

Pravděpodobnostní přístupy v investičním rozhodování a jejich implementace

Jiří Fotr* – Lenka Švecová**

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. Cílem příspěvku je proto shrnout nedostatky tradičního přístupu k investičnímu rozhodování založeného na jediném scénáři vývoje faktorů podnikatelského okolí, charakterizovat významné pravděpodobnostní nástroje podporující analýzu rizika investičních projektů v podobě scénářů a simulace Monte Carlo včetně ilustrace jejich uplatnění na příkladu z hospodářské praxe. Dále specifikovat bariéry jejich uplatnění v praxi a navrhnout soubor doporučení, který by mohl podpořit jejich praktickou implementaci, a tím i zvýšit kvalitu investičního rozhodování v hospodářské praxi.

1 Nedostatky tradičního přístupu k hodnocení investičních projektů

Výsledky řady empirických průzkumů¹ 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, resp. vnitřního výnosového procenta. Toto respektování rizika má pak formu **rizikové prémie**, tvořící součást diskontní sazby projektu². Vyšší, resp. nižší míře rizika projektu odpovídá pak vyšší, resp. nižší hodnota této prémie.

Charakteristickým rysem tradičních postupů hodnocení projektů je pak **jednoscénářový 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

Příspěvek je zpracován jako jeden z výstupů výzkumného záměru *Nová teorie ekonomiky a managementu organizací* registrovaného u MŠMT České republiky pod evidenčním číslem MSM6138439905.

* prof. Ing. Jiří Fotr, CSc. – profesor; katedra managementu, Fakulta podnikohospodářská, Vysoká škola ekonomická v Praze

** Ing. Lenka Švecová, Ph.D. – zastupující vedoucí katedry; katedra managementu, Fakulta podnikohospodářská, Vysoká škola ekonomická v Praze.

¹Poznatky z některých empirických výzkumů investičního rozhodování shrnutí např. (Fotr – Špaček, 2009).

²O rizikové prémii více např. (Kislingerová, 2007).

jednoho kritéria³ (např. NVP či doby úhrady) či několika málo kritérií při nejpravděpodobnějším scénáři.

Nedostatky jednoscénářového 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.⁴

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 aj.). 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.⁵

2 Pravděpodobnostní přístupy v investičním rozhodování

2.1 Scénáře

Pozornosti se dostává scénářům od 70. let minulého století, přičemž jejich určitým průkopníkem v oblasti strategického firemního rozhodování, a to především investičního charakteru, byla společnost Shell.⁶

Pojetí scénářů není jednotné, obvykle se však chápou jako vnitřně konzistentní obrazy budoucnosti založené na určité množině vzájemně propojených faktorů kvalitativní i kvantitativní povahy⁷. Schoemaker (2002) uvádí, že východiskem jejich tvorby by mělo být vymezení toho, co známe o budoucím vývoji, tj. **trendů** na straně jedné a specifikace toho co neznáme, tj. **klíčových nejistot**. Každý scénář je pak založen na propojení těchto trendů a nejistot.⁸

³Někdy se tento přístup k volbě investičního projektu označuje jako rozhodování na základě „jednoho čísla“.

⁴Optimistické pohledy na investiční projekty ovlivňují některé další faktory, ke kterým patří především opomíjení, resp. **podceňování konkurence, tlak na optimistické prognózy, přeceňování stupně ovladatelnosti rizik a vlastních schopností** (projevující se v tom, že manažeři, resp. podnikatelé předpokládají, že vynaložením dostatečného úsilí mohou zajistit úspěšnost investičních projektů) a **potlačování pesimistických názorů** v organizaci.

⁵Tyto přístupy jsou dostatečné v případě, že jde o málo flexibilní projekty. U projektů a firem s vysokou flexibilitou však není tento přístup dostatečný a k ocenění této flexibility ve značně nejistém prostředí je třeba uplatnit modelování reálných opcí. Ocenění flexibilních projektů pak kombinuje jejich tradiční ocenění na základě diskontovaných peněžních toků s oceněním jejich flexibility pomocí reálných opcí (blíže Scholleová, 2007).

⁶Jeden z významných autorů odborných publikací věnovaných tvorbě a aplikacím scénářů, kterým je K. Van der Heijden, využil právě svých dlouholetých zkušeností ze svého působení jako manažera odpovědného za plánování ve společnosti Shell. Uvádí (blíže Heijden, 2005), že tato společnost vyžadovala od 80. let minulého století ohodnocení každého významného projektu vzhledem k souboru vytvořených scénářů.

⁷Diskuzi možných pojetí scénářů uvádí (Švecová, 2005), (Fotr – Švecová a kol., 2010) či Courtney, 2003).

⁸Postup tvorby scénářů lze shrnout do těchto kroků (blíže viz Schoemaker, 2002): vymezení rozsahu scénářů a významných otázek, na které by scénář měl odpovědět; definování důležitých aspektů a shromažďování

Z hlediska účelu a náplně je možné rozlišovat kvalitativní, semikvantitativní a kvantitativní scénáře.

- **Kvalitativní scénáře** představují určitý strukturovaný, i když verbálně vyjádřený variantní pohled na budoucnost, a to obvykle z makroekonomického hlediska včetně respektování globálních faktorů. Jejich základním cílem je zvýšit kvalitu přemýšlení o budoucnosti.
- **Semikvantitativní scénáře** propojují tvrdé i měkké prvky a slouží obvykle jako podpora strategického rozhodování, a to nejen pro hodnocení strategií a posuzování významných investičních projektů, ale též pro jejich tvorbu (vzhledem k tomu se tyto scénáře někdy též označují jako strategické scénáře). Doporučovaný počet těchto scénářů se pohybuje od dvou do pěti.
- Výhradně **kvantitativní scénáře** jsou vytvářeny obvykle jako kombinace hodnot klíčových faktorů rizika a k jejich zobrazení se často využívají pravděpodobnostní stromy. Počet těchto scénářů je zpravidla vyšší (neměl by však vzhledem k přehlednosti překročit 10 až 15) a slouží jako podpora nejen strategického rozhodování, ale i na nižších úrovních rozhodování a řízení.

Společným rysem semikvantitativních i kvantitativních scénářů je orientace na specifické nejistoty nejen makroekonomického ale i (u kvantitativních scénářů především) mikroekonomického charakteru. Na rozdíl od kvalitativních scénářů je zde též často snaha dospět k jejich **pravděpodobnostnímu ohodnocení** jakožto předpokladu kvantifikace rizika hodnocených strategických variant, resp. investičních projektů. Poznatky z některých empirických výzkumů přitom indikují růst využití scénářů v hospodářské praxi i jejich vnímané užitečnosti.

Simulace Monte Carlo slouží jako nástroj řešení pravděpodobnostních modelů, které lze jen velice obtížně řešit analyticky, resp. kde jsou analytická řešení nemožná. Počáteční kroky aplikace této metody v oblasti investičního rozhodování jsou spojeny se jménem D. Hertze a jeho průkopnickým článkem (viz Hertz, 1964).⁹ U nás jsou aplikace této metody v oblasti investičního rozhodování, resp. finančního managementu zatím dosti vzácné.¹⁰

2.2 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),

informací; identifikace dominantních externích faktorů, které jsou hybnou silou změn; stanovení důležitých trendů a klíčových nejistot; tvorba detailních scénářů včetně posouzení jejich vnitřní konzistence a přijatelnosti. Tento proces by měl být doplněn o animaci scénářů a jejich případnou transformaci do kvantitativních modelů. Jako jeden ze způsobů zkoumání potenciálních interakcí faktorů slouží metoda křížových iterací.

⁹Tento článek vzbudil v odborné veřejnosti značný ohlas a prodaly se řádově statisíce jeho reprintů. Po 15 letech byl pak tento článek ve stejném časopise opakovaně publikován.

¹⁰Jako příklad lze uvést uplatnění simulace Monte Carlo v oblasti konstrukce derivátů na počasí v plynárenství (viz Hnilica, 2006). Četnější jsou aplikace v oblasti logistiky a zásobování (návrhy distribučních systémů), operačního managementu (toky materiálu výrobním procesem), projektového řízení a teorie front (blíže Dlouhý aj., 2007 a Gros, 2003).

- **určení klíčových faktorů rizika.**¹¹ Při simulaci se bude respektovat nejistota těchto faktorů, přičemž u ostatních faktorů (málo významných rizikových faktorů, resp. veličin s malou nejistotou, resp. spolehlivým stanovením) se bude vycházet 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.¹²
- **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 (příkladem může být závislost poptávky po produktu na jeho prodejní ceně). 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 až 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 odchylky a variačního koeficientu, dále např. pravděpodobnost, s jakou bude čistá současná hodnota záporná aj.), tak jak uvádí ilustrace v oddíle 2.7.

2.3 Společné rysy a odlišnosti pravděpodobnostních přístupů

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.**

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

¹¹ Pro tento účel lze využít analýzu citlivosti, resp. matice hodnocení rizik, které stanovují expertně významnost rizikových faktorů na základě pravděpodobnosti jejich výskytu a intenzity negativního dopadu (blíže viz Hnilica – Fotr, 2009 a Fotr – Švecová, 2010).

¹² V ekonomických aplikacích se často využívá např. trojúhelníkové rozdělení, BetaPERT rozdělení, resp. normální rozdělení. Pokud pro určitý faktor rizika zvolíme trojúhelníkové či BetaPERT rozdělení, je třeba zadat nejpravděpodobnější hodnotu faktoru (ta tvoří vrchol rozdělení) a jeho dolní a horní mez. U normálního rozdělení, které slouží k zobrazení symetrických faktorů rizika, je třeba zadat střední hodnotu a směrodatnou odchylku. V intervalu střední hodnota \pm směrodatná odchylka leží cca 68 % hodnot daného faktoru.

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.

Základní rozdíl obou přístupů spočívá v tom, že počet scénářů u metody scénářů je omezený a nepřesahuje obvykle deset¹³. 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.). Pak jde o tzv. **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 jednoduše zobrazit graficky (v podobě grafu hustoty pravděpodobnosti či distribuční funkce zvoleného kritéria hodnocení), jednoduše získat statistické charakteristiky tohoto rozdělení. Určitý rozdíl obou přístupů spočívá i v tom, že aplikace simulace Monte Carlo vyžaduje vhodnou **počítačovou podporu**.¹⁴

2.4 Způsoby využití pravděpodobnostních přístupů v investičním rozhodování

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.¹⁵ Výstupy tohoto způsobu uplatnění obou metod pak poskytují podklady pro rozhodování o výběru investičních projektů k realizaci,
- určení **přijatelnosti rizika**, kdy jde o propočtení hospodářských výsledků, peněžních toků, ekonomických kritérií aj. při nepříznivých situacích zobrazených určitými scénáři¹⁶. 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

¹³ Nejčastěji se však pracuje se třemi scénáři (nejpravděpodobnější, optimistický, pesimistický), případně se přidává někdy i čtvrtý scénář, tzv. bez překvapení či varovný.

¹⁴ Jednodušší aplikace simulace lze řešit i pomocí tabulkového kalkulátoru, což je však dosti pracné. Podstatně efektivnější je uplatnění MS Excelu ve spolupráci s některým tzv. Add-in programem (doplňkem), mezi něž patří např. @Risk (blíže viz Varcholová – Rimarčík, 2003) a Crystal Ball (blíže např. Hnilica – Fotr, 2009).

¹⁵ Simulace Monte Carlo umožňuje též stanovit míry rizika projektu v podobě Value at Risk (VaR), např. zisk v riziku, NPV v riziku aj., představující obvykle pětiprocentní percentil rozdělení pravděpodobnosti kritéria hodnocení projektu (blíže Hnilica – Fotr, 2009).

¹⁶ Často jde o tzv. varovné či výstražné scénáře kombinující značně nepříznivé možnosti vývoje jednotlivých faktorů rizika.

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 **systemů včasného varování a kontingenčních plánů**¹⁷ na základě kvantitativních informací o významnosti jednotlivých faktorů rizika hlediska jejich příspěvků k riziku projektu.

Je ovšem zřejmé, že míra skutečného využití pravděpodobnostních přístupů v investičním rozhodování závisí na několika významných faktorech, které blíže diskutujeme o oddíle 3.

2.5 Propojení simulačních a scénářových přístupů

Simulační přístupy jsou vhodné především v situacích, kdy existuje značný počet rizikových faktorů spojité či diskrétní povahy, přičemž nelze předpokládat zásadně odlišné možnosti vývoje těchto faktorů (jde tedy spíše o spjitý 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 (Fotr – Píšek, 1986 a Saïpe, 1978), což umožňuje lepší a úplnější popis rizikové situace.

2.6 Přednosti a nedostatky simulací a scénářů

Předností uplatnění těchto nástrojů je především to, že nutí hlouběji přemýšlet a analyzovat oceňované investiční projekty z hlediska jednotlivých faktorů rizika, jejich nejistot, vzájemných závislostí a dopadů na investiční projekty. To pak umožňuje lépe posoudit jejich rizikovou stránku a přemýšlet o možnostech snížení jejich rizika s využitím pestré palety nástrojů, které poskytuje **management rizika**. Explicitní způsob respektování rizika umožňuje též snadněji dospět ke specifikaci **nepřijatelného rizika** vedoucího v oblasti investičního rozhodování k zamítnutí projektů, u kterých nejsou opatření na snížení rizika možná nebo vysoce nákladná.

Uplatnění simulačních a scénářových přístupů vytváří též příznivější předpoklady pro překonání dalšího nedostatku tradičního přístupu k hodnocení investičních projektů, který spočívá v zanedbávání jejich **flexibility**. Uplatnění **reálných opcí** může pak vhodně čerpat z výsledků explicitního respektování rizika investičních projektů v podobě jejich kvantifikovaných charakteristik (rozptyl, směrodatná odchylka, resp. variační koeficient peněžních toků).

Scénářové a především simulační přístupy mají však i určité nedostatky. Patří mezi ně **značná pracnost a někdy obtížnost**, především pokud jde o stanovení rozdělení pravděpodobnosti faktorů rizika a respektování jejich závislosti (zvláště u projektů s dlouhou dobou života). Největší výhradou je však námitka, že **nejvýznamnější faktory rizika**, jsou často na základě hodnocení současnosti a minulosti **nepředvídatelné**. To pak může pak vést k tzv. **tunelovému efektu**, kdy se vychází ze známých, v minulosti a přítomnosti

¹⁷ Kontingenční (někdy korekční či havarijní plány) představují plány opatření na snížení negativních dopadů výskytu neošetřených rizik, umožňující pohotovou a nákladově efektivní reakci na tato rizika.

vystupujících faktorů rizika (ceny, poptávka, nákladové položky, měnové kurzy aj.) a oslabuje se citlivost k hledání faktorů nových, dříve neznámých. Hlavní nebezpečí uplatnění simulace a scénářových přístupů spočívá podle tohoto názoru v tom, že může vést ke kvantifikaci nesprávných rizik. Tyto námitky mají jistě určité oprávnění, avšak zmíněný nedostatek je možné alespoň do určité míry oslabit velkým důrazem kladeným na identifikaci rizikových faktorů investičních projektů a její kvalitu.

2.7 Příklad aplikace simulace Monte Carlo v investičním rozhodování

Předmětem hodnocení je investiční projekt z oblasti chemického průmyslu orientovaný na zavedení výroby nového produktu s plánovanou dobou výstavby v délce jednoho roku a dobou provozu čtyři roky. Tento produkt je určen zčásti pro domácí trh, část produkce bude exportována do zemí Evropské unie. Pro hodnocení tohoto projektu a jeho analýzu rizika byl v systému MS Excel zpracován **finanční model**¹⁸, jehož významnou složkou tvořily přírůstkové **peněžní toky projektu** po celou dobu jeho životnosti v členění na období výstavby a období provozu a dále hodnoty **kritérií** pro ekonomické vyhodnocení projektu zahrnující především jeho ocenění v podobě čisté současné hodnoty (NPV). Počet vstupních veličin finančního modelu projektu přesahoval 50, přičemž u dvaadvaceti z nich se na základě expertního posouzení i analýzy citlivosti dospělo k závěru, že jde o významné faktory rizika¹⁹, jejichž budoucí hodnoty jsou značně nejisté a NPV je na změny hodnot těchto faktorů značně citlivá.

Pro tyto rizikové faktory byly zpracovány čtyři scénáře, a to:

- základní scénář založený na nejpravděpodobnějších hodnotách faktorů rizika,
- scénář optimistický, vycházející z předpokladu příznivého vývoje veličin ovlivňujících hospodářské výsledky projektu,
- scénář pesimistický, založený na opačných předpokladech, než scénář optimistický,
- varovný scénář, vycházející z krajně nepřátelského vývoje jednotlivých faktorů rizika²⁰.

Pro jednotlivé scénáře byla stanovena NPV projektu, jejíž hodnoty uvádí tab. 1.

Tab. 1: NPV projektu

Kritérium	Scénář			
	Optimistický	Nejpravděp.	Pesimistický	Varovný
NPV (mil. Kč)	42,36	34,47	8,92	-6,71

Zdroj: vlastní výpočty

Tradiční deterministický (jednoscenářový) propočet peněžních toků projektu na základě nejpravděpodobnějších hodnot vstupních veličin vedl k NPV ve výši 34,47 mil. Kč, což indikuje, že jde o ekonomicky efektivní projekt. V případě optimistického vývoje by NPV

¹⁸Více o tvorbě finančních modelů (viz Charnes, 2007).

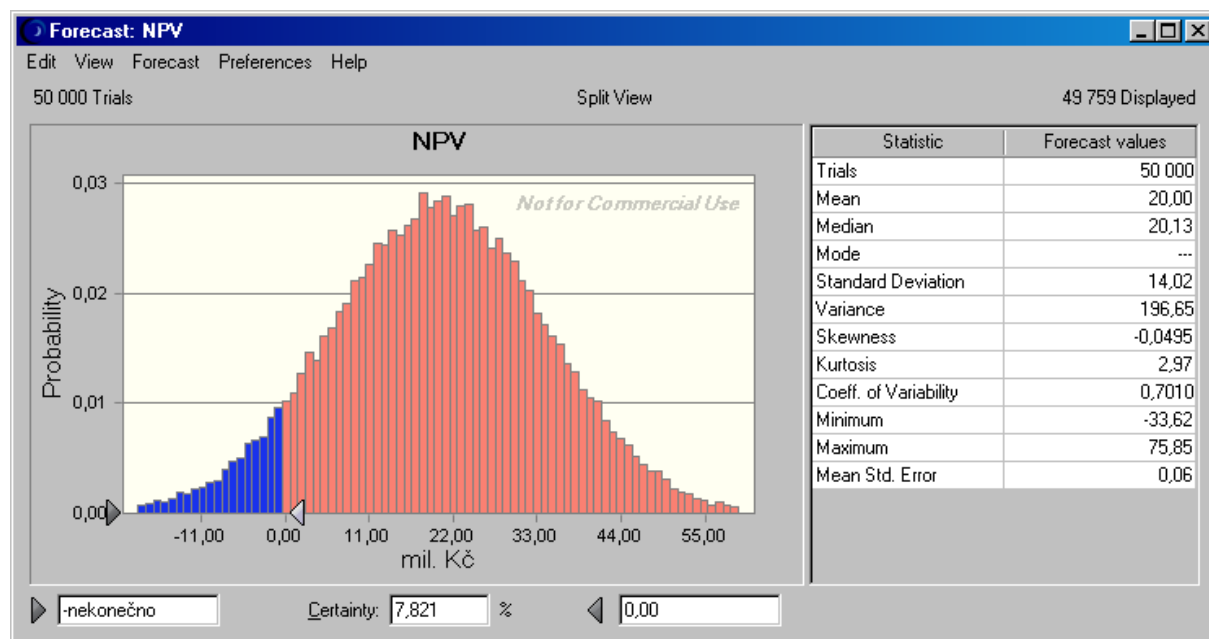
¹⁹Mezi tyto faktory patřilo využití výrobní kapacity, prodejní cena na domácím a zahraničním trhu, měnový kurz Kč/euro a nákupní cena materiálu v jednotlivých letech života projektu a investiční náklady projektu v členění strojní a stavební investice.

²⁰ Optimistický a pesimistický scénář byly stanoveny jako kombinace optimistických, resp. pesimistických hodnot faktorů rizika respektujících jejich vzájemné závislosti (např. vysoké prodeje v optimistickém scénáři kombinované s prodejní cenou, umožňující dosažení těchto prodejů). Jednotlivé scénáře se odlišovaly pouze hodnotami faktorů rizika, ostatní vstupní veličiny finančního modelu projektu deterministického charakteru měly ve všech scénářích stejné hodnoty.

projektu přesáhla 40 mil. Kč a i pesimistický scénář vedl ke kladné NPV. Pouze při varovném scénáři by NPV projektu klesla do záporných hodnot.²¹ Z propočtu NPV při jednotlivých scénářích lze odvodit přibližně i hranice intervalu, ve kterém se NPV projektu může pohybovat.

Určitým problémem aplikace scénářů je jejich **reprezentativnost** (do jaké míry vhodně reprezentuje celý soubor možných budoucích situací, a tím i celý interval hodnot NPV) a v našem případě i vysoká obtížnost stanovení jejich pravděpodobností. Značně pravděpodobnější informaci o rizikové stránce projektu poskytuje simulace Monte Carlo, jejíž základní výsledky přinášení obr. 1 a 2²².

Obr. 1: Rozdělení pravděpodobnosti NPV projektu



Zdroj: vlastní výpočty

Z tabulky statistických charakteristik rozdělení NPV projektu na obr. 1 plyne, že NPV projektu se pohybuje v intervalu od -33,62 mil. Kč až 75,85 mil. Kč. I když může NPV projektu dosáhnout v krajním případě značně negativní hodnoty, je pravděpodobnost záporné hodnoty NPV projektu dosti malá a nepřesahuje 7,8 % (viz číslo v políčku *Certainty* pod grafem rozdělení pravděpodobnosti NPV na obr. 1). Z toho pak plyne, že pravděpodobnost kladné hodnoty NPV projektu je 92,2 %.²³ Poměrně překvapivé však může být, že

²¹ Záporná hodnota NPV při varovném scénáři pouze indikuje ekonomickou neefektivnost projektu za podmínek tohoto scénáře. Pro posouzení rizikové stránky projektu, a to především v případě, že jde (vzhledem k velikosti firmy) o značně rozsáhlý projekt financovaný z větší části cizím kapitálem, by bylo nutné stanovit firemní peněžní toky po dobu života projektu a posoudit finanční stabilitu firmy při varovném scénáři (schopnost podporovat projekt finančně ze zdrojů získaných jinými aktivitami firmy). Pokud by propoččet ukázal neschopnost hradit dluhovou službu, šlo by zřejmě o projekt s nepřijatelným rizikem.

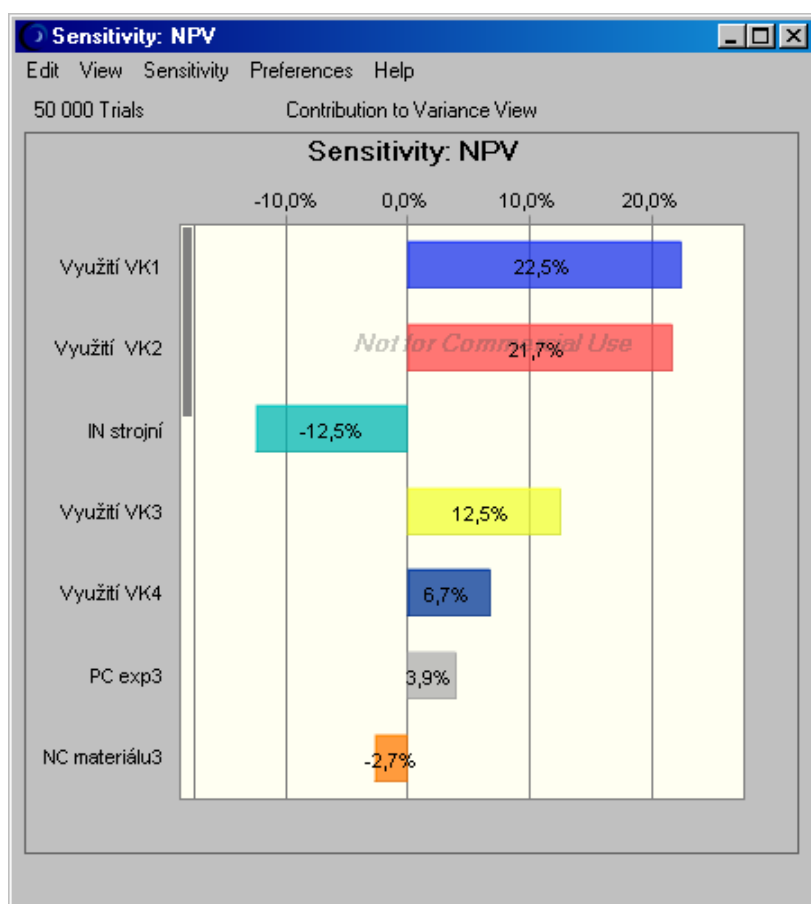
²² K analýze rizika tohoto projektu simulací Monte Carlo jsme užili systém Crystal Ball. Před vlastní simulací bylo třeba stanovit rozdělení pravděpodobnosti jednotlivých faktorů rizika. Na základě expertního posouzení těchto faktorů bylo k zobrazení jejich nejistoty využito normální, trojúhelníkové a betaPERT rozdělení (to v případě investičních nákladů stavební a strojní části projektu). V rámci simulace proběhlo 50 tisíc simulačních kroků, z nichž každý představoval určitý scénář.

²³ Z rozdělení pravděpodobnosti NPV projektu lze dále zjistit, že pravděpodobnost toho, že NPV se bude pohybovat od 10 mil. Kč do 30 mil. Kč je 52,3 %, a užšímu intervalu od 15 mil. Kč do 25 mil. Kč odpovídá pravděpodobnost okolo 28 %.

pravděpodobnost překročení NPV ve výši 34,47 mil. Kč při nejpravděpodobnějším scénáři je pouze 15,2 %.²⁴ Příčina spočívá v tom, že většina rozdělení pravděpodobnosti faktorů rizika byla nesouměrná s vychýlením směrem k méně příznivým hodnotám těchto faktorů (tj. např. spíše pokles než vzrůst prodejních cen vzhledem k nejpravděpodobnějším hodnotám, spíše překročení než úspora investičních nákladů aj. Tomu odpovídá i to, že střední hodnota NPV projektu ve výši cca 20 mil. Kč je přibližně o 14,5 mil. Kč nižší než stejná hodnota při nejpravděpodobnějším scénáři.

Z grafu rozdělení pravděpodobnosti NPV z tabulky statistických charakteristik dále plyne, že je toto rozdělení téměř dokonale symetrické – velice malá záporná šikmost (*skewness*) velikosti -0,0495 indikuje pouze nepatrné vychýlení doleva, tj. směrem k nižším hodnotám NPV. Souměrnost rozdělení i jeho špičatost (*kurtosis*) blízká hodnotě 3 napovídá, že rozdělení NPV projektu se velice blíží rozdělení normálnímu.²⁵

Obr. 2: Graf citlivosti



Zdroj: vlastní výpočty

Výsledky simulace ukazují názorně rizikovost daného investičního projektu. Pro vlastní řízení rizika tohoto projektu však mají ještě větší význam kvantifikované příspěvky jednotlivých faktorů rizika k riziku projektu stanovené pomocí analýzy rozptylu (viz obr. 2). Z tohoto obrázku plyne, že nejvýznamnějšími faktory rizika jsou stupně využití výrobní

²⁴ Využití procedury *Scenario Analysis* v systému Crystal Ball ukázalo, že pouze v 85 scénářích z 50 tisíc se dosáhlo NPV vyšší než 60 mil. Kč a u pouze 24 scénářů NPV projektu překročila 65 mil. Kč.

²⁵ Vyrovnání tohoto rozdělení nevhodnějším typem teoretického rozdělení však ukázalo, že nejlépe aproximuje rozdělení NPV Beta rozdělení a normální rozdělení bylo podle statistického testu až na druhém místě. Příčinou je neohraničenost normálního na rozdíl od Beta rozdělení.

kapacity v jednotlivých letech provozu projektu. Soubor příspěvku těchto faktorů k riziku projektu činí téměř 64 %. Významným faktorem rizika jsou i investiční náklady strojní části projektu s příspěvkem 12,5 % k celkovému riziku.²⁶ K dalším již méně významným faktorům rizika patří exportní prodejní ceny a nákupní ceny základního materiálu. Je tedy zřejmé, že pro úspěšnost projektu jsou klíčové dostatečně vysoké prodeje a úsilí by se mělo zaměřit na eliminaci, resp. alespoň oslabení poptávkového rizika (např. uzavřením dlouhodobých kontraktů, aktivní prodejní politikou aj.). Pozornost je třeba věnovat též pečlivému sledování nákladů na strojní zařízení.

Charakteristika alespoň některých výsledků simulace Monte Carlo názorně ukazuje, jak bohaté a cenné informace přináší tato metoda pro hodnocení investičních projektů, analýzu jejich rizik a rozhodování o přijetí, či zamítnutí těchto projektů vzhledem k tradičnímu jednoscénářovému přístupu.

3 Obtíže a bariéry implementace pravděpodobnostních přístupů v investičním rozhodování.

I když scénářové a simulační přístupy mohou výrazně přispět ke zvýšení kvality investičního rozhodování, není jejich implementace jednoduchá a může narážet na značné obtíže, resp. vyžaduje překonat určité bariéry. Mezi významné obtíže či bariéry implementace patří především:

- **Resistance ke změnám** projevující se neochotou měnit tradiční, dlouhodobě zažitý způsob práce zakořeněný v podnikové kultuře. Pravděpodobnostní přístupy jsou však značně odlišné od tradičního hodnocení a výběrů investičního projektu a jejich uplatnění vyžaduje značnou změnu myšlení a stylu práce,²⁷ je náročné na odborné znalosti a využívání nových informací. Opomenout nelze ani vyšší nároky na čas a potřebné finanční prostředky, a to především v počátečních fázích implementace. Implementace je často obtížnější a náročnější než si většina organizací představuje a nemůže být dlouhodobě úspěšná bez **angažovanosti** organizace, změn její **organizační struktury** a **podnikové kultury**.²⁸
- **Absence podpory vrcholového vedení.** Mnoho aplikací pravděpodobnostních přístupů vzniklo na štábní úrovni, resp. úrovni středního managementu, pouze výjimečně na úrovni vrcholového vedení, přičemž většina manažerů (často i analytiků) chápe tyto nástroje pouze jako další podporu investičního rozhodování nevyžadující již zmíněnou změnu podnikové kultury. Bez **angažovanosti** a **podpory vrcholového** vedení však tato změna a tím i dlouhodobější úspěšnost implementace pravděpodobnostních přístupů není možná.
- **Nedostatek potřebných znalostí,** a to jak u manažerů, kteří jsou uživateli výsledků simulací a scénářových propočtů, tak i u pracovníků (štábních útvarů, funkčních útvarů aj.), kteří jsou členy týmů aplikujících pravděpodobnostní přístupy, spojený s výtkami na jejich přílišnou složitost. Tyto obtíže však nejsou obvykle zásadního charakteru a lze je

²⁶Celkový příspěvek využití výrobní kapacity a strojních investičních nákladů činí 76 %. Znamená to, že všech zbývajících 17 faktorů (22 – 5) přispívá k celkovému riziku projektu pouze 24 %. Záporné hodnoty příspěvků strojních investičních nákladů a nákupních cen materiálu indikují, že jejich vzrůst vede k poklesu NPV projektu.

²⁷ Především jde o náhradu tradičních jednobodových odhadů veličin vstupujících do hodnocení investičních projektů a výsledků hodnocení v podobě hodnot kritérií jejich rozdělení pravděpodobnosti. Tato změna vyžaduje čas a může někdy způsobit trauma těm, kteří nejsou ochotni vzdát se starého myšlení a zvyků.

²⁸ Někdy by bylo možné mluvit o radikálně odlišném přístupu založeném na odhalování rizik a nejistot a explicitní práci s nimi na rozdíl od optimisticky zpracovávaných zpráv zakrývajících riziko a nejistotu.

obvykle překonat vhodnou formou vzdělávání a výcviku²⁹ (blíže dále). Nedostatek znalostí může být i příčinou buď **přeceňování** pravděpodobnostní přístupů spojeného s očekáváním, že její výsledky značně **zjednoduší** závěrečné rozhodnutí, např. o přijetí či zamítnutí určitého investičního projektu³⁰ nebo jejího **podceňování** spojeného s nepochopením či neschopností využít plně pravděpodobnostní výsledky analýzy rizika³¹. Nedostatek potřebných znalostí může být i příčinou očekávání, že výsledky analýzy rizika lze plně využít v rámci jimi uplatňovaných procesů.

Mezi další bariéry implementace pravděpodobnostních přístupů může patřit nedostatek času (zatížení manažerů, resp. dalších pracovníků operativními úkoly), poměrně dlouhá doba, po které lze verifikovat jejich výsledky vzhledem k výsledkům skutečně dosaženým (tj. ověřovat např. výsledky analýzy rizika určitého projektu vzhledem ke skutečným výsledkům po jeho realizaci), obtíže při získávání potřebných informací aj.

Výše uvedené obtíže a bariéry úspěšné implementace pravděpodobnostních přístupů lze buď zcela, resp. alespoň do určité míry překonat, a to její pečlivou přípravou a plánováním. Určitý soubor doporučení tvořící určité předpoklady úspěšné implementace shrnuje následující oddíl.

4 Doporučení k implementaci pravděpodobnostních přístupů v investičním rozhodování.

Úspěšná implementace analýzy rizika, a to především z dlouhodobého hlediska, má více aspektů, z nichž k nejdůležitějším patří stránka personální, znalostní, procesní, organizační a motivační.

4.1 Personální stránka

Již jsme uvedli, že klíčovým předpokladem úspěchu využití pravděpodobnostních přístupů v organizaci je **podpora vrcholového vedení**. Tu nelze obvykle získat tak, že členové vrcholového vedení budou seznámeni s těmito přístupy, jejich výsledky i přednostmi na základě teoretického výkladu, ale důležité je demonstrovat příklady úspěšných aplikací. Ty by neměly být z jiných oborů³², ale vždy buď z daného oboru, ve kterém podnik působí, resp. nejlépe by mělo jít alespoň o jeden příklad z vlastního podniku (připravený např. externí poradenskou společností). Úkolem vrcholového vedení je pak kromě **celkové podpory** iniciovat i **první kroky implementace** pravděpodobnostních přístupů.

Podpora vrcholového vedení je sice nutným předpokladem úspěšné implementace, avšak ne předpokladem postačujícím. Stejně důležité je **získat manažery** (obvykle manažery

²⁹ Manažeři bez dostatečné průpravy neumí obvykle začlenit výsledky analýzy rizika do svých procedur investičního rozhodování. Úspěšnost implementace může zvýšit dílčí zahrnutí jimi uplatňovaných postupů do celkového rámce analýzy rizika.

³⁰Pravděpodobnostní přístupy nesnižují (vzhledem k deterministickému přístupu) náročnost a obtížnost investičního rozhodování, neboť neposkytují jednoznačné pravidlo či návod, zda určitý projekt přijmout, či zamítnout. Manažeři odpovědní za investiční rozhodnutí nezískávají tedy jednoduché odpovědi na složité problémy. Dospět ke kvalitnímu rozhodnutí s využitím bohatých pravděpodobnostních výstupů poskytujících široký obraz o rizikovosti projektu není proto jednoduché (na rozdíl od rozhodování založeného „na jednom čísle“), přičemž stále je třeba při investičním rozhodování zvažovat ostatní atributy projektů (především nefinanční povahy), které nebyly do analýzy rizika zahrnuty.

³¹Mun (Mun, 2004 a Mun, 2006) mluví v této souvislosti o extrémním očekávání shora a nedostatku kompetence zdola.

³² Příklady z jiných oborů se mohou setkat s námitkami, že tyto příklady jsou sice zajímavé, ale náš obor podnikání (resp. organizace) má určité specifické rysy, které úspěšnou implementaci analýzy rizika buď značně komplikují, či zcela znemožňují.

vyšší úrovně řízení), kteří jsou rozhodovateli a budou **uživateli výsledků** pravděpodobnostních přístupů o jejich užitečnosti a přínosech oproti deterministickému přístupu. Stejně jako u vrcholového vedení je nejlepší možností demonstrace způsobů využití výsledků těchto přístupů na příkladu, resp. příkladech z vlastního podniku. Jde o to, aby se manažeři zbavili **strachu z pravděpodobnostních informací**, pocítovali jejich užitečnost, což pak povede k tomu, že se zvýší jejich **angažovanost** a budou tyto informace vyžadovat.

4.2 Vzdělávání a výcvik

Je zřejmé žádoucí postupně budovat kvalitu personální složky, a to již na počátku implementace, především vhodnou přípravou a výcvikem, přičemž první implementace by měly sloužit též jako nástroj učení.

Podstatné je, že vzdělávání by mělo začít u těch **manažerů**, kteří by měli **využívat výsledky** pravděpodobnostních přístupů jako podstatný informační zdroj ve svém rozhodování (jinak budou vyžadovat stále informace deterministické povahy). Pro získání potřebných znalostí stačí těmto subjektům absolvovat jednodenní kurz, na jehož základě by byli schopni formulovat svoje požadavky na pravděpodobnostní přístupy, porozumět jejich výstupům a být schopni tyto výsledky integrovat do svých rozhodovacích procesů a přijmout rozhodnutí. Pro pracovníky, kteří se budou podílet na implementaci jakožto **členové realizačních**, resp. **projektových týmů** postačí též jednodenní kurz s přibližně stejnou náplní jako u výše uvedeného kurzu pro manažery – uživatele výsledků pravděpodobnostních přístupů.³³

Náročnější kurzy, a to v délce alespoň dvou až tří dnů by byly nutné pro pracovníky, kteří se budou podílet na vlastní tvorbě modelů pro analýzu rizika. Určitým specifikem tohoto kurzu je pak to, že není orientován pouze na vzdělávání, ale především na **výcvik** zaměřený na získání **dovedností** potřebných pro úspěšnou tvorbu modelů analýzy rizika.

Nejnáročnější je zřejmě příprava **specialistů** pro analýzu rizika vystupujících v roli **analytiků** či **konzultantů**. Vzdělávání a výcvik těchto pracovníků vyžaduje alespoň dvoutýdenní kurz zaměřený nejen teoreticky na získání potřebných znalostí, ale i výcvik dovedností v průběhu řešení více případových studií analýzy rizika.

4.3 Procesní stránka

Procesní stránka implementace zahrnuje více aspektů, z nichž k nejdůležitějším patří tvorba realizačního (projektového) týmu, výběr problému, vlastní realizace analýzy rizika a komunikace jejích výsledků.

Pokud jde o **tvorbu týmu**, pak nezbytným předpokladem úspěchu je účast zkušeného analytika, dále zapojení pracovníků všech oblastí, resp. útvarů (finance, marketing, výroba, logistika, výzkum a vývoj aj.) kterých řešení problému, např. analýzy rizika určitého investičního projektu, týká. **Výběr vhodného problému**, a to zvláště problému pro první aplikaci pravděpodobnostních přístupů v podniku, má zvláště vysoký význam. Tuto aplikaci je třeba chápat jako určitý proces učení, vyžadující nižší míru sofistikovanosti, přičemž její výsledky mohou často do značné míry ovlivnit další osud implementace těchto přístupů v dané organizaci. Doporučuje se (blíže viz Skinner, 2001) pro počáteční implementaci pravděpodobnostního přístupu zvolit pilotní projekty, které jsou pro organizaci **důležité** a jejichž **řešení není příliš náročné** a mají **vysoký stupeň nejistoty**. Podle Muna (2006)

³³ Vzhledem k úloze těchto subjektů v průběhu realizace analýzy rizika jako zdroje informací pro identifikaci faktorů rizika a jejich kvantifikaci v podobě rozdělení pravděpodobnosti by bylo zde třeba věnovat větší pozornost způsobům konstrukce subjektivních rozdělení pravděpodobnosti na základě expertních výpovědí.

může být užitečné začít s **minulými projekty**, u kterých se nemusí čekat delší dobu na verifikaci výsledků jejich řešení.

Před zahájením vlastní implementace je dále důležité, aby manažer, který bude její výsledky využívat, formuloval svoje **informační požadavky** a byl v užším styku s realizačním týmem. Kvalita realizace analýzy rizika pak do značné míry závisí na **efektivní komunikaci** a **spolupráci** členů týmu a kompetenci analytika. Náročnost realizace analýzy rizika pak vyžaduje, aby na ní bylo dostatek času (tlaky na rychlé výsledky mohou značně negativně ovlivnit jejich kvalitu).

Při **komunikaci** výsledků je pak třeba jasně specifikovat, která rizika byla do řešení zahrnuta (v podobě rozdělení pravděpodobnosti faktorů rizika stanovených na základě historických dat, resp. expertních výpovědí) a která ne. Tato rizika je pak je třeba při volbě rozhodnutí respektovat neformalizovaně.

4.4 Organizační stránka

Pravděpodobnostní přístupy je možné implementovat buď vlastními silami, nebo pomocí externích konzultantů. V prvním případě je možné zvolit buď decentralizovaný, nebo centralizovaný přístup. Volba tohoto přístupu závisí na více faktorech, z nichž k nejdůležitějším patří velikost podniku, povaha jeho podnikatelské činnosti, míra decentralizace rozhodování a odpovědnosti za něj a v neposlední řadě ochota ke změně podnikové kultury.

Decentralizovaný přístup spočívá v implementaci simulací a scénářů na úrovni určitých nižších organizačních složek, kterými mohou být např. divize, podnikatelské jednotky aj. Tato forma může být užitečná ve společnostech se značným rozsahem závažných rozhodnutí s vysokým stupněm nejistoty, ke kterým patří např. společnosti z oblasti těžby a zpracování ropy, plynu a farmaceutické společnosti. Určitou nevýhodou decentralizovaného přístupu je obtížnější zabezpečení jeho kvality, větší nároky na získání a výcvik dostatečného počtu pracovníků, a obvykle také delší doba implementace.

Centralizovaný přístup je založen na existenci jediného implementačního místa v organizaci, spolupracujícího těsně s vyššími manažery. Předností centralizovaného přístupu je především snadnější zabezpečení kvality interních analytiků a tím i vysoké kvality procesů i výsledků implementace. Centralizovaný přístup je vhodný především ve společnostech, které realizují několik málo závažných značně rizikových rozhodnutí ročně (patří sem např. velké výrobní a technologické společnosti). Tento přístup je také vhodný pro společnosti, které plánují implementaci vlastními silami, tj. bez účasti externích konzultantů. Centralizovaný přístup uplatňuje většina společností v počátečních letech implementace jako formu snadnějšího zajištění a udržení její potřebné kvality i zabezpečení kritického počtu vzdělaných a zkušených odborníků. Nevýhodou centralizovaného přístupu je pak především jeho omezená kapacita.

Kromě interního zajištění implementace analýzy rizika je možné zvolit přístup založený na výlučném využití **externích konzultantů**. Pokud společnost dospěje k závěru, že nemá dostatek času a dalších zdrojů, představuje tento přístup nejjednodušší způsob zahájení implementace pravděpodobnostních přístupů. Jeho nevýhodou je však značná náročnost na finanční prostředky.

4.5 Motivace

Významným předpokladem úspěchu pravděpodobnostních přístupů v organizaci je **zainteresovanost** na jejich implementaci a to nejen u osob, které ji realizují, ale především u manažerů jakožto uživatelů jejích výsledků. Tuto angažovanost je obtížné **udržet**

dlouhodobě bez žádoucí motivace a stimulace. V hospodářské praxi však výrazně převládá zainteresovanost manažerů na dosažených výsledcích (a to především výsledcích krátkodobých) spojená s malou tolerancí k dílčím neúspěchům. Zde je třeba zdůraznit, že každý investiční projekt je spojen určitým (někdy značným) rizikem a pak tento motivační systém může podporovat **averzi k riziku**, a tím vyhýbání se projektům s vyšším rizikem, což může vést ke stagnaci firmy a snížení její konkurenceschopnosti. Systém hodnocení a odměňování by měl být proto založen nejen na hodnocení výsledků projektu, ale především na **kvalitě** jejich **přípravy** (včetně respektování rizika), **hodnocení** a **rozhodnutí** založeného na vědomém přijetí předem deklarovaného rizika. V tomto případě nelze proto manažery trestat za špatné výsledky a neúspěch projektu.³⁴ Postupné zvýšení významu kvality přípravy závažných rizikových rozhodnutí v motivačních systémech manažerů by tak mohlo příznivě ovlivnit míru implementace nejen pravděpodobnostních přístupů ale i dalších nástrojů rizikového rozhodování.³⁵

Závěr

Jedním ze závažných nedostatků tradičních přístupů k hodnocení investičních projektů je způsob začlenění rizika a nejistoty do tohoto hodnocení. Jeho základem je nejpravděpodobnější odhad peněžních toků projektů a respektování jejich nejistoty formou rizikové prémie. Jde tedy v podstatě o deterministický jednocenářový přístup založený na jediném, obvykle značně optimistickém předpokladu vývoje podnikatelského okolí.

Zásadní zvýšení kvality investičního rozhodování z hlediska respektování rizika a nejistoty však mohou přinést pravděpodobnostní přístupy, jejichž významnými představiteli jsou scénáře a simulace Monte Carlo.

Oba tyto nástroje vyžadují jednak identifikace faktorů rizika ovlivňujících peněžní toky investičních projektů, a tím i jejich kritéria hodnocení, jednak především u simulace Monte Carlo stanovení rozdělení pravděpodobnosti těchto faktorů. Výsledkem jejich uplatnění jsou pak peněžní toky projektu a další veličiny včetně ekonomických kritérií, pro každý scénář v rámci scénářových propočtů, resp. rozdělení pravděpodobnosti těchto veličin a jejich statistických charakteristik v případě simulace Monte Carlo. Výsledky pravděpodobnostních přístupů pak poskytují cenné informace o velikosti rizika projektu, posouzení jeho přijatelnosti a rozhodnutí o přijetí, či zamítnutí investičního projektu.

Úspěšné uplatnění pravděpodobnostních přístupů v praxi investičního rozhodování negativně ovlivňují určité bariéry, které tvoří především resistance ke změnám, absence podpory vrcholového vedení a nedostatek potřebných znalostí. K překonání těchto bariér je proto získání podpory vrcholového managementu a nezbytné znalosti vhodným výcvikem a vzděláváním. Nezbytným předpokladem úspěšné implementace pravděpodobnostních přístupů, a to především z dlouhodobého hlediska, je však postupná změna podnikové kultury podporující expertní práce s rizikem včetně žádoucí motivace.

³⁴V ideálním případě by měli být manažeři odměňováni za dobrá rozhodnutí, které zmařila smůla a penalizováni za špatná rozhodnutí, která dopadla dobře jen díky štěstí.

³⁵Určitý motivační účinek k uplatňování pravděpodobnostních přístupů může spočívat i v tom, že implementace analýzy rizika nenahradí zcela všechny dosud používané procesy, ale jejich některé složky či výstupy bude integrovat do nového pravděpodobnostního přístupu. Vzhledem k tomu je třeba před implementací co nejvíce poznat existující procesy a posoudit možnosti jejich alespoň dílčího využití. To pak může pozitivně ovlivnit přijetí nového přístupu a angažovanost jeho uživatelů i realizátorů.

Literatura:

- [1] Charnes, J. (2007): *Financial Modelling with Crystal Ball*. Hobojem: John Wiley & Sons, 2007.
- [2] Courtney, H (2003): *Decision Driven Scenarios for Assesing Four Levels of Uncertainty*. Strategy and Leadership, vol. 2003, n. 1, pp. 14-22.
- [3] Dlouhý, M. – Fábry, J. – Kuncová, M. – Hladík, T. (2007): *Simulace podnikových procesů*. Brno, Computer Press, 2007.
- [4] Fotr, J. – Píšek, M.: *Exaktní metody ekonomického rozhodování*. Academia. Praha 1986.
- [5] Fotr, J. – Špaček, M. (2009): *Postaudity investičních projektů z pohledu odborné literatury*. Working Paper, č. 11, s. 5–19. 2009.
- [6] Fotr, J. – Švecová, L. a kol. (2010): *Manažerské rozhodování. Postupy, metody a nástroje*. Praha, Ekopress, 2010.
- [7] Gros, I. (2003): *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. Praha, Grada Publishing, 2003.
- [8] Heijden van Der, K. (2005): *Scenarios. The Art of Strategic Conversation*. Chichester, John Wiley & Sons, 2005.
- [9] Hertz, D. B. (1964). *Risk Analysis in Capital Investment*. Harvard Business Review, vol. 1964, n. January, pp. 95-106 .
- [10] Hnilica, J. – Fotr, J. (2009): *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. Praha, Grada Publishing 2009.
- [11] Hnilica, J. (2006): *Weather Hedging In The Gas Industry: A Teaching Tool In Risk Management*. The Journal Of The World Association For Case Method Research & Application. 2006, vol. 18, n. 1, pp. 52 - 60.
- [12] Kislingerová, E. aj. (2007): *Manažerské finance. 2. přepracované a doplněné vydání*. Praha, C. H. BECK, 2007.
- [13] Kislingerová, E. aj. (2008): *Inovace nástrojů ekonomiky a managementu organizací*. Praha, C. H. Beck, 2008.
- [14] Mun, J. (2004): *Applied Risk Analysis*. New York, John Wiley & Sons, 2004.
- [15] Mun, J. (2006): *Modelling Risk. Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Forecasting and Optimisation Techniques*. Hobojem, John Wiley & Sons, 2006.
- [16] Saipé, A. L. (1978): *Conditional Risk Analysis*. Decision Science, 1978, n. 1, pp. 19-27.
- [17] Schoemaker, J. (2002): *Profiting from Uncertainty. Strategies for Succeeding No Matter What the Future Brings*. New York, The Free Press, 2002.
- [18] Scholleová, H. (2007): *Hodnota flexibility. Reálné opce*. Praha, C. H. Beck, 2007.
- [19] Skinner, D. (2001): *Introduction to Decision Analysis*. Gainesville, Probabilistic Publishing, 2001.
- [20] Švecová, L. (2005): *Riziko a nejistota ve strategickém rozhodování*. Doktorská disertační práce. Praha, Vysoká škola ekonomická, 2005.
- [21] Varcholová, T. – Rimarčík, M. (2003): *Prípadové štúdie analýzy rizika*. Bratislava, Vydavateľstvo Ekonom, 2003.

Pravděpodobnostní přístupy v investičním rozhodování a jejich implementace

Jiří Fotr – Lenka Švecová

ABSTRAKT

Úspěšnost investičních projektů do značné míry závisí na kvalitě integrace rizika a nejistoty do procesu přípravy těchto projektů, jejich hodnocení a rozhodování o přijetí, či zamítnutí. Článek nejprve charakterizuje nedostatky tradičního jednoscénářového přístupu k hodnocení projektů v rámci investičního rozhodování. Hlavní pozornost se pak soustřeďuje na pravděpodobnostní nástroje zahrnující především scénáře a simulaci Monte Carlo. Charakterizuje se podstata těchto nástrojů, jejich společné rysy a odlišnost, způsoby využití v investičním rozhodování a přednosti a nedostatky, přičemž uplatnění simulace Monte Carlo v analýze rizika investičních projektů se ilustruje na praktickém příkladě. V závěru článku se diskutují bariéry implementace scénářů i simulace Monte Carlo a navrhuje soubor doporučení zvyšujících úspěšnost začlenění těchto nástrojů do praxe investičního rozhodování.

Klíčová slova: Investiční projekty; Riziko; Analýza rizika; Scénáře; Simulace Monte Carlo.

Probabilistic Approaches in Investment Decision Making and their Implementation

ABSTRACT

The success of investment projects depends largely on the quality of integration of risks and uncertainty in the process of preparation of these projects, their evaluation and decisions on acceptance or rejection. This article first characterizes the shortcomings of traditional one-scenario approach for evaluating projects within investment decision making. The main focus is on probabilistic tools, mainly on scenarios and Monte Carlo simulation. The article characterizes principles of the tools, their common features and differences, examples of usage in the investment decision making. Also covered are strengths and weaknesses of the tools, and application of Monte Carlo simulation in risk analysis of investment projects is illustrated on practical example. In conclusion, the article discusses barriers of implementation of scenarios and Monte Carlo simulation and proposes a set of recommendations increasing the success of integration of these tools into the investment decision making.

Key words: Investment projects; Risk; Risk analysis; Scenarios; Monte Carlo simulation.

JEL classification: G30