84 100.0 %	35 100.0 %
Payback-Period	11 22.9 %	19 39.6 %	6 12.5 %
Discounted Payback-Period	7 14.6 %	10 20.8 %	5 10.4 %
Accounting Rate of Return	3 6.3 %	6 12.5 %	1 2.1 %
Earnings Multiples	1 2.1 %	7 14.6 %	3 6.3 %
Net Present Value, NPV	9 18.8 %	15 31.3 %	3 6.3 %
Adjusted Present-Value	1 2.1 %	1 2.1 %	1 2.1 %
NPV adjusted with real option analysis	0 0.0 %	1 2.1 %	1 2.1 %
Internal Rate of Return (IRR)	11 22.9 %	15 31.3 %	5 10.4 %
Economic Value Added (EVA)	4 8.3 %	6 12.5 %	9 18.8 %
PI-index (Profitability Index)	0 0.0 %	3 6.3 %	1 2.1 %
Other	1 2.1 %	1 2.1 %	0 0.0 %

Obr. 5-2: Četnost použití investičních kritérií na finském investičním trhu [27]

5.2 Materiály a metody

V rámci případové studie budou použity metody CBA, analýza rizik a simulace Monte Carlo.

Metoda CBA vytváří kvalitní základ pro hodnocení a vymezuje klíčové parametry projektu, kterým by měla být věnována zvýšená pozornost. Cílem analýzy proveditelnosti je shrnutí hlavních vstupů projektu spolu s předpovědí vývoje a dynamiky poptávky a trhu. Poté přichází na řadu finanční a ekonomické hodnocení.

U projektů z oblasti dopravy, které budou dále v případové studii řešeny, je vhodné vzhledem k jejich zásadnímu charakteru provést analýzu citlivosti při peněžních hodnotách. Další analýza citlivosti se může zaměřit na investiční náklady a provozní náklady nebo na očekávanou poptávku, zejména na vytvořený provoz. Mezi klíčové faktory patří investiční náklady a délka životního cyklu. [45]

Klíčovým krokem CBA je určení relevantního čistého finančního a ekonomického cash flow projektu. Pro jeho vytvoření musí být známe alespoň následující proměnné:

- celkové investiční náklady,
- provozní výnosy v rámci celého životního cyklu projektu,

- provozní náklady v rámci celého životního cyklu projektu,
- relevantní měřitelné peněžní výnosy, které se vztahují k cíli projektu.

Všechny zmíněné proměnné podléhají nejistotám a mohou být potenciálními rizikovými faktory projektu. Projektová rizika jsou tedy nejistoty, které mohou ovlivnit jak pozitivně, tak negativně alespoň jeden ze vstupů projektu. [8]

Proto je nutné při tvorbě a hodnocení projektů aplikovat management rizik, a tím ideálně zamezit nebo zmírnit výskyt nežádoucích výsledků. Cílem je maximalizovat výnosy projektu současně s minimalizací negativního efektu rizikových faktorů. Risk management je koordinovaný, systematický a cyklický proces, který pracuje s nejistotami na principu neustálého zlepšování.

Analýza rizik je klíčovou částí tohoto procesu. Sestává z řady pravidel o nakládání s riziky. Identifikace rizik je standardizovaný proces pro určení a charakteristiku rizik, které se v projektu mohou vyskytnout. V dalším kroku je třeba kvantifikovat dopad těchto rizik a identifikovat ta, na které je třeba se zaměřit. U nejvýznamnějších rizik je pak stanoven jejich ekonomický dopad. Pro jeho vyčíslení existuje řada metod, jako jsou ukazatele ekonomické efektivity, rozhodovací stromy, statistické a pravděpodobnostní přístupy apod.

5.2.1 Analýza rizik v rámci CBA dle standardů EU

V rámci alokace finančních zdrojů poskytovaných Evropskou unií probíhá hodnocení investičních projektů na základě příručky CBA vydané evropskou komisí (viz 45 v seznamu literatury). Níže je popsána analýza rizik u projektů, které jsou spolufinancovány ze zdrojů EU.

Očekávaný výsledek projektu je založen na očekávaných stavech, vývoji či hodnotách vstupních předpokladů. Budoucí situace se ovšem u každého předpokladu může – a nejspíše rovněž bude – do různé míry odlišovat od současných očekávání. Každý ze vstupních předpokladů (každá proměnná, každý parametr), na kterých je založen

očekávaný výsledek projektu, je potenciálním zdrojem rizika, tj. tzv. potenciálním rizikovým faktorem. [44]

Analýza rizik se zaměřuje na prozkoumání pravděpodobnosti, že projekt dosáhne uspokojivých výsledků (ve smyslu IRR nebo NPV), a také variability výsledků v porovnání s nejlepším dříve učiněným odhadem. Doporučovaný postup pro posouzení rizik je založený na:

- prvním kroku - analýze citlivosti, tj. dopadu, který mají očekávané změny proměnných určujících náklady a přínosy na kalkulované finanční a ekonomické ukazatele (IRR nebo NPV),
- druhým krokem je prozkoumání pravděpodobnostního rozdělení vybraných proměnných a výpočet očekávaných hodnot výkonnostních ukazatelů projektu. [45]

Cílem analýzy citlivosti je vybrat kritické proměnné a parametry modelu, tj. ty proměnné, jejichž odchylky (kladné i záporné) v porovnání s hodnotou použitou jako nejlepší odhad pro nejlepší případ mají největší vliv na IRR nebo NPV a způsobují nejvýraznější změny těchto parametrů. Kritéria použitá pro výběr kritických proměnných se mohou lišit podle konkrétních projektů a musejí být pečlivě posouzena případ od případu. [45]

Společné zvážení určitých optimistických a pesimistických hodnot u skupiny proměnných může být užitečné pro popsání různých scénářů v rámci určité hypotézy. Aby bylo možné optimistické a pesimistické scénáře definovat, je třeba vybrat pro každou kritickou proměnnou extrémní hodnoty z rámce definovaného pravděpodobnostním rozdělením. Ukazatele výkonnosti projektu se potom vypočítají pro každou hypotézu. V tomto případě není přesně specifikované pravděpodobnostní rozdělení nutné. Analýza scénáře není náhradou za analýzu citlivosti nebo analýzu rizik, jedná se o jednodušší postup. [45]

Poté, co byly identifikovány kritické proměnné, aby bylo možné provést analýzu rizik, je třeba každé z nich přiřadit pravděpodobnostní rozdělení, které bylo definováno v přesně vymezeném rámci hodnot okolo nejlepšího odhadu použitého v základním případě pro výpočet hodnotících indexů. Pravděpodobnostní rozdělení pro každou proměnnou je možné získat z různých zdrojů. [45]

Po stanovení pravděpodobnostního rozdělení kritických proměnných lze pokračovat výpočtem pravděpodobnostního rozdělení IRR nebo NPV projektu. Pouze v těch nejjednodušších případech je možné tento výpočet provést při použití analytických metod pro výpočet pravděpodobností sestávajících z několika nezávislých událostí. S narůstající složitostí modelu analýzy nákladů a přínosů i pro několik málo proměnných bude brzy počet kombinací pro použití přímé metody příliš vysoký. [45]

Mělo by být jasné, že rizikový projekt je projekt, kde existuje vysoká pravděpodobnost, že nepřesáhne určitý limit pro IRR. Není to projekt, kde má pravděpodobnostní rozdělení IRR velkou směrodatnou odchylku. [45]

Praktickým úkolem analýzy citlivosti je stanovit kritické proměnné, pro které je důležité získat další informace. Praktickým úkolem analýzy rizik je generovat očekávané hodnoty finančních a ekonomických výkonnostních ukazatelů (např. FRR a ERR). [45]

Aby bylo možné zhodnotit výsledek, je velmi důležitým aspektem nalezení kompromisu mezi projekty s vysokou mírou rizika a vysokou úrovní sociálních přínosů na straně jedné a projekty s nízkou mírou rizika a s nízkým sociálním přínosem na straně druhé. [45]

V některých případech existuje a priori důvod dávat přednost neutralitě před rizikem. V některých případech se však může hodnotitel nebo předkladatel od neutrality odklonit a dát do jisté míry přednost riziku spojeného s očekávanou výnosovou mírou. Tato volba musí být ale řádně odůvodněna. [45]

Obvykle tato situace nastává u inovativních projektů, které jsou spojeny s vyšší mírou rizika než projekty tradiční. Inovace jako taková představuje doplňkové kritérium, kterému je dáována přednost. [45]

Kritéria ekonomické efektivity mohou být definována a modelována pomocí simulačních metod.

5.2.2 Simulace rizik

Technologický pokrok změnil mimo jiné také přístup k analyzování statistických dat a přispěl k vývoji simulačních technik. Moderní statistické metody jsou nyní užívány téměř ve všech oborech a stávají se nepostradatelnou složkou v procesu kontroly a simulačních technikách jako je např. Monte Carlo. [8]

Pokud v rámci projektu existuje více rizikových faktorů, ovlivňujících jeho výstupy, majících spojitý charakter, je vhodné nahradit scénářový přístup simulací Monte Carlo. Tvorba simulačního modelu uzavírá celý proces a otevírá prostor pro vlastní simulaci, která je cílem procesu modelování.

Pro investiční projekty je možné použít metodu Monte Carlo, kterou lze aplikovat za použití odpovídajícího softwaru. Metoda sestává z opakovaného náhodného výběru množiny hodnot pro kritické proměnné v rámci příslušných definovaných intervalů a výpočtu výkonnostních indexů projektu (IRR nebo NPV) na základě každé skupiny extrahovaných hodnot. Je zřejmé, že je třeba zajistit, aby frekvence hodnot proměnných odpovídala předem stanovenému pravděpodobnostnímu rozdělení. Tím, že je tento postup opakován pro dostatečný počet výběrů (většinou ne vícekrát než pro několik set), dosáhneme konvergence výpočtu k pravděpodobnostnímu rozdělení IRR nebo NPV.

5.2.3 Postup simulace Monte Carlo

Simulaci Monte Carlo v oblasti investičního rozhodování lze rozčlenit do těchto kroků:

- tvorba matematického modelu finančního plánu projektu a jeho počítačového programu (obvykle v MS Excel), určení klíčových faktorů rizika. Při simulaci

respektovat nejistotu těchto faktorů, přičemž u málo významných rizikových faktorů se vychází z jejich nejpravděpodobnějších odhadů,

- stanovení rozdělení pravděpodobnosti klíčových faktorů rizika. U diskrétních faktorů rizika s několika málo hodnotami je třeba zadat jejich pravděpodobnosti, u spojitých rizikových faktorů se obvykle volí určitý typ rozdělení a zadávají jeho parametry,
- stanovení statistické závislosti faktorů rizika. Některé faktory rizika mohou záviset na jiných rizikových faktorech, a proto je při vlastní simulaci nelze generovat nezávisle na sobě. Respektování statistické závislosti faktorů rizika je značně obtížné a vyžaduje zpravidla odhad korelačních koeficientů párově závislých faktorů rizika,
- volba výstupních veličin (zpravidla kritérií hodnocení investičních projektů), které budou objektem simulace,
- vlastní proces simulace s využitím počítačového programu. Tento proces tvoří značný počet simulačních kroků (obvykle tisíce až statisíce), které se opakují až do získání výsledků. V každém simulačním kroku program vygeneruje hodnoty rizikových faktorů z jejich rozdělení pravděpodobnosti při respektování zadané statistické závislosti (tj. vytvoří určitý scénář) a propočte peněžní toky projektu a hodnoty zvolených kritérií, např. čisté současné hodnoty, rentability kapitálu aj. Po dostatečně velkém počtu simulačních kroků získá uživatel výsledky jednak v grafické podobě, tj. např. graf rozdělení pravděpodobnosti čisté současné hodnoty projektu, jednak v číselné podobě (charakteristiky rizika v podobě rozptylu, směrodatné odchyly a variačního koeficientu, dále např. pravděpodobnost, s jakou bude čistá současná hodnota záporná aj.). [12]

5.3 Případová studie – rozšíření CBA o simulační metodu Monte Carlo

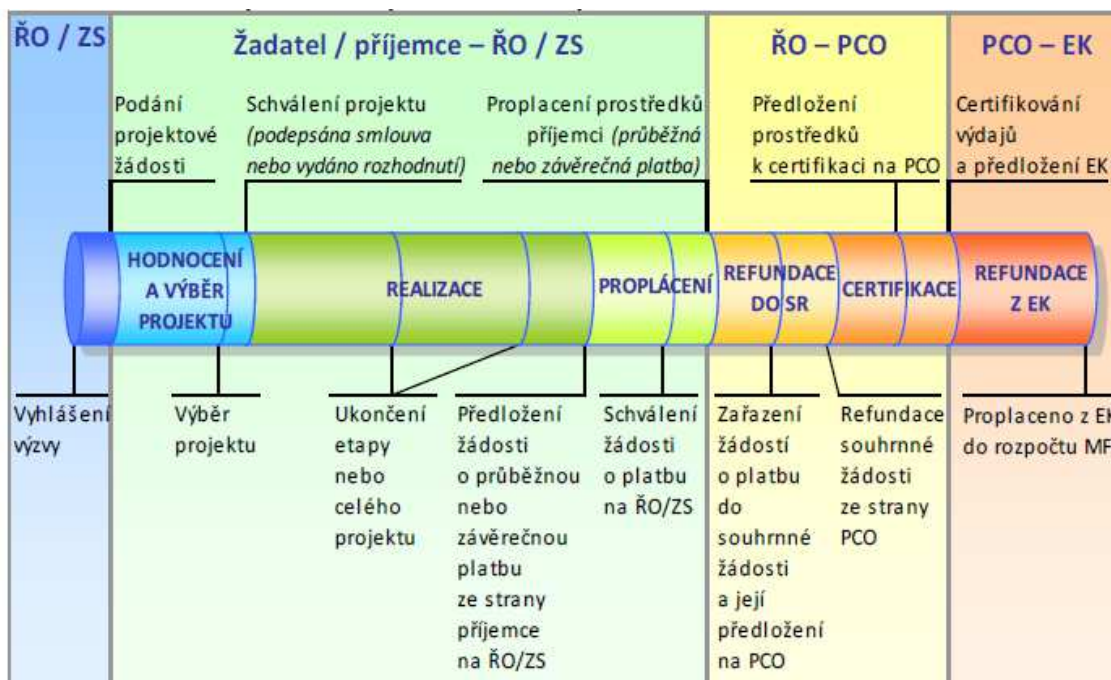
Praktická část disertační práce bude hodnotit vybrané infrastrukturní projekty v rámci dotačního portfolia Regionálních operačních programů (ROP) Jihovýchod. Pro případovou studii bylo Regionální radou regionu soudržnosti Jihovýchod poskytnuto 32 projektů. Všechny projekty spadají do stejné prioritní osy, konkrétně do oblasti podpory 11.1.1 Rozvoj dopravní infrastruktury v regionu – silnice. Hlavním cílem této oblasti podpory je zkvalitnit napojení regionu na nadregionální dopravní síť TEN-T (transevropská dopravní síť), propojení uvnitř regionu a zlepšování dopravní dostupnosti prostřednictvím technického zhodnocení komunikací při respektování ochrany životního prostředí. V rámci výzvy byly také definovány specifické cíle, za jejichž účelem jsou projekty realizovány:

- zkvalitnění regionální dopravní sítě, zvýšení její kompaktnosti a propojenosti prostřednictvím výstavby a technického zhodnocení komunikací,
- dosažení technických parametrů dle ČSN pro regionální silniční síť,
- zvýšení bezpečnosti silničního provozu,
- zkvalitnění propojení urbanizačních a regionálních center a jejich napojení na nadregionální dopravní síť. [43]

Pro účely případové studie byly vybrány projekty realizované na území Jihomoravského kraje tak, aby byly porovnatelné nejen z hlediska investičních zdrojů (veřejné prostředky a dotace z EU), ale také dle svého místního určení. Těmto požadavkům vyhovělo z poskytnutých 32 projektů 16, tyto jsou v rámci případové studie dále zkoumány.

Získaná data obsahují informace o plánovaných peněžních tocích v průběhu celého životního cyklu investice, odhadovanou i skutečnou výši poskytnuté dotace, projektovou žádost včetně finančního a ekonomického hodnocení projektu apod. Na obrázku 5-3 je znázorněno schéma průběhu čerpání finančních prostředků

prostřednictvím ROP, včetně vztahu ke státnímu rozpočtu (SR) a Evropské komisi (EK).



Obr. 5-3: Schéma průběhu čerpání finančních prostředků z ROP [41]

Tabulka v příloze F popisuje přehled stavu projektu a jeho popis pro jednotlivé fáze při schvalovacím procesu v rámci RR Jihovýchod. Dle této tabulky je projekt finálně uzavřen až po uplynutí doby udržitelnosti a po předložení poslední monitorovací zprávy o zajištění a udržitelnosti projektu příjemcem.

V rámci portfolia zkoumaných projektů bylo u sedmi z nich již ukončeno financování (poslední žádost o platbu byla autorizována a příslušná částka proplacena příjemci), u zbývajících 9 již byly certifikovány výdaje (veškeré způsobilé výdaje projektu byly certifikovány projektovým certifikačním orgánem PCO).

Z toho vyplývá, že se všech 16 projektů nachází již ve své provozní fázi a jsou tak k dispozici finální hodnoty veličin vstupujících do ekonomického modelu v předinvestiční a investiční fázi.

5.3.1 *Cíle projektů dopravní infrastruktury*

Socioekonomické cíle dopravních projektů jsou obecně spojeny se zlepšením podmínek dopravy zboží a cestujících jak uvnitř oblasti, tak do a z oblasti, která je předmětem studie (dostupnost). Dále jde o zlepšení kvality životního prostředí a životních podmínek obsluhovaného obyvatelstva. Obvykle se jedná o následující druhy investic:

- nová infrastruktura (silnice, železnice, přístavy, letiště) pro uspokojení rostoucí dopravní poptávky,
- dokončení stávajících sítí (chybějící články),
- rozšíření stávající infrastruktury,
- obnova stávající infrastruktury,
- investice do bezpečnostních opatření na existujících komunikacích či sítích,
- lepší využití stávajících sítí (tj. lepší využití nedostatečně využitých kapacit sítí),
- zlepšení intermodality (přestupové uzly, přístup k přístavům a letištím),
- zlepšení vzájemné interoperability sítí,
- zlepšení řízení infrastruktury. [45]

Druhým důležitým hlediskem je soulad s národní a evropskou dopravní politikou fiskální (např. u paliv), efektivitu navrhovaného systému mýta, environmentální omezení či cíle, další pobídkové/transferové politiky v tomto sektoru, technologické normy. Dalším bodem, který je třeba zvážit, je míra souladu s dalším rozvojovým projektem a/nebo plánem, který může pro oblast investice existovat jak v oblasti dopravy, tak v sektorech, které mohou mít vliv na dopravní poptávku (využití půdy, rozvojový plán). [45]

5.3.2 *Hodnocení projektů dopravní infrastruktury*

Výstavba dopravní infrastruktury patří mezi typické veřejné projekty, u nichž se hodnotí zejména jejich sociální přínosy. Proto je pro jejich hodnocení používána metoda CBA, jejíž obecný postup je popsán v části 3.5.2.

Při zpracovávání této analýzy je však třeba brát v potaz specifika vyskytující se v různých oblastech dotační podpory. V průvodci metodikou CBA jsou proto uvedena konkrétní doporučení pro hodnocení projektů např. z oblasti školství, zdravotnictví, energetiky. V oblasti dopravy je hodnocení ovlivněno zejména investičními a provozními náklady a také množstvím přínosů. Analýza poptávky se u těchto investic jeví jako klíčová.

5.3.3 *Analýza poptávky projektů dopravní infrastruktury*

Odhad stávající poptávky a její předpověď do budoucna je složitým a kritickým úkolem, který často pohltí podstatnou část zdrojů přidělených na studii proveditelnosti. Pokud se týče referenčního scénáře (tj. scénář beze změny nebo s minimální změnou), doporučuje se vyjasnit následující body:

- oblast vlivu projektu, toto hledisko je důležité pro identifikaci poptávky bez projektu a vlivu nové infrastruktury a dále pro identifikaci jiných druhů dopravy, které přicházejí v úvahu (např. v případě koridorů existuje několik možností - silniční, železniční a letecká doprava),
- postup, který byl aplikován pro odhad stávající poptávky (použití modelů pro jeden či více druhů dopravy, extrapolace z minulých trendů, jízdné a náklady pro uživatele, politika tvorby cen a regulace, úroveň zatížení a nasycenosti sítí, nové investice, které lze očekávat v období analýzy),
- předpoklady týkající se konkurenčních druhů dopravy a alternativních tras (jízdné a náklady pro uživatele, politika tvorby cen a regulace, úroveň hustoty a nasycenosti sítí, nové investice, které lze očekávat v období analýzy); odchylky

od minulých trendů a srovnání s širšími předpoklady (na regionální, národní a evropské úrovni).

Z důvodu vysoké míry nejistoty ohledně budoucích trendů poptávky je vhodné vypracovat nejméně dva scénáře, optimistický a pesimistický, a navázat tyto dvě hypotézy na trendy HDP či jiných makroekonomických proměnných. [45]

Pokud se týče řešení v rámci projektu, je zejména nutné mít na paměti, že systém dopravy zahrnuje mnoho typů. Stejnou dopravní poptávku může, alespoň částečně, pokrýt několik druhů dopravy. Různé druhy dopravy si mohou ve vztahu ke stejné poptávce konkurovat. Konkurence může probíhat i v rámci jednoho druhu dopravy (např. mezi přístavy a letišti, silničními či železničními trasami) mezi jednotlivými uzly, ale také o intervence zaměřené na obzvlášť husté sítě, zejména dálkovou dopravu. [45]

Hledisko, které může být důležité pro finanční a ekonomické hodnocení, se týká vytvořené dopravy, tedy dopravy, která se objeví pouze v případě nové infrastruktury (nebo v případě zvýšení kapacity/rychlosti stávající infrastruktury) a je velmi odlišná od dopravy přesunutá z jiných typů či tras. [45]

Předběžně se dá vytvořená doprava odhadnout na základě elasticity poptávky vůči generalizovaným dopravním nákladům (časy, náklady, pohodlí). Protože však doprava závisí na prostorovém rozložení ekonomických činností a domácností, doporučuje se pro správný odhad analýza změn dostupnosti dané oblasti vlivem projektu. Obvykle tato analýza vyžaduje použití integrovaných modelů regionálního rozvoje a dopravy, které mají nyní omezené použití, ale významné vyhlídky. Při absenci těchto nástrojů je nutné opatrně odhadnout vytvořenou dopravu a provést u tohoto dopravního prvku analýzu citlivosti či rizik. [45]

5.3.4 Vstupní model pro simulaci Monte Carlo

Pro každý projekt případové studie byl vytvořen matematický model (program MS excel), který je vstupním krokem pro simulaci Monte Carlo. Převážná část modelu byla vytvořena na základě peněžních toků v rámci celé předpokládané životnosti projektu. Délka hodnoceného období oscilovala mezi 20 a 25 lety.

Všechny hlavní vstupní proměnné byly podrobeny citlivostní analýze. Citlivostní analýza umožňuje identifikovat ty parametry proměnných, které jsou opodstatněné pro použití v simulačním modelu. Jako indikátor citlivosti byl zvolen ukazatel ekonomické efektivity – čistá současná hodnota (NPV). Tato analýza se užívá k rozpoznání citlivosti modelu na změny v hodnotách parametrů vstupních veličin a v jeho struktuře. Znázornění odezvy modelu lze vyčíst z tornádo grafů.

Tyto grafy představují výstupy jednofaktorové analýzy citlivosti. Při této analýze se zjišťují dopady izolovaných relativních změn (obvykle v intervalu +/- 10 % od dané hodnoty) jednotlivých vstupních proměnných simulačního modelu na hodnotu zvolené výstupní proměnné tohoto modelu. Tornádo grafy poskytují uživateli systému podporu při výběru rizikových faktorů. Kandidáty na rizikové faktory jsou především ty vstupní proměnné simulačního modelu, které jsou:

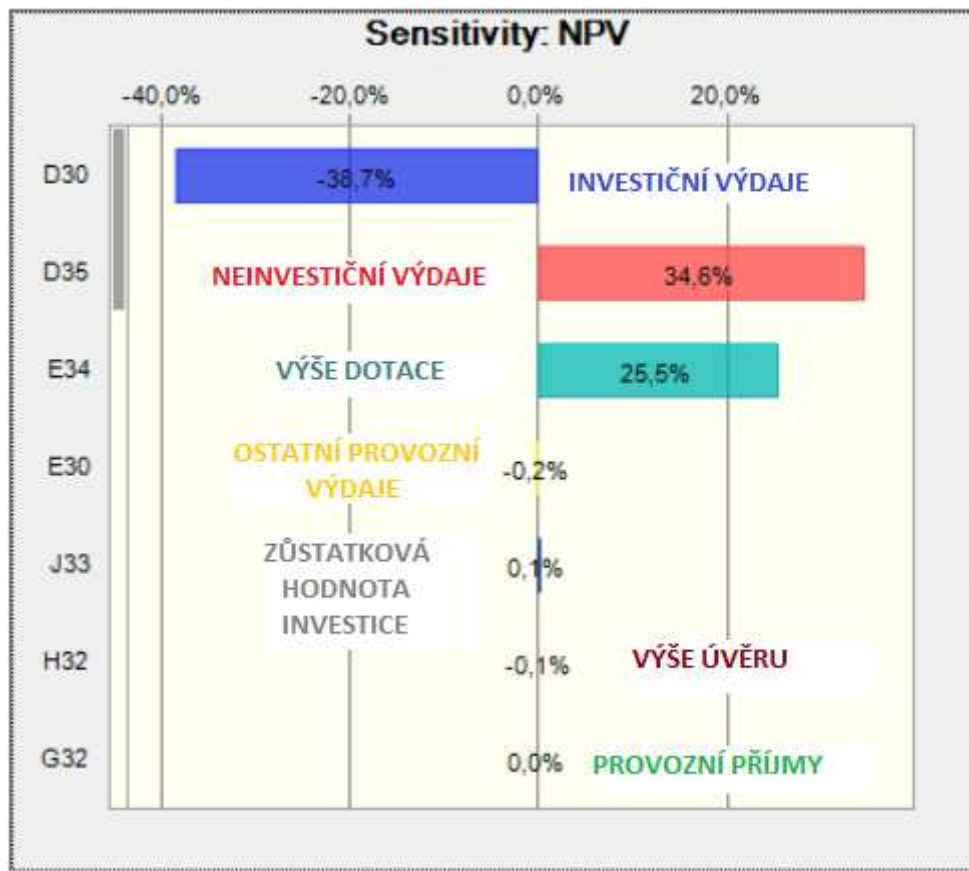
- značně nejisté, tj. jejich skutečné hodnoty se mohou značně odchylovat od nejpravděpodobnějších hodnot uvedených v simulačním modelu,
- jejich změny vyvolávají značné změny hodnot zvolené výstupní proměnné simulačního modelu (tato proměnná je tedy vysoce citlivá na změny dané výstupní proměnné). [13]

Znalost chování modelu je užitečným nástrojem pro modelování a hodnocení projektu. Analýza nejistot spojených s parametry modelu pomáhá vytvořit věrohodný a stabilní model investice. [2]

Následující obrázek 5-4 znázorňuje výsledky analýzy citlivosti (tornádo graf) ukazatele ekonomické efektivity NPV na změny ve vstupních proměnných. Výsledky citlivostní analýzy určily tři klíčové vstupní proměnné, které jsou vysoce nejisté a výrazně ovlivňují výsledky případové studie jak pozitivně, tak negativně. Jedná se o:

- investiční výdaje,
- neinvestiční výdaje,

- výši dotace.



Obr. 5-4: Příspěvky faktorů rizika k nejistotě NPV – tornádo graf [autor]

Základní myšlenkou simulace je práce s pravděpodobnostními rozděleními klíčových vstupních proměnných, které poskytují informace o pravděpodobnosti dosažení výstupů projektu včetně dopadu na sledované ukazatele ekonomické efektivity (NPV). Všem výše uvedeným proměnným byla přiřazena pravděpodobnostní rozdělení. Definice, druhy a tvary pravděpodobnostních rozdělení jsou uvedeny v části 4.2.2. Mezi nejčastěji užívaná rozdělení v ekonomické praxi patří:

- normální rozdělení,
- BetaPERT rozdělení,
- trojúhelníkové rozdělení.

Normální rozdělení je využíváno k zobrazení symetrických rizikových faktorů. Je definováno svými základními charakteristikami (střední hodnotou a směrodatnou odchylkou). Zhruba 68 % hodnot rizikových faktorů padne do intervalu střední hodnota \pm směrodatná odchylka (viz obr. 4-3 a tab. 4-2).

Všechny testované modely měly ve variantě A stanoveny tři vstupní proměnné, které měly stanoveny normální rozdělení pravděpodobnosti se středními hodnotami z žádosti o dotaci z ROP s následujícími směrodatnými odchylkami:

- investiční výdaje \pm 10 %,
- neinvestiční výdaje \pm 5 %,
- výše dotace \pm 7,6 %.

Předpokládané odchylky parametrů zohledňují změny nejvýznamnějších rizikových faktorů z dlouhodobého hlediska. Vychází z kombinace odborného odhadu, dříve prováděných studií a zpráv o hospodaření ROP. Zahrnují případné změny v technologiích, vícepráce v průběhu výstavby, vývoj inflace, změny legislativy apod.

Dle měsíční monitorovací zprávy MMR, která pojednává o stavu čerpání finančních prostředků z EU, jsou mezi jednotlivými oblastmi podpory velké rozdíly v efektivním využívání alokovaných zdrojů. Pro ROP Jihovýchod a prioritní osu 1.1, do které zkoumané projekty spadají, je šance na schválení dotace zhruba 80 % (viz příloha G). Pokud je dotace schválena, její finální poskytnutá výše je dále velkou neznámou, jelikož závisí na dodržení přísných podmínek pro čerpání. Kontrolní orgány vyžadují v průběhu realizace předložení řady monitorovacích zpráv a dokladů o účelovém využití poskytnutých zdrojů.

Proto byly u každého projektu provedeny 4 varianty simulace. Varianty se odlišovaly volbou pravděpodobnostního rozdělení u vstupní proměnné – dotace. Pro variantu A bylo zvoleno normální rozdělení s ohraničením zprava (maximální možná výše dotace). Varianta B zahrnovala trojúhelníkové rozdělení ohraničené zprava. Varianta C brala

v úvahu rovnoměrné rozdělení dotace. Pro variantu D bylo zvoleno BetaPERT rozdělení ohraničené zprava.

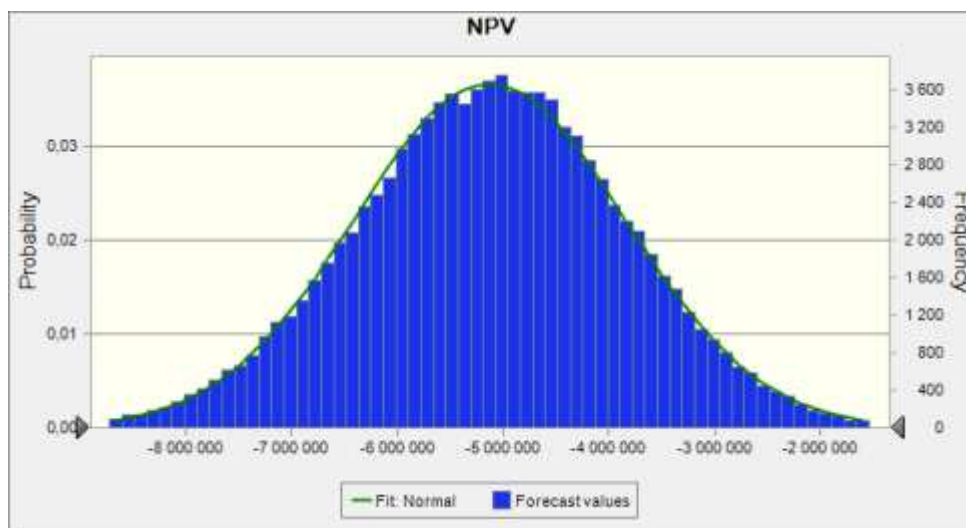
5.3.5 *Výsledky simulace*

Po definování všech klíčových proměnných bylo třeba stanovit výstupní hodnotící proměnné. Vzhledem k tomu, že projekty nevykazují příjmy a výsledné NPV byly vždy záporné, nebyl pro hodnocení použit ukazatel IRR. Jedinou výstupní proměnnou byl ukazatel ekonomické efektivity NPV s diskontní sazbou ve výši 5 %. Poté byly vytvořené matematické modely pro hodnocení projektů (viz příloha H) podrobeny testování simulační metodou Monte Carlo (100 000 opakování v rámci jedné simulace) v softwaru Crystal ball. Celkem tedy bylo v rámci případové studie nasimulováno 64 scénářů pro 16 projektů, všechny na hladině spolehlivosti 95 %. Spolehlivost systému, procesu nebo produktu vyjadřuje jeho schopnost naplnit očekávání v čase.

Je zřejmé, že díky vysokému počtu simulačních výsledků, je nelze reprodukovat jako vlastnosti jednotlivých scénářů. Statistická data o výsledcích pokrývají celou sadu scénářů. Míra rizika projektu je obvykle vyjádřena:

- statistickými charakteristikami variability (očekávanou hodnotou, směrodatnou odchylkou apod.
- grafickým znázorněním pravděpodobnostního rozdělení vybraného kritéria,
- citlivostními grafy,
- pravděpodobností nedosažení (překročení) určité hodnoty,
- stanovení hodnoty v riziku na hladině spolehlivosti apod.

Následující obrázek 5-5 znázorňuje výstupní proměnnou modelu při simulaci – veličinu NPV a její pravděpodobnostní rozdělení. Statistiky NPV jsou uvedeny v tabulce 5-1.



Obr. 5-5: Grafického znázornění výsledku simulace NPV v SW Crystal Ball [autor]

Cílem případové studie bylo porovnání předpokladů se skutečně dosaženými hodnotami. Při analýze výsledků simulace byly porovnávány následující hodnoty:

- NPV plán (ROP) - celkové plánované náklady v době podání žádosti v Kč, celková plánovaná výše dotace v Kč a další vstupy pro výpočet CF (povinně v rámci eCBA)
- NPV plán (simulace metodou Monte Carlo) – simulace výše uvedených dat s pravděpodobnostními charakteristikami (zohledněním rizikových faktorů) v softwaru Crystal ball,
- NPV skutečnost (ROP) - celkové výdaje po ukončení projektu, celková výše poskytnuté dotace a další vstupy pro výpočet CF.

Plánované a skutečné hodnoty NPV z ROP se výrazně lišily, a to i v řádech desítek %. Takový rozdíl, ať už je pozitivní či negativní, lze těžko předvídat a zhodnotit pouhým slovním hodnocením rizik. Vhodnější je užití expertního hodnocení rizik včetně jejich kvantifikace.

Tab. 5-1: Ukázka pravděpodobnostních charakteristik výsledků simulace NPV [autor]

Statistiky výstupní proměnné	NPV
Počet pokusů	100 000
Výchozí hodnota	-4 086 867
Střední hodnota	-5 129 461
Medián	-5 111 228
Modus	---
Směrodatná odchylka	1 281 019
Rozptyl	1 641 010 737 736
Šikmost	-0,0661
Špičatost	3,03
Koeficient variability	-0,2497
Minimum	-10 983 937
Maximum	313 420
Šíře intervalu	11 297 357
Střední standardní chyba	4 051

Výsledky simulace potvrdily, že nejčastěji se vyskytujícím pravděpodobnostním rozdělením je normální rozdělení. U 32 z 64 analyzovaných variant (50 % případů) se průběh funkce hustoty $f(x)$ pro NPV nejvíce přiblížila Gaussově křivce. Jako druhé nejčastější pravděpodobnostní rozdělení se vyskytlo Beta PERT. Četnost druhů rozdělení výstupní proměnné NPV je znázorněna v tabulce na obr. 5-2.

Tab. 5-2: Četnost druhů pravděpodobnostních rozdělení při simulacích NPV [autor]

Druh rozdělení	Četnost
Normální	32
Beta PERT	21
Lognormální	11
Celkem	64

Využitím vlastnosti normálního rozdělení o existenci intervalů spolehlivosti lze výsledky 32 variant interpretovat dle tabulky 5-3.

Tab. 5-3: Vyhodnocení výsledků simulace variant NPV s normálním rozdělením [autor]

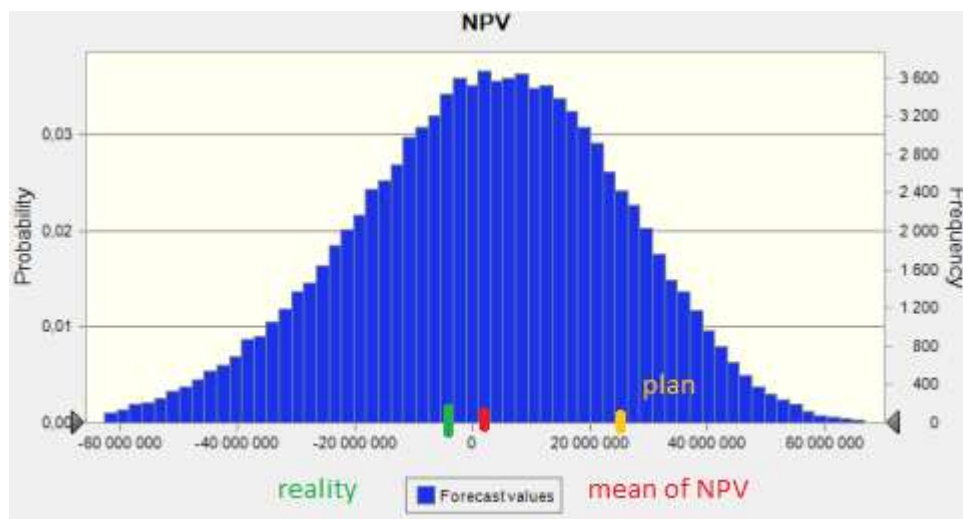
Interval spolehlivosti	Skutečné NPV v intervalu	% z celkového počtu projektů
I ($\mu \pm \sigma$)	15	47%
II ($\mu \pm 2\sigma$)	15	47%
III ($\mu \pm 3\sigma$)	2	6%

Do prvního i druhého intervalu spolehlivosti padlo 47 % projektů z celkového počtu 32 projektů s normálním rozdělením NPV.

Z uvedeného vyplývá, že plánování s využitím simulačních technik umožňuje kvantifikovat budoucí hodnoty ukazatele ekonomické efektivity na zvolené hladině spolehlivosti.

U zkoumaného portfolia projektů dopravní infrastruktury většinou skutečná NPV dosáhla pozitivnějších hodnot v porovnání s plánem při žádosti o dotaci (viz příloha J). Na tento optimistický scénář však nelze spoléhat, což dokazují například výsledky dřívějšího výzkumu na projektech školské infrastruktury. Výsledky byly publikovány v článku *Evaluation of Investment Risks in CBA with Monte Carlo Method* v časopise *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* viz 23 v seznamu literatury. Modelované NPV, při použití stejné metodiky jako je navržena v této práci, se přiblížily skutečným hodnotám více v porovnání s plánovanými hodnotami NPV z žádostí o dotaci. Rozdíl mezi plánováním projektu metodou CBA a kombinací metody CBA se simulací Monte Carlo byl značný.

Rozdíl v metodice spočívá zejména v začlenění rizikových faktorů do hodnotícího modelu prostřednictvím matematických hodnot a statistických charakteristik. Očekávané hodnoty směrodatných odchylek vstupních veličin se ukázaly jako oprávněné, jelikož jejich zahrnutím bylo dosaženo přesnějších výsledků, bližších skutečně dosaženým hodnotám. Ve všech zkoumaných projektech reálná NPV padla do prvního intervalu spolehlivosti normálního rozdělení. Současně ve většině případů simulovaných metodou Monte Carlo byla výsledná NPV (mean of NPV) blíže skutečným hodnotám (reality) v porovnání s plánem provedeným pouze CBA (plan). Grafické znázornění výsledků viz obrázky 5-6.



Obr. 5-6: Vyhodnocení výsledků variant NPV u projektů školské infrastruktury [autor]

V zahraniční odborné literatuře se zmínky o propojení analýzy CBA se simulací Monte Carlo vyskytují sporadicky. V současné praxi, zejména na ekonomickém a technickém poli, již simulační metoda Monte Carlo nachází své místo jako součást konvenčních analytických metod procesu rozhodování. [7]

6 ZÁVĚRY

6.1 Aplikace dosažených výsledků

Cílem aplikace managementu rizik v procesu investičního rozhodování je maximalizace úspěchu projektu (zisk, sociální přínos) a minimalizace negativních vlivů rizikových faktorů. Pokud mají rizikové faktory ovlivňující výsledky analýzy rizik spojitý charakter, je vhodnější použít simulační metody místo prosté metody scénářů.

Navržená metodika spočívá v rozšíření CBA o simulační metodu Monte Carlo. Jedná se tedy o proces, který kombinuje zákonitosti ekonomické efektivnosti, hodnocení projektů, risk managementu, teorie pravděpodobnosti, matematické statistiky a simulačních metod. K propojení poznatků dochází ve fázi studie proveditelnosti, kdy jsou brány v potaz všechny faktory ovlivňující výstupy projektu. Díky procesu simulace lze s určitostí pokrýt velký počet pravděpodobnostních scénářů vývoje modelované veličiny v porovnání s prostou metodou scénářů. Základní myšlenkou simulace je práce s pravděpodobnostním rozdělením klíčových proměnných. Výsledky poskytují informace o pravděpodobnosti dosažení sledovaných výsledků (např. NPV, IRR) projektů včetně identifikace jejich největších hrozeb. Ohodnocení dopadů rizik, která výstupní proměnnou ovlivňují, lze podložit výpočty a umožňuje kvantifikovat výstupy se stanovenou přesností.

Přestože je riziko spojeno také s nadějí budoucího úspěchu, i výše tohoto úspěchu podléhá nejistotě. Často platí, že čím větší riziko je subjekt schopen podstoupit, tím větší zisk mu daný projekt přinese. Taková varianta však může nastat s nižší pravděpodobností a při plánování je nutno tento fakt zohlednit. Získaná data lze pak dále využívat i pro fázi provozní, pro controlling a postaudit projektů.

6.2 Přínosy disertační práce pro další rozvoj vědy

Vědecký přínos pro vědní obor Management stavebnictví spočívá v začlenění matematického modelování simulační metodou Monte Carlo do CBA, konkrétně do

části analýzy rizik za účelem dosažení efektivnějšího procesu plánování investičních projektů. V této souvislosti byly v rámci disertační práce zmapovány následující oblasti:

- stávající i nové přístupy k řízení rizik v teoretické i praktické rovině,
- propojení metod z oboru ekonomiky, matematické statistiky, managementu rizik při hodnocení investičních projektů,
- přístupy k hodnocení rizik v České republice i v zahraničí,
- návaznost managementu rizik na problematiku BIM,
- hodnocení projektů při zadávacích řízeních se zohledněním LCC,
- nové trendy pro hodnocení veřejných zakázek v evropské legislativě.

6.3 Přínosy disertační práce pro praxi

Hlavním přínosem disertační práce pro praxi je snížení informačního rizika, které umožňuje efektivnější plánování v přípravné fázi hodnocení investičních projektů. Při aplikování výsledků a metod z této práce lze očekávat:

- zefektivnění procesu hodnocení investičních projektů,
- zvýšení úspěšnosti využití dotačních zdrojů,
- nižší objem nepředpokládaných výdajů a víceprací,
- zvýšení efektivity čerpání evropských fondů,
- efektivnější nakládání s veřejnými i soukromými zdroji také v rámci provozní fáze projektu.

Pečlivě zpracovaný plán v předinvestiční fázi projektu se odrazí na jeho výsledcích v celém jeho životním cyklu. Kvalitně modelovaná data lze využít při státní expertize, při controllingu a postauditů investic. Projekty tak lze posoudit z hlediska jejich

komplexního přínosu a kvality a nejen z pohledu nejnižší nabídkové ceny na projektové práce.

6.4 Vyhodnocení stanovených hypotéz a cílů práce

Cílem práce bylo prokázat důležitost vlivů působících na každý investiční záměr, a to jak na vlivy negativní, tak pozitivní. Cíle bylo dosaženo efektivní aplikací simulační metody pro predikci rizik k modelování vývoje výstupů investičního záměru v rámci CBA. Propojením problematiky rizik s novými trendy ve stavebnictví (BIM, LCC) lze takto získaná data využít pro další fáze životního cyklu projektu stavby, zejména provozní. Cílem práce také bylo prokázat vhodnost využití BIM při managementu rizik. V úvodu práce bylo pro potvrzení dílčích cílů stanoveno několik hypotéz.

Hypotéza 1: Využití matematických metod pro predikci v přípravných fázích tvorby investičního záměru zvyšuje pravděpodobnost dosažení plánovaných výsledků.

K prokázání hypotézy 1 byla navržena metodika propojení CBA se simulací Monte Carlo. CBA je používána jako hlavní nástroj pro vyhodnocování veřejných projektů, jelikož jejich výstupem jsou převážně veřejné statky. Zahrnutí plánování rizik simulačními technikami do CBA umožnilo zohlednit spojité faktory nejistoty při investičním rozhodování a kvantifikovat jejich dopad na výstupní proměnné projektu. Výstupem simulace jsou cenné informace o pravděpodobnostních charakteristikách zkoumané veličiny (v případové studii se jednalo o NPV).

Hypotézu 1 se podařilo potvrdit u většiny projektů školské infrastruktury, kdy se modelované hodnoty NPV přiblížily v porovnání s plánem více skutečně dosaženým hodnotám. U sledovaných projektů dopravní infrastruktury sice plánovaná NPV byla blíže skutečnosti, i přesto modelované hodnoty poskytly cenné informace. Využitím teorie pravděpodobnosti byly výsledky statisticky vyhodnoceny a u vybraných rozdělání určena také pravděpodobnost dosažení výsledků projektu v rámci intervalu spolehlivosti (kam padlo více než 90 % skutečně dosažených hodnot NPV). Došlo tak k optimalizaci plánu a zejména ke kvantifikaci dopadu jeho nejistot.

Vypovídající hodnota této metody je mnohem silnější v porovnání se scénářovými postupy.

Hypotéza 2: Volba pravděpodobnostního rozdělení má významný vliv na výsledky pro manažerské rozhodování.

Pro potvrzení hypotézy 2 byly u každého projektu zkoumaného v případové studii vytvořeny 4 varianty. Ty se odlišovaly druhem zvoleného pravděpodobnostního rozdělení pro jednu ze vstupních proměnných modelu. V příloze J lze vidět rozdíly hodnot simulovaných NPV pro jednotlivé varianty.

Hypotéza 3: Snižování informačního rizika výrazně zvyšuje ekonomickou efektivnost investičního záměru.

Hypotéza 4: Tvorba investičního záměru pomocí metodiky informačního modelování budovy (BIM) snižuje informační rizika napříč celým životním cyklem projektu stavby a zvyšuje tak ekonomickou efektivnost investičního záměru.

Pro potvrzení hypotézy 3 a 4 slouží uplatnění metodiky BIM ve stavebním procesu. Vzhledem k rozsáhlosti problematiky nebyla realizována konkrétní případová studie, která by hypotézy prokázala. Z rešerše celosvětové odborné literatury, vývoje stavebního trhu a zkušeností s implementací BIM např. ve Velké Británii, Singapuru, Norsku lze však usoudit, že využití informací z BIM, nejen při řízení rizik, zvýší efektivnost investičního projektu. BIM již při návrhu projektu shromažďuje veškeré informace o stavbě týkající se celé její životnosti a systematicky s nimi pracuje. Díky neustále aktualizovaným datům v rámci jednoho modelu lze posoudit ekonomickou efektivnost a proveditelnost s ohledem na LCC. BIM může také sloužit jako nástroj pro hodnocení výběrových řízení na veřejné zakázky a státní expertizu hodnocení investičních projektů. V průběhu realizace projektu a jeho provozování může poskytnout významnou zpětnou vazbu, a to díky potvrzení nebo korekci vstupních proměnných modelovaných v předinvestiční fázi. Může tedy sloužit jako nástroj controllingu a postauditu projektů. Na základě výše uvedených poznatků a rešerše v disertační práci lze považovat obě hypotézy za potvrzené.

6.5 Doporučení pro další výzkum

Vzhledem k rozsáhlosti tématu disertační práce je ponechán prostor pro nezodpovězené otázky a témata k dalšímu výzkumu. Jedná se například o:

- identifikace a rozřídění rizik v rámci BIM projektů a jejich dopad v jednotlivých fázích jejich životního cyklu,
- specifická rizika veřejných investic, zejména s přihlédnutím k hodnocení LCC,
- problematika nejnižší ceny jako jediného hodnotícího kritéria při zadávání veřejných zakázek (cena vs. hodnota investice).

6.6 Shrnutí

Cílem každého podnikatelského nebo investičního záměru je úspěch – zisk, který může mít řadu podob dle charakteru projektu. Vzhledem k tomu, že podnik a projekty v něm uskutečňované neexistují izolovaně od okolního světa, je nutné neopomínat vlivy, které na ně působí. Ty mohou být jak pozitivní, tak negativní. Z hlediska stability a efektivnosti projektu je nutné analyzovat potenciální rizikové faktory a vybrané následně řídit. Management rizik zahrnuje jak proaktivní přístup zaváděním preventivních opatření, tak korekci nežádoucích účinků událostí minulých – opatření nápravná.

Vzhledem k současné složité politické a ekonomické situaci je efektivní plánování a zohledňování rizik čím dál důležitějším prvkem při investičním rozhodování ve státním i soukromém sektoru. Investiční rozhodování je za těchto podmínek velmi složitým procesem. V současnosti proces řízení rizik není zcela etablován, stále existují nedostatky v metodice investičního rozhodování, zejména rizika nejsou dostatečně kvantifikována.

Přestože je riziko spojeno také s nadějí budoucího úspěchu, stále v sobě skrývá obavy z nejistoty. Často platí, že čím větší riziko je subjekt schopen podstoupit, tím větší zisk

mu daný projekt přinese. Taková varianta však může nastat s nižší pravděpodobností a při plánování je nutno tento fakt zohlednit.

Jedním z hlavních aktuálních problémů České republiky je neefektivní čerpání finančních zdrojů alokovaných z EU fondů. V oblasti EU je pro hodnocení potenciálních projektů používána metodika CBA. V rámci dotačních žádostí jsou rizika zohledňována pouze slovně, nejsou však statisticky hodnocena. Přitom začlenění kvalitativní a kvantitativní analýzy rizik vede k přesnějším výsledkům v rámci plánování. Exaktnější přístup k řízení rizik má potenciál snížit riziko vratek dotací z EU, špatné alokace nákladů apod. Efektivní využívání fondů EU zvýší investiční aktivitu a je tak vhodným nástrojem pro obnovu ekonomiky.

Spojením ekonomických (čistá současná hodnota, bod zvratu), matematických (pravděpodobnost, simulace) a manažerských metod (risk management, controlling) lze vzniklá rizika eliminovat, anebo lépe přímo předcházet jejich vzniku. V souvislosti s rozvojem informačních technologií lze k tvorbě predikcí využívat simulační software. Výsledky, které poskytuje, je však nutné vždy propojit se znalostmi z ostatních dotčených oblastí.

Proces vyvážení akceptovatelné míry rizika a vynaložených nákladů je velmi složitý. Právě proto jsou při tvorbě plánů využívány statistické a pravděpodobnostní metody, které s vysokou mírou spolehlivosti pomocí simulačních softwarů modelují možné budoucí scénáře vývoje. Výstupy těchto softwarových nástrojů dále slouží mimo jiné pro management rizik a controlling v pokročilých fázích projektu. K propojení pohledů všech účastníků stavebního trhu slouží informační model budovy (BIM), který funguje na principu předávání a uchování aktuálních a kompletních informací o projektu stavby.

Začlenění hodnocení rizik simulační metodou Monte Carlo do analýzy CBA může pomoci dosáhnout statisticky podložených výsledků, které jsou přesnějším nástrojem pro plánování v rámci investičního rozhodování. Ti, jež jsou schopni předvídat potenciální rizika a adekvátně reagovat na kritické situace včas, lépe uchrání své investice před neúspěchem a dosáhnou požadovaných výstupů projektu.

Pokud je investor schopen včas identifikovat, kvantifikovat a relevantně začlenit dopady rizik do procesu posuzování investičních záměrů, pak je schopen své investice řídit maximálně efektivně i v nejistém hospodářském prostředí. V budoucnu bude možná použitím nastíněných přístupů dosaženo principů dlouhodobé udržitelnosti a nebudou provozovány projekty, které mají na společnost mnohem negativější dopady než je počáteční vysoká realizační cena.

..

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] AZHAR, S., HEIN, M., SKETO, B. *Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges*. Auburn, Alabama: McWhorter School of Building Science (Auburn University). 2008. 11 S.
- [2] BREIEROVA, L., CHOUDHARI, M. (2001). *An Introduction to Sensitivity Analysis, Prepared for the MIT System Dynamics in Education Project Under the Supervision of Dr. Jay W. Forrester*, Massachusetts Institute of Technology, 41–107, D-4526-2.
- [3] ČÁMSKÁ, D., KULA, D. *Úloha Cost Benefit Analysis v projektech kofinancovaných evropskými fondy*. Mezinárodní vědecká konference Trendy v podnikání 2012, Fakulta ekonomická Západočeské univerzity v Plzni, Plzeň 2012, ISBN 978-80-261-0100-0. 7 S.
- [4] ČERNÝ, M., TOMANOVÁ, Š., POSPÍŠILOVÁ, B., LUBAS, A., KAISER, J., VYHNÁLEK, R. *Návaznost informačního modelování budov (BIM) na směrnici Evropského parlamentu a rady 2014/24/EU o zadávání veřejných zakázek a o zrušení směrnice 2004/18/ES*. Konference BIM DAY 2014. Praha, 2014. 24 S.
- [5] ČERNÝ, M. *Přichází čas pro BIM ve státní správě*. EARCH, Praha 2014. Dostupné z: <http://www.earch.cz/cs/stavitelstvi/prichazi-cas-pro-bim-ve-statni-sprave>
- [6] ČERNÝ, M., TOMANOVÁ, Š., POSPÍŠILOVÁ, B., VYHNÁLEK, R., JIRÁT, M., LUBAS, A., VANĚK, P. *BIM příručka*. Odborná rada pro BIM, Praha, 2013. ISBN 978-80-260-5297-5. 75 S.
- [7] DAOYAN, S. *The application of Monte Carlo computer simulation in economic decision-making*, International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM), vol.7, no., pp.V7-592,V7-595, 22-24.
- [8] DE CEUSTER, L. (2010). *Focus on risk management: manage risks to improve project success*. Praha: APraCom. 169 p. ISBN 978-80-254-8708-2.
- [9] FOTR, J., SOUČEK, I. *Investiční rozhodování a řízení projektů*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. 416 S. ISBN 978-80-247-3293-0.
- [10] FOTR, J., ŠVECOVÁ, L. *Pravděpodobnostní přístupy v investičním rozhodování a jejich implementace*. Příspěvek z výstupů výzkumného záměru *Nová teorie ekonomiky a managementu organizací* registrovaného u MŠMT České republiky pod evidenčním číslem MSM6138439905. 16 S.
- [11] FOTR, J., ŠVECOVÁ, L. a kol. *Manažerské rozhodování – postupy, metody a nástroje*. Praha: Ekopress, s.r.o., 2010. 474 S. ISBN 978-80-86929-59-0.

- [12] FOTR, J., ŠVECOVÁ, L. *Pravděpodobnostní přístupy v investičním rozhodování a jejich implementace. Výstup výzkumného záměru: Nová teorie ekonomiky a managementu organizací*. Registrováno u MŠMT ČR, evidenční číslo: MSM6138439905.
- [13] FOTR, J. *Průvodce systémem Crystal Ball*. VŠE, 2011. Dostupné z: iom.vse.cz/wp-content/uploads/2011/10/Průvodce_CB7.doc
- [14] HÁLEK, V. *Krizový management, aplikace při řízení podniku*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2006. 317 S.
- [15] HENDRICKSON, C. *Project Management for Construction*. Pittsburgh: Prentice Hall. 2008. 350 S. ISBN 0-13-731266-0, 1989.
- [16] HNILICA, J., FOTR, J. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. Praha: Grada, 2009. 264 S.
- [17] HNILICA, J., FOTR, J. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. Praha: Grada, 2009. 264 S.
- [18] KARDES, I., OZTURK, A., CAVUSGIL, T. *Managing global megaprojects: Complexity and risk management*. International Business Review 22, 2013, Issue 6. 13 S.
- [19] KONEČNÝ, M., SKOKAN, K., ZAMARSKÝ, V. *Inovační centra: Transferová inovační pracoviště, Inkubátory pro výchovu inovačních podnikatelů, Vědeckotechnické parky v regionálním rozvoji*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2001. 254 S.
- [20] KORECKÝ, M., TRKOVSKÝ, V. *Management rizik projektů se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. 584 S. ISBN 978-80-247-3221-3.
- [21] KORYTÁROVÁ, J. *Ekonomika investic*. Studijní opora. Brno: VUT v Brně, FAST, 2006. 170 S.
- [22] KORYTÁROVÁ, J. *Investování*. Studijní opora. Brno: VUT v Brně, FAST. 130 S.
- [23] KORYTÁROVÁ, J., POSPÍŠILOVÁ, B. *CBA modelling of education infrastructure considering risks simulated by Monte Carlo method*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, Mendelova univerzita v Brně, Brno 2015. (článek byl přijat redakční radou, bude publikován v únoru 2015).
- [24] KŘEČEK, P., PLICKA, I. *Tisková zpráva ČKA, ČKAIT a SMO: Nejnižší cena nezaručí potřebnou kvalitu*. Praha, 2014.

- [25] KŘÍŽ, O., NEUBAUER, J., SEDLAČÍK, M. *Základy statistiky*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2012. 236 S. ISBN 978-80-247-4273-1.
- [26] KUDA, F., BERÁNKOVÁ, E., Facility management v technické správě a údržbě budov, 2012, 1. vyd., 252 s., ISBN 978-80-7431-114-7. Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/udrzba-budov/10219-zivotni-cyklus-staveb>
- [27] LILJEBLOM, E., VAIHEKOSKI, M. *Investment Evaluation Methods and Required Rate of Return in Finnish Publicly Listed Companies*. Finnish Journal of Business Economics, Vol. 53, No. 1. 2004. 16 S.
- [28] MATĚJKA, V., MOKRÝ, J., RANDULA, P., LACKO, B., FICEK, P. *Management projektů spojených s výstavbou*. Praha: Informační centrum České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. 2001. 212 S. ISBN 80-86364-56-9.
- [29] OCHRANA, F., JAN, P., VÍTEK, L. at al, (2010). *Veřejný sektor a veřejné finance, Financování nepodnikatelských a podnikatelských aktivit*. Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN: 978-80-247-3228-2.
- [30] PISHADA, P., BELIVEAU, Y. *Integrating Multi-Party Contracting Risk Management (MPCRM) Model with Building Information Modeling (BIM)*. Blacksburg, VA, USA: Myers-Lawson School of Construction, Virginia Tech. 2010. 10 S.
- [31] POSPÍŠILOVÁ, B. *Management rizik v rámci regionálního inovačního rozvoje*. Mezinárodní konference doktorského studia JUNIORSTAV 2012, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno 2012, ISBN 978-80-214-4393-8.
- [32] POSPÍŠILOVÁ, B. *BIM jako nástroj risk managementu stavebních projektů*. Mezinárodní konference doktorského studia JUNIORSTAV 2013, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno 2013, ISBN 978-80-214-4393-8.
- [33] RICHTAROVÁ, D. *Aplikace analýzy scénářů při postauditu investic*. 6th International Scientific Conference Managing and Modelling of Financial Risks, VŠB-TU Ostrava, Faculty of Economics, Finance Department. Ostrava, 2012. S 8.
- [34] SMEJKAL, V., RAIS, K. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2010. 360 S. ISBN 978-80-247-3051-6.
- [35] SVOZILOVÁ, A. *Projektový management*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. 360 S. ISBN 80-247-1501-5.
- [36] ŠÍP, E. *Státní expertiza – představení koncepce MMR*. Národní konference o české infrastruktuře 2014, Praha 2014.

- [37] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. 2014: *Česká ekonomika překonala dvouletou recesi*. Praha, únor 2015. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/informace/csav021315.docx>
- [38] *Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects (2008)*. EUROPEAN COMMISSION, Directorate General Regional Policy, July 2008.
- [39] MBA INGÉNIERE. *78th EUROCONSTRUCT CONFERENCE BIM REPORT*. 78th EUROCONSTRUCT Conference, Milan, 2014.
- [40] MMR. *Expertizy pro oblast investiční výstavby*. Praha, 2014. Dostupné z: <http://www.mmr.cz/cs/Evropska-unie/Kohezni-politika-EU/Kohezni-politika/Expertizy-pro-oblast-investicni-vystavby>
- [41] MMR ČR. *Průvodce ekonomickým hodnocením projektu programu*. Dostupné z: https://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/5d5cc5d8-5ee0-461d-9381-3fd53e3e7c83/Pruvodce_ekonomickym_hodnocenim_projektu_programu__5d5cc5d8-5ee0-461d-9381-3fd53e3e7c83.pdf
- [42] OECD. *Sustainable Development: Linking economy, society, environment*. 2008. ISBN 9789264047785.
- [43] ROP Jihovýchod. *Výzva k předkládání projektů oblast podpory: 1.1 Rozvoj dopravní infrastruktury v regionu*. Dostupné z: http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/a9b6e001-b055-4166-9809-5bd3de748612/1-1_a9b6e001-b055-4166-9809-5bd3de748612.pdf?ext=.pdf
- [44] ROP Přehled stavu projektu. Dostupné z: www.ropstrednicechy.cz/download
- [45] ROP Střední Morava. *Český překlad metodiky EK pro zpracování CBA*. Dostupné z: <http://www.rr-strednimorava.cz/file/368/>.
- [46] ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR. *Cenové normativy staveb pozemních komunikací – 2012 databáze rizik*. Dostupné z: [http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/fd1c2c3a1103ca85c1256a0f00330868/491de15e87d89005c1257b500039dce4/\\$FILE/CN2012_rizika.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/fd1c2c3a1103ca85c1256a0f00330868/491de15e87d89005c1257b500039dce4/$FILE/CN2012_rizika.pdf)
- [47] STRUKTURÁLNÍ FONDY, (2014): *Měsíční monitorovací zpráva_2013_12*. Citováno z: http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/1a7af95d-525c-4b88-94a1-bdcf6a3b02d7/MMZ_2013_12.pdf.
- [48] TEKLA CASE STUDIES. *Wayne Brother uses BIM to reduce risk and raise value*. Dostupné z: <http://83-136-253-59.uk-lon1.host.upcloud.com/references/wayne-brothers-uses-bim-reduce-risk-and-raise-value>

[49] TEXAS A&M UNIVERSITY. Department of Statistics. Dostupné z: <http://www.stat.tamu.edu/west/applets/ci.html>

[50] Směrnice Evropského parlamentu a rady 2014/24/EU o zadávání veřejných zakázek a o zrušení směrnice 2004/18/ES. Dostupné z: http://www.portal-vz.cz/getmedia/1c79eb25-e98e-4cf9-8964-afa8df67e3f3/Smernice-c-2014_24_EU-o-zadavani-VZ-a-o-zruseni-smernice-c-18.pdf

[51] 104/2000 Sb. ZÁKON ze dne 4. dubna 2000 o Státním fondu dopravní infrastruktury

[52] <http://www.buildingsmart.com/>

[53] <http://www.czbim.org/>

[54] <http://www.ribaplanofwork.com/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BIM	Informační model budovy
CAD	Computer Added Design
CAFM	Computer Added Facility Management
CBA	Analýza nákladů a užitků
CF	Cash flow
CO ₂	Uhlíková stopa budovy
ČKA	Česká komora architektů
ČKAIT	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě
ČR	Česká republika
EK	Evropská komise
ENPV	Ekonomická čistá současná hodnota
ERDF	Evropský fond regionálního rozvoje
ERR	Ekonomické vnitřní výnosové procento
ESF	Evropský strukturální fond
EU	Evropská unie
EVA	Ekonomická přidaná hodnota
FNPV	Finanční čistá současná hodnota
FRR	Finanční vnitřní výnosové procento

HDP	Hrubý domácí produkt
HNP	Hrubý národní produkt
IC	Investiční náklad
IPD	Integrated Project Delivery
IPMA	International Project Management Association
IRR	Vnitřní výnosové procento
LCC	Náklady životního cyklu
NPV	Čistá současná hodnota
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
PCO	Projektový certifikační orgán
PPP	Public-private Partnership
RMVSS	Risk management více smluvních stran
ROP	Regionální operační program
RR	Regionální rada
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury
SR	Státní rozpočet
SW	Software
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
μ	Střední hodnota
σ	Směrodatná odchylka

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 3-1: Základny projektového managementu.....	22
Obr. 3-2: Životní cyklus.....	25
Obr. 3-3: Základní investiční prostor.....	34
Obr. 3-4: Jednotlivé kroky analýzy nákladů a výnosů.....	39
Obr. 4-1: Typické tvary základních diskrétních rozdělení pravděpodobnosti.....	54
Obr. 4-2: Typické tvary základních spojitých rozdělení pravděpodobnosti.....	55
Obr. 4-3: Normální rozdělení se znázorněním typických intervalů spolehlivosti.....	57
Obr. 4-4: Procentuální vyjádření nákladů životního cyklu stavebních objektů.....	75
Obr. 4-5: BIM procesy.....	77
Obr. 4-6: Tok informací ve stavebním procesu.....	78
Obr. 4-7: Procentuální rozpad finančního dopadu nepřiměřené alokace rizik.....	81
Obr. 4-8: Vyspělost informačního modelování v ČR.....	89
Obr. 5-1: Oblíbené metody pro investiční rozhodování ve finských firmách.....	92
Obr. 5-2: Četnost použití investičních kritérií na finském investičním trhu.....	93
Obr. 5-3: Schéma průběhu čerpání finančních prostředků z ROP.....	100
Obr. 5-4: Příspěvky faktorů rizika k nejistotě NPV – tornádo graf.....	105
Obr. 5-5: Grafické znázornění výsledků simulace NPV v SW Crystal Ball.....	108
Obr. 5-6: Vyhodnocení výsledků variant NPV u projektů školské infrastruktury.....	111

SEZNAM TABULEK

Tab. 4-1: Ukázka matice kvalitativního hodnocení rizik.....	50
Tab. 4-2: Hranice a pravděpodobnost intervalů normálního rozdělení.....	57
Tab. 4-3: Intervalová hodnota rizika – cenový normativ A.1. – Komunikace.....	69
Tab. 5-1: Ukázka pravděpodobnostních charakteristik výsledků simulace NPV.....	109
Tab. 5-2: Četnost druhů pravděpodobnostních rozdělení při simulacích NPV.....	109
Obr. 5-3: Vyhodnocení výsledků simulace variant NPV s normálním rozdělením.....	110

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha A Seznam publikační činnosti
- Příloha B Analýza rizik z žádosti o dotaci od ROP Jihovýchod
- Příloha C Digital Plan of Work – Velká Británie
- Příloha D Roadmap to lifecycle BIM – Kanada
- Příloha E BIM protokol – ukázka
- Příloha F Přehled stavu projektu ROP
- Příloha G Údaje o stavu čerpání finančních prostředků ROP Jihovýchod
- Příloha H Vstupní model pro simulaci Monte Carlo
- Příloha J Výsledky výstupní proměnné NPV po simulaci Monte Carlo