

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Aplikace metodologie CreditMetrics na portfolio dluhových instrumentů
Application of CreditMetrics Methodology for Portfolio of Debt Instruments

Student: Bc. Petra Ručková

Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal

Ostrava 2015

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petra Ručková**

Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa

Studijní obor: 6202T010 Finance

Téma: **Aplikace metodologie CreditMetrics na portfolio dluhových instrumentů**
Application of CreditMetrics Methodology for Portfolio of Debt Instruments

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Charakteristika kreditního rizika
3. Popis metodologie CreditMetrics
4. Stanovení kreditního rizika portfolia vybraných dluhopisů pomocí metodologie CreditMetrics
5. Závěr

Seznam použité literatury

Seznam zkratk

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Seznam příloh

Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

FABOZZI, F. J., L. MARTELLINI and P. PRIAULET. *Advanced Bond Portfolio Management: Best practices in Modeling and Strategies*. Hoboken, N. J.: Wiley, 2006. 558 s. ISBN 978-0-471-67890-8.

MCNEIL, A., R. FREY and P. EMBRECHTS. *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools*. Princeton University Press. 2005. 538 s. ISBN 0-691-12255-5.

ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely: koncepty, metody, aplikace*. 3. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ekopress. 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal**

Datum zadání: 21.11.2014

Datum odevzdání: 25.04.2015

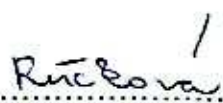



Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně.“

V Ostravě dne 24. dubna 2015


.....

Bc. Petra Ručková

„Děkuji prof. Dr. Ing. Zdeňku Zmeškalovi za cenné rady, odborné konzultace a vedení mé diplomové práce.“

Obsah

1 Úvod	6
2 Charakteristika kreditního rizika	8
2.1 Finanční rizika	8
2.2 Kreditní riziko.....	10
2.2.1 Základní specifika kreditního rizika.....	11
2.3 Finanční instrumenty, které jsou vystaveny kreditnímu riziku.....	12
2.4 Modelování kreditního rizika.....	16
2.4.1 CreditMetrics.....	17
2.4.2 KMV model	18
2.4.3 CreditRisk+	18
2.4.4 Credit Portfolio View.....	19
2.4.5 Jarrow-Turnbullovy modely.....	19
2.5 Rating.....	20
2.5.1 Ratingové agentury	21
2.5.2 Třídy ratingu pro korporátní a komunální obligace	23
2.5.3 Defaultní studie	24
3 Popis metodologie CreditMetrics	27
3.1 Charakteristika modelu	27
3.2 Výchozí data	28
3.2.1 Matice pravděpodobnosti přechodu	29
3.2.2 Míra návratnosti	30
3.2.3 Rozložení hodnot pro jeden dluhopis.....	31
3.2.4 Rozložení hodnot pro portfolio dluhopisů	32
3.2.5 Meze přechodu	32

3.2.6 Korelace mezi jednotlivými dlužníky	35
3.2.7 Odvození výnosových křivek.....	36
3.2.8 Ocenění dluhopisů.....	38
3.3 Simulace Monte Carlo	39
3.3.1 Generování náhodných proměnných z normálního rozdělení	39
3.3.2 Generování náhodných proměnných z rovnoměrného rozdělení.....	40
3.3.3 Přiřazení ratingu dle Mertonova modelu.....	40
3.4 Zhodnocení a interpretace výsledků	41
3.4.1 Parametry portfolia.....	41
3.4.2 Marginální riziko.....	43
4 Stanovení kreditního rizika portfolia vybraných dluhopisů pomocí metodologie CreditMetrics.....	44
4.1 Postup při aplikaci CreditMetrics	44
4.2 Vstupní data	45
4.2.1 Informace o emitentech.....	46
4.2.2 Sestavení matice pravděpodobnosti přechodu	48
4.2.3 Stanovení míry návratnosti	49
4.2.4 Určení mezí pravděpodobnosti	49
4.2.5 Odhad stupně závislosti mezi firmami.....	50
4.2.6 Situace na švýcarském trhu.....	53
4.2.7 Odvození výnosových křivek.....	56
4.2.8 Propočet hodnoty dluhopisů.....	59
4.3 Aplikace metody Monte Carlo.....	60
4.4 Řešení a interpretace výsledků	61
4.5 Shrnutí.....	65
5 Závěr.....	66

Seznam použité literatury	68
Seznam zkratek	73
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce.....	74
Seznam příloh	75

1 Úvod

Kreditní riziko se řadí mezi nejstarší a nejdůležitější rizika, která se ve financích vyskytují. Kvantifikování tohoto rizika je nezbytné zejména pro finanční instituce. Kreditní riziko se stalo klíčovou manažerskou výzvou v druhé polovině 90. let 20. století, kdy se zvýšila potřeba sofistikovanějších metod řízení tohoto rizika. Jeden z nejznámějších kreditních modelů je CreditMetrics, který staví na kreditních migracích a rozvinutém systému ratingu.

Současná ekonomika je charakteristická tím, že dochází k výraznějšímu propojování aktivit a procesů, což činí rozhodování obtížnějším a rizikovějším. Právě proto se finanční modely řadí mezi nástroje, které mohou pomoci při rozhodování.

Kreditní riziko představuje neschopnost protistrany splatit své závazky. Kreditnímu riziku jsou vystaveny různé instrumenty. Jedním z nich jsou dluhopisy. U nakoupených dluhopisů může dojít k tomu, že ke dni splatnosti jejich emitent nedostojí svému závazku nebo mohou být znehodnoceny tím, že se sníží ratingové ohodnocení emitenta.

Cílem práce je stanovení kreditního rizika portfolia vybraných dluhopisů obchodovaných na švýcarské burze SIX Swiss Exchange pomocí metodologie CreditMetrics pro období jednoho roku.

Celá práce je rozdělena do pěti kapitol, z nichž první je úvod a poslední závěr. Druhá a třetí kapitola jsou spíše teoreticko-metodologické. Čtvrtá kapitola je praktickou částí diplomové práce.

Druhá kapitola je z počátku věnována vysvětlení pojmu riziko a charakteristice finančních rizik, mezi které se kreditní riziko řadí. Převážná část kapitoly je zaměřena na samotné kreditní riziko. Součástí kapitoly je popis jednotlivých kategorií kreditního rizika, jeho specifik a instrumentů, které jsou mu vystaveny. Jednotlivé instrumenty jsou zde i blíže charakterizovány. Dále jsou zde představeny nejvýznamnější kreditní modely. Kapitola je zakončena vymezením ratingu a přiblížením nejznámějších ratingových agentur.

Ve třetí kapitole je podrobně popsána metodologie CreditMetrics použitá ke stanovení kreditního rizika celého portfolia. CreditMetrics patří mezi kvalitní nástroje pro analýzu a řízení kreditního rizika portfolií. Z počátku je třeba si uvědomit podstatu kreditního rizika, použít toto myšlení v praxi a nakonec interpretovat výsledky. Jádrem metody jsou migrační matice. Model slouží pro odhad volatility hodnoty v důsledku změn úvěrové kvality. Celý

postup této metodologie je zde přiblížen. Jsou zde popsány jednotlivé kroky, od získání vstupních dat až po odhad kreditního rizika. Ke konci kapitoly se také seznámíme s podstatou simulace Monte Carlo.

Ve čtvrté kapitole je aplikován postup metodologie CreditMetrics přiblížený v kapitole třetí. Je zde stanoveno kreditní riziko pro portfolio složené z osmi dluhopisů obchodovaných na švýcarské burze. Na začátku jsou sesbírána potřebná data o dluhopisech a jsou představeni jejich emitenti. Od ratingových agentur jsou převzaty informace o matici pravděpodobnosti přechodu a míře návratnosti. Dalším krokem je sestavení mezi přechodu s využitím přechodové matice. Je také potřeba zohlednit míru závislosti jednotlivých emitentů a sestavit kovarianční a korelační matice. Pomocí stanovených výnosových křivek dochází k ocenění dluhopisů. V závěru kapitoly je aplikována simulace Monte Carlo. Prostřednictvím vygenerovaných 10000 scénářů je získáno rozdělení pravděpodobnosti dluhového portfolio. Nakonec jsou propočteny parametry rozdělení pravděpodobnosti. Dosažené výsledky jsou prezentovány i graficky.

2 Charakteristika kreditního rizika

V této kapitole je nejprve vysvětlen pojem riziko. Kreditní riziko je součástí rizik finančních, které jsou zde také představeny. Z finančních rizik je charakterizováno riziko tržní, likvidní, operační a obchodní. Převážná část kapitoly je nicméně zaměřena na kreditní riziko, a to na jeho kategorie, specifika, finanční instrumenty, které ovlivňuje, a nejznámější modely kreditního rizika. Závěr kapitoly je věnován ratingu a defaultním studiím. Celá kapitola vychází především z literatury Ambrož (2011), Jílek (2000), McNeil (2005), Polouček (2013) a Vinš (2005).

2.1 Finanční rizika

Cipra (2011) charakterizuje riziko jako nejistotu spojenou s výskytem určité potenciální situace. Riziko ve financích vidí jako proměnlivost potenciální ztráty nebo zisku spojených s vlastnictvím určitých aktiv nebo pasiv.

McNeil (2005) uvádí definici rizika dle Oxfordského výkladového slovníku, která charakterizuje riziko jako hazard, určitou možnost špatných následků, ztrátu nebo vystavování se nešťastným událostem. Pro finanční rizika přichází s definicí, že se jedná o události nebo činnosti, které nepříznivě ovlivňují schopnost společnosti dosáhnout svých cílů a realizovat své strategie. Další jeho alternativní definicí je, že se jedná o kvantifikovatelnou pravděpodobnost ztráty nebo menší hodnotu než jsou očekávané výnosy.

Dle Jílek (2000) je finanční riziko obecně definováno jako potenciální finanční ztráta v budoucnosti vyplývající z daného finančního či komoditního instrumentu nebo portfolia. Tato potenciální ztráta se označuje jako neočekávaná. Jílek člení finanční rizika na kreditní, tržní, likvidní, operační a obchodní. Všechna tato rizika je třeba měřit a řídit. Cílem řízení finančních rizik je omezení negativních důsledků, tak aby daná instituce nebyla vystavena ztrátám ohrožujícím její životaschopnost.

Tržní riziko

Tržní riziko představuje riziko ztráty ze změn tržních cen v důsledku nepříznivých změn tržních podmínek. Jedná se o změny hodnot finančních či komoditních nástrojů v podobě nepříznivého vývoje úrokových měr, měnového kurzu, cen akcií či komodit. Podle toho jsou rozlišovány čtyři základní kategorie tržního rizika, a to úrokové, měnové, akciové a komoditní.

Při zajišťování prostřednictvím derivátů se setkáváme ještě se dvěma vedlejšími kategoriemi tržního rizika, kdy se jedná o korelační (bazické) riziko a riziko úvěrového rozpětí. Korelační riziko představuje riziko ztráty z porušení historické korelace mezi rizikovými kategoriemi, nástroji, produkty, měnami a trhy. Riziko úvěrového rozpětí souvisí s rizikem ztráty ze změn rozpětí u cenných papírů různého úvěrového hodnocení. Úvěrové rozpětí je rozdíl mezi výnosností do splatnosti daného finančního nástroje a výnosností do splatnosti obdobného bezrizikového finančního nástroje.

Likvidní riziko

Likvidní riziko se dělí na riziko financování a riziko tržní likvidity. Riziko financování souvisí s rizikem ztráty v případě momentální platební neschopnosti. Jedná se tedy o neschopnost zajistit hotovost na portfolio aktiv a pasiv o určitých splatnostech a úrokových mírách.

Riziko tržní likvidity spočívá v neschopnosti poměrně rychle zlikvidovat finanční nástroje v dostatečném objemu za rozumnou cenu. Dojde vlastně k poklesu likvidity nástrojů na trhu a nebude existovat rozumná cena. Rozpětí mezi cenami poptávky a nabídky se rozšíří natolik, že účastník trhu nebude schopen prodat nebo nakoupit finanční nástroje, aby uzavřel své pozice.

Operační riziko

Operační riziko patří mezi obtížně kvantifikovatelné a dělí se na transakční riziko, riziko operačního řízení a riziko systémů.

Transakční riziko je rizikem ztráty z prováděných operací v důsledku nejrůznějších chyb. Může se jednat např. o chyby vyplývající ze složitosti produktů, selhání lidského faktoru včetně podvodů, pochybení v provedení operací, v zaúčtování a vypořádání obchodů.

Riziko operačního řízení je představováno rizikem ztráty z chyb v řízení aktivit společnosti, tedy v důsledku chyb managementu. V tomto případě se může jednat např. o neautorizované obchodování jednotlivými obchodníky, praní špinavých peněz, nedostatek kontroly při zpracování obchodů.

Riziko systému je rizikem ztráty z chyb v systémech. Nejčastěji se jedná o chyby v počítačových programech, riziko výpadku počítačových systémů, chyby při přenosu dat atd.

Obchodní riziko

Pod obchodní riziko patří celá řada rizik. Prvním je právní riziko, které souvisí se ztrátou z právních požadavků partnera nebo z právní neprosaditelnosti kontraktu. Dalším je riziko změny úvěrového hodnocení, které je rizikem ztráty ze ztížení možnosti získat peněžní prostředky za přijaté náklady. Reputační riziko představuje riziko ztráty z poklesu reputace na trzích. Daňové riziko souvisí s rizikem spojeným se změnami daňových zákonů. Riziko měnové konvertibility je spojeno s nemožností směňovat jednu měnu za druhou jako následek změny ekonomické či politické situace. Riziko pohromy vyplývá z možného výskytu přírodních katastrof, válek apod. Posledním je riziko regulační, které je spojeno s nemožností splnit regulační opatření či vyplývá z chyb v předvídání budoucích regulačních opatřeních.

2.2 Kreditní riziko

Kreditní neboli úvěrové riziko je v současné době považováno za jedno z nejvýznamnějších rizik a je mu věnována značná pozornost. Zmeškal (2013) spojuje kreditní riziko s nebezpečím, že dlužník nebude schopen dostát svým závazkům, tedy splácet své dluhy dle smlouveného splátkového režimu. Tato schopnost splácení je úzce spojena s ratingem, který je dlužníkům udělen a charakterizuje důvěryhodnost dlužníka. Jedná se o pravděpodobnost, že půjčka či cenný papír budou řádně a včas splaceny. Dlužníkem může být fyzická osoba, podnik, město či stát.

Úvěrovému riziku jsou nejčastěji vystaveny banky, jedná se vlastně o nejstarší typ rizika bankovního podnikání. Pasiva banky jsou v převážné míře tvořena cizími zdroji ve formě vkladů jejich klientů. Kreditnímu riziku jsou nicméně vystaveny i další subjekty, může se např. jednat o investory, kteří zapůjčili své finanční prostředky jinému ekonomickému subjektu.

Kreditní riziko lze členit do několika kategorií na:

- přímé úvěrové riziko,
- riziko úvěrových ekvivalentů,
- vypořádací riziko,
- riziko úvěrové angažovanosti.

Přímé úvěrové riziko představuje riziko selhání protistrany u rozvahových položek (jedná se o úvěry, dluhopisy, směnky apod.), kdy právě protistrana nebude schopna splácet

své závazky v plné výši a včas. Pod toto riziko bývá zahrnováno tzv. vládní riziko, které představuje možnou ztrátu vyplývající z nezaplacení jednotlivých států.

Riziko úvěrových ekvivalentů představuje hrozbu v případě selhání protistrany u podrozvahových položek, nejčastěji v podobě úvěrových příslibů a poskytnutých záruk.

Vypořádací riziko souvisí s tím, že nemusí dojít k vypořádání určité transakce. Toto riziko vzniká rozdílnou dobou tohoto vypořádání a může se vyskytnout u obchodů s měnami nebo cennými papíry. Prakticky to znamená, že dojde k poskytnutí jedné měny, aniž by došlo k přijetí měny druhé. V případě obchodu s cennými papíry může dojít k tomu, že prodejce už cenné papíry dodal, ale platba kupujícího nebyla provedena v důsledku selhání.

Riziko úvěrové angažovanosti je představováno ztrátou z angažovanosti vůči jednotlivým obchodním partnerům, zemím, sektorům apod. Toto riziko může souviset s výší poskytovaných úvěrů. Aby se banka nedostala do problémů, měla by dostatečně diverzifikovat.

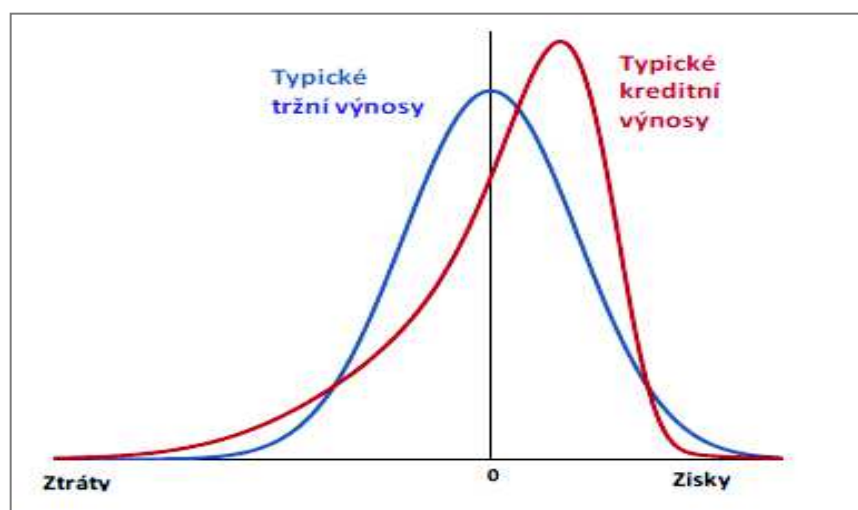
2.2.1 Základní specifika kreditního rizika

Kreditní riziko má svá specifika. Přístupy k modelování kreditního rizika se liší od přístupů při modelování rizika tržního. V porovnání s tržním rizikem pracuje s delším časovým obdobím, nejčastěji s ročními daty. U tržního rizika jsou většinou k dispozici data s krátkým časovým intervalem, jedná se často o denní data. Důvodem pro specifické vlastnosti může být i nedostatek vstupních dat ve srovnání s tržním rizikem.

Další odlišnost souvisí s velikostí možných výnosů a ztrát. U tržního rizika je pravděpodobnost ztráty či zisku podobná, zhruba 50 %. V případě akcií lze prakticky dosáhnout neomezeného zisku. U úvěrového rizika je maximální výše výnosů omezena shora a většinou předem daná ve formě úroků a na druhou stranu banka může přijít o všechno v případě nesplacení úvěru. Banka si na očekávané ztráty vytváří opravné položky.

Rozdělení pravděpodobnosti je u obou rizik rozdílné. Pro tržní riziko je typické normální rozdělení nebo rozdělení, které se tomu velmi blíží. Kreditní riziko je charakteristické velkou šikmostí a těžkými konci, tedy má asymetrické rozdělení. Vyskytuje se zde vysoká pravděpodobnost výnosů a s poměrně malou pravděpodobností je dosahováno velkých ztrát. Rozdělení pravděpodobnosti pro tržní a kreditní výnosy je zobrazeno na Obr. 2.1.

Obr. 2.1: Porovnání rozdělení kreditních a tržních výnosů



Zdroj: Marcela Gronychová – Měření kreditního rizika, model CreditMetrics

2.3 Finanční instrumenty, které jsou vystaveny kreditnímu riziku

Kreditní riziko už bylo charakterizováno, a proto je vhodné si přiblížit i některé nástroje, které jsou mu vystaveny. Mezi tyto instrumenty se řadí neúročené pohledávky (obchodní úvěry), dluhopisy, úvěry, úvěrové přísliby, dokumentární akreditivy, finanční deriváty a kreditní deriváty.

Obchodní úvěry

Obchodní úvěr vyplývá z běžného obchodního styku mezi podnikateli. Podniky mohou být vystaveny kreditnímu riziku. Dodavatel poskytuje odběrateli úvěr a požaduje zaplacení za zboží nebo služby během dohodnutého termínu. Písemným dokladem o uzavření této smlouvy je faktura, která obsahuje výši dluhu, množství a ceny dodaného zboží a konkrétní platební podmínky.

Výhodou obchodního úvěru je, že ulehčuje realizaci platebního styku jak dodavateli, tak i odběrateli, který nemusí mít okamžitě k dispozici peněžní prostředky. Obchodní úvěr je administrativně nenáročný. Nicméně rizikem u mnohých dodavatelských firem může být nedodržování podmínek obchodního úvěru ze strany odběratelů, kteří faktury platí opožděně nebo vůbec. Tyto pohledávky mohou dodavatele vystavit finančním problémům.

Dluhopisy

Dluhopisy neboli obligace jsou dluhové cenné papíry, které vyjadřují závazek emitenta vůči věřiteli. Emitent se zavazuje, že v době splatnosti splatí jmenovitou hodnotu

dluhopisu a v dohodnutých termínech bude vlastníkovvi vypláčet výnosy z dluhopisu. Emitent vydává zpravidla dluhopisy proto, aby získal finanční prostředky. Pokud dojde ke zhoršení finanční situace firmy, jejichž dluhopisy má investor v portfoliu, může se vyskytnout problém se splácením závazků emitenta. Investor je tedy vystaven kreditnímu riziku.

Dluhopis je splatný v předem stanovené době (tzv. maturity date). Výnos z dluhopisu se vyplácí nejčastěji ročně nebo půlročně ve formě kupónů. Kupón bývá fixní, variabilní nebo může být i nulový. Fixní kupón představuje výnos, který je dán určitou procentuální částí z nominální hodnoty dluhopisu a tato kupónová platba se během životnosti dluhopisu nemění. Variabilní kupón je proměnlivý v závislosti na nějaké úrokové sazbě (např. na úrokové sazbě mezibankovního trhu). U dluhopisů bez kupónu tzv. zero-bondů je výnos z držby roven rozdílu mezi prodejní a nákupní cenou.

Zvláštními druhy dluhopisů jsou především dluhopisy státní, komunální, vyměnitelné, prioritní, podřízené a hypoteční zástavní listy. Státní dluhopisy emitují vlády jednotlivých států a jsou obvykle spojeny s nízkou mírou rizika. Komunální dluhopisy jsou emitovány územními samosprávnými celky. U vyměnitelných dluhopisů existuje právo na jeho výměnu za akcie téhož emitenta v době splatnosti dluhopisu. U prioritních dluhopisů existuje právo na přednostní úpis akcií dané společnosti. Pohledávky z podřízených dluhopisů se řadí až na konec všech ostatních pohledávek v případě, když emitent vstoupí do likvidace. Hypoteční zástavní listy se řadí mezi dluhopisy, jejichž jmenovitá hodnota a výnos jsou kryty pohledávkami z hypotečních úvěrů. Splacení hypotečního úvěru včetně jeho příslušenství je zajištěno zástavním právem k nemovitosti.

Úvěry

Úvěry představují zapůjčení peněžních prostředků věřitelem dlužníkovi. Úvěry fungují na principu návratnosti, kdy dlužník půjčku po nějakém čase splatí a je ochoten za tento úvěr zaplatit určitý úrok. Úvěry jsou nejčastěji poskytovány bankami, proto se zaměříme na bankovní úvěry. Právě v bankovníctví patří kreditní riziko mezi nejvýznamnější a toto riziko je potřeba efektivně řídit. Mezi klíčové faktory, které ovlivňují úvěrové riziko, patří diverzifikace úvěrů, zajištění úvěrů, způsob a podmínky, za kterých jsou úvěry poskytovány.

Diverzifikace bankovního portfolia omezuje úvěrové riziko. Dochází k diverzifikaci z hlediska druhu úvěrů, podle odvětví či v závislosti na geografické poloze dlužníků. K diverzifikaci portfolia přispívají i pravidla úvěrové angažovanosti. Jedná se o opatření

orgánů bankovního dohledu a regulace. Záměrem těchto opatření je co nejvíce omezit riziko ztráty, kterému je banka vystavena, jestliže její klienti nejsou schopni splácet své závazky.

Přístup ke kreditnímu riziku odráží informační asymetrii mezi věřitelem a dlužníkem a zajištění úvěru může snižovat problémy nepříznivého výběru a morálního hazardu. Pokud je vyžadováno zajištění, dlužník je více motivován k realizaci financovaného projektu.

Úvěrové přísliby

Úvěrový příslib představuje záruku banky o poskytnutí úvěru. Banka uzavře dohodu s klientem, že mu po určité době nebo k určitému datu bude garantovat poskytnutí úvěru pro předem přesně vymezený účel. Součástí dohodnuté bankovní záruky je výše úvěru, způsob využití prostředků a obvykle i úroková sazba. Za poskytování úvěrových příslibů si banky účtují poplatek. Banka i klient se přizpůsobí tomu, že úvěr bude poskytnut. Banka vlastně garantuje potencionálnímu dlužníkovi, že bude mít k určitému datu k dispozici požadované zdroje.

Bankovní přísliby se řadí mezi produkty mimo bilanci banky, protože aktiva, za které banka ručí, se nevyskytují v její bilanci. Následně poskytnutý úvěr je veden v bilanci banky podle běžných účetních zásad a pravidel.

Úvěrový příslib se skládá z čerpané a nečerpané části. Čerpaná část úvěrového příslibu je momentálně vypůjčena a právě tato část nese riziko ztráty v případě defaultu dlužníka. Nečerpaná část nepodléhá kreditnímu riziku.

Dokumentární akreditivy

Dokumentární akreditiv představuje závazek banky, která na základě žádosti klienta (kupujícího) a na jeho účet poskytne oprávněné osobě (prodávajícímu) určité plnění, jestliže prodávající splní do určité doby stanovené podmínky, tzn. předá dokumenty. Mezi dokumenty, které dokumentární akreditivy využívají, patří např. dopravní dokumenty, směnky, podepsané obchodní faktury, celní faktury.

S dokumentárními akreditivy jsou spojeny určité výhody a nevýhody. Mezi výhody patří to, že při použití dokumentárního akreditivu má kupující zajištěno, že platba proběhne až poté, co prodávající splní všechny předepsané podmínky. Proávajícího má zase jistotu, že za realizovanou dodávku dostane zaplacen po splnění podmínek. Nicméně placení pomocí dokumentárního akreditivu nese i nevýhody. Celý proces může být zdlouhavý a předávané dokumenty nemusí odpovídat zboží.

Finanční deriváty

Finanční deriváty jsou instrumenty, jejichž cena je odvozena od ceny podkladových aktiv. Jejich podstatou je forma termínového obchodu, tzn., že dochází k určitému zpoždění mezi sjednáním obchodu a jeho vypořádáním. Mají obvykle podobu smlouvy mezi dvěma stranami a tyto strany si sjednávají pevné podmínky pro obchod, který bude realizován později. Základními typy finančních derivátů jsou futures, forwardy, swapy a opce. Tyto vybrané deriváty si stručně charakterizujeme.

Futures kontrakt je smlouva mezi kupujícím a prodávajícím uzavřená v jednom časovém okamžiku o dodání zboží k určitému budoucímu datu za cenu stanovenou v době uzavření smlouvy. Futures jsou standardizované a obchoduje se s nimi na organizovaných trzích, tedy na burzách. Tyto kontrakty jsou jištěny burzou, takže účastníci nejsou vystaveni kreditnímu riziku. Ale nevýhodou je, že ten, kdo si chce koupit futures, musí burze platit marže.

Forward je dohoda mezi dvěma stranami nakoupit nebo prodat podkladové aktivum v určitý čas v budoucnosti za určitou cenu stanovenou v současnosti. Oproti futures forwardy nejsou standardizované a obchodují se na tzv. OTC trhu (Over-the-Counter). Jedná se o mimoburzovní trh a účastníci obchodu si vyjednávají podmínky kontraktu mezi sebou. Podstupované riziko je vyšší než na organizovaném trhu a účastníci jsou vystaveni kreditnímu riziku.

Swap představuje termínovou smlouvu, kterou se dva ekonomické subjekty zavazují, že dojde k výměně dohodnutých předmětných aktiv nebo finančních toků za předem pevně stanovených podmínek. Jedná se o neburzovní deriváty.

Opce se liší od výše zmíněných derivátů tím, že protistrany si nejsou rovny. Pro tento kontrakt je charakteristické, že kupující je ve volné pozici a má tedy možnost volby využít opční právo, na druhou stranu prodávající je v těsné pozici a je zavázán splnit přání kupujícího. U opcí se jedná o tzv. hru s nulovým součtem, to co jedna strana vydělá, tak druhá prodělá.

Kreditní deriváty

Kreditní deriváty jsou kontrakty, u kterých odměna závisí na úvěrové schopnosti jednoho nebo více subjektů. Kreditní deriváty dovolují těmto subjektům s velkým úvěrovým zatížením zabalit riziko a přesunout ho po menších částech na investory. Mezi nejznámější

deriváty patří CDS neboli Credit Default Swap (swap úvěrového selhání) a CDO neboli Collateralized Debt Obligation (zajištěná dluhová obligace).

Trh s kreditními deriváty neustále roste. Nejdůležitějším instrumentem na trhu kreditních derivátů dle Lando (2004) je Credit Default Swap. CDS poskytuje pojištění proti úvěrovému selhání emitenta či podkladového aktiva (nejčastěji dluhopisu). Ve většině případů kupující této pojistky platí ročně nebo půlročně poplatky (prémii pro prodávajícího) a poté obdrží krytí pro případ ztrát z nezaplacených úvěrů či obecně pohledávek. Prodávající musí uhradit vzniklou ztrátu v případě defaultu a kontrakt tím končí. Pokud dojde ke koupi či prodeji CDS kontraktu, riziku se vystavují obě protistrany. Kupující je vystaven riziku, že prodávající neuhradí své závazky v případě selhání. Prodávající je zase ohrožen tím, že kupující nebude platit prémii.

CDO jsou vlastně cenné papíry, které jsou kryté podkladovým aktivem tvořeným nejčastěji dluhopisy, půjčkami či hypotékami, z nichž držitelé plyne příjem po dobu jejich vlastnění. CDO se emitují ve skupinách, tzv. tranších. Tranše se rozdělují podle rizika na nezajištěné (junior), mezaninové a zaručené (senior).

Dá se konstatovat, že právě CDO patřily mezi příčiny nedávné globální finanční a ekonomické krize. Došlo ke snížení úrokových sazeb a boomu na americkém trhu nemovitostí. Americké banky začaly půjčovat svým klientům peníze na hypotéky bez ohledu na schopnost jejich splácení. Následně tyto rizikové hypotéky zabalovaly do balíčků s vysokým ratingem a pro investory se tyto balíčky jevily jako výhodná investice. Veškerá rizika bank tak tímto způsobem přecházela na investory. Následná neschopnost klientů splácet hypotéky z důvodu růstu úrokových sazeb vedla k výpadku příjmů bank, které poté nebyly schopné vyplácet investorům jejich odměny za držení tohoto instrumentu. Investoři se těchto derivátů samozřejmě chtěli co nejdříve zbavit a vše vyústilo k prasknutí již tak nafouklé bubliny na trhu s nemovitostmi.

2.4 Modelování kreditního rizika

V této kapitole se zaměříme na různé způsoby modelování kreditního rizika. Rozvoj trhu pro kreditní deriváty a také Basel II¹ vzbudily hodně zájmu v kvantifikaci rizika v průmyslu, akademickém prostředí a mezi regulátory, a to tak, že modelování kreditního rizika je v současné době součástí credit risk managementu.

¹ Nová basilejská kapitálová dohoda z roku 2002 podstatným způsobem propracovává přístup k úvěrovému riziku a začíná zohledňovat i riziko operační při výpočtech kapitálové přiměřenosti bank.

Podle McNeil (2005) existují dvě hlavní oblasti, kde mohou být aplikovány kreditní modely. První je oblast řízení úvěrového rizika tzv. credit risk management. Tyto modely jsou používány k determinaci rozložení ztrát portfolia úvěrů nebo dluhopisů nejčastěji během jednoho roku, jedná se tedy o statické modely. Druhou oblastí je analýza úvěrových cenných papírů, které jsou vystaveny riziku. Pro tuto analýzu jsou už zapotřebí dynamické modely, které slouží k zachycení vývoje pro více období. Model CreditMetrics, který bude v práci využíván, patří právě mezi statické modely.

Ambrož (2011) uvádí, že v sedmdesátých a osmdesátých letech 20. století převažovaly spíše „expertní“ metody pro měření kreditního rizika. Banky se spoléhaly na správné ocenění bonity klienta a pro stanovení velikosti kreditního rizika byly používány různé credit-scoring systémy. Jednalo se např. o ukazatel Z-score, který sestavil profesor Altman. Tento ukazatel měl predikovat bonitu klienta za pomoci jednoduchých poměrových ukazatelů, které byly získány z finančních výkazů a údajů z trhu. V devadesátých letech se objevily nové přístupy, kdy začaly vznikat sofistikované kreditní modely. Dominantní postavení v současné době mezi kreditními modely mají CreditMetrics, KMV model a CreditRisk+. Mezi další modely patří také Credit Portfolio View a Jarrow-Turnbullovy modely.

2.4.1 CreditMetrics

V roce 1997 byl model CreditMetrics publikován investiční bankou J. P. Morgan. CreditMetrics je Mark-to-Market model, což znamená, že se bere v úvahu jak změna ratingu, tak pravděpodobnost úpadku. Rating a přechody do jiných ratingových stupňů tedy představují základ pro celou analýzu úvěrového rizika.

Model je založen na dvou základních metodách. První z metod je metoda analytická. Na základě této metody se odhadují rizika a marginální rizikové příspěvky jednotlivých aktiv a také očekávaná hodnota portfolia a směrodatná odchylka hodnoty tohoto portfolia. Tato metoda je časově a na výpočty náročná pro větší množství instrumentů. Druhou metodou je simulace Monte Carlo. Prostřednictvím simulace se odvozuje rozdělení hodnoty portfolia na konci rizikového horizontu. Na základě tohoto rozdělení model nakonec odhaduje potřebný ekonomický kapitál pomocí hodnoty Value at Risk.

Pro aplikaci tohoto modelu je zapotřebí mít určený výchozí ratingový systém. CreditMetrics vyžaduje, aby tento ratingový systém obsahoval úvěrový rating pro každého dlužníka a množinu pravděpodobností přechodu z jednoho ratingového stupně na jiný včetně defaultu. Metodologie CreditMetrics bude podrobně rozvedena ve třetí kapitole.

2.4.2 KMV model

KMV model byl publikován v roce 1997 společností KMV Corporation. Zkratka KMV představuje jména osob, které se podílely na sestavení modelu a jednalo se o pány Kealhofera, McQuowna a Vašíčka. Tento model patří do kategorie modelů default-mode, což znamená, že každý dlužník se může nacházet na konci rizikového horizontu pouze ve dvou stavech, a to buď v selhání nebo neselhání. Úvěrové riziko potom vyplývá ze selhání dlužníka.

Pravděpodobnost selhání je v tomto případě endogenní veličina vztažená ke kapitálové struktuře neboli spojená se strukturou aktiv a pasiv firmy dlužníka. Selhání nastane, když hodnota aktiv spadne pod kritickou hodnotu. Default se počítá pomocí strukturálních proměnných a pracuje se s bezrizikovou úrokovou mírou. Jádrem modelu je Mertonův model, který je založen na opčním přístupu. Předpokladem tohoto přístupu je, že dlužníci emitovali put opci na aktiva společnosti s realizační cenou, která byla rovna účetní hodnotě závazků. Ambrož (2011) uvádí, že Mertonův model se stal tehdy uznávaným standardem pro měření kreditního rizika, kdežto v současnosti jsou standardem modely CreditMetrics a KMV.

KMV model neodhaduje ekonomický kapitál pomocí Value at Risk, ale s použitím analytického přístupu. Základním parametrem modelu je očekávaná četnost selhání EDF (Expected Default Frequency). EDF představuje pravděpodobnosti selhání pro jednotlivé dlužníky. EDF je získána na základě historických a sektorových dat o vzdálenostech k defaultu. Model definuje vzdálenost k selhání DD (Distance to Default), jež představuje vzdálenost od očekávané hodnoty aktiva k prahové hodnotě aktiva pro default.

KMV model vyžaduje informace o kapitálové struktuře emitentů, historickou řadu dat pro stanovení empirické EDF a vysoce diverzifikované portfolio. Pomocí modelu určíme současnou hodnotu budoucího peněžního toku očekávanou pro jednotlivá aktiva, korelaci výnosnosti aktiv a analytický odhad rozdělení ztrát, na jehož základě může být poté kvantifikováno kreditní riziko portfolio. Rozdělení ztrát vychází z rizikově neutrálního oceňovacího modelu.

2.4.3 CreditRisk+

CreditRisk+ byl vyvinut společností Credit Suisse Financial Products v roce 1997. CreditRisk+ patří také stejně jako KMV model k default-mode modelům. Tento model je založený na pojistně matematických principech, nesleduje se zde změna v kreditním stupni. Dlužník je buď v selhání s pravděpodobností p , nebo není v defaultu s pravděpodobností $1-p$.

Předpokladem modelu je default dlužníka, který se řídí Poissonovým rozdělením. Mezi další předpoklady patří, že pravděpodobnost selhání dlužníka je stejná v různých časových obdobích. Pro velké portfolio pravděpodobnost selhání jednoho dlužníka je relativně malá a počet defaultů v jednom časovém období není závislý na počtu defaultů v jiném období.

Na rozdíl od výše zmíněných modelů není v tomto modelu pravděpodobnost defaultu dlužníka spojena ani s kapitálovou strukturou, ani není odhadována na základě historických dat. Default může nastat více než jednou. Model nevysvětluje důvody selhání a nebere v úvahu ekonomické podmínky. Model není vhodný pro rizikovější instrumenty. Model CreditRisk+ je vhodný pro výpočet úvěrového rizika pro homogenní portfolia obsahující velký počet dlužníků, z nichž každý je charakterizován nízkou pravděpodobností selhání. Naopak v malých segmentech portfolií model riziko nadhodnocuje.

CreditRisk+ odhaduje rozdělení očekávaných ztrát během určitého časového horizontu a ekonomický kapitál pomocí VaR. Dlužníci jsou rozděleni do různých pásem takovým způsobem, že každé pásmo obsahuje dlužníky se stejným kreditním rizikem. Výpočet rizika jednotlivého aktiva je založen na odhadu očekávané ztráty a očekávaná ztráta určitého pásma je sumou očekávaných ztrát každého dlužníka dané skupiny.

2.4.4 Credit Portfolio View

Credit Portfolio View byl navržen společností McKinsey & Company v roce 1997. Credit Portfolio View je faktorový model využívající simulace. Primárně se jedná o model typu default-mode, ale existuje zde možnost rozšíření na Mark-to-Market model.

Dochází k modelování budoucího vývoje relevantních makroekonomických faktorů autoregresivním procesem. Mezi tyto faktory patří např. úroveň úrokových sazeb, růst HDP, nezaměstnanost. Pravděpodobnost defaultu je definována jako funkce těchto makroekonomických veličin. Také korelační struktura je odhadnuta na základě empirické korelace makroekonomických faktorů. Model se převážně soustředí na specifikaci funkce makroekonomických veličin a méně se věnuje specifikaci vstupních makroekonomických proměnných. Pravděpodobnost selhání je specifikována spíše na úrovni sektoru či země než na úrovni dlužníka.

2.4.5 Jarrow-Turnbullovy modely

Jarrow-Turnbullovy modely, které byly vyvinuty v roce 1995, byly pojmenovány podle pánů R. A. Jarrova z firmy Kamakura Corporation a S. Turnbulla. Modely jsou

primárně určeny na oceňování kreditních derivátů a jsou založeny na analýze kreditních spreadů dluhopisů. Proto jsou vhodné pouze pro emitenty, s jejichž dluhopisy se obchoduje na trhu. Modely zahrnují tržní faktory, které ovlivňují kreditní spread, jako např. bezrizikové úrokové křivky a akciové indexy. Proces defaultu je definován jako exponenciální nebo binomický.

2.5 Rating

Je vhodné si specifikovat označení rating, protože některé výše zmíněné modely pracují s ratingovými stupni. Vinš (2005) charakterizuje pojem rating jako nezávislé hodnocení subjektů, jehož cílem je zjistit, a to na základě komplexního rozboru veškerých rizik, jak je tento subjekt schopen a ochoten dostát včas a v plné výši svým splatným závazkům. Rating je nejčastěji udělován nezávislou ratingovou agenturou. Vyjádřením tohoto hodnocení je ratingová známka, která označuje pravděpodobnost, že hodnocený subjekt dostojí včas a v plné výši svým závazkům. Znamky jsou součástí ratingové stupnice, která se celosvětově porovnatelná a kompatibilní. Ratingová agentura udělí odpovídající známku dané emisi resp. emitentovi. Každý investor má poté možnost zjistit bonitu hodnoceného subjektu či cenného papíru, do kterého hodlá investovat.

Historie ratingu úzce souvisí s vývojem nejvyspělejšího světového finančního trhu, kterým je trh Spojených států amerických. Za počátek ratingu se dá považovat rok 1909, kdy John Moody začal hodnotit obligace železničních společností. Tehdy se jednalo o velice důležitý sektor. O rok později začal Moody používat tento typ hodnocení i pro dluhopisy podniků veřejných služeb a průmyslových společností. Mezi další patřila agentura Poor's Publishing Company, která vydala své první ratingy v roce 1916. U společností Standard Statistics Company a Fitch Publishing Company ratingy následovaly v roce 1922. Postupně se ratingový trh vyvíjel a v současné době existují tři nejznámější globální ratingové agentury. Jedná se o Standard & Poor's, Moody's a Fitch Ratings.

Mezi nejdůležitější faktory pro činnost ratingových agentur patří nezávislost a kredibilita. Agentura by měla splňovat nezávislost ekonomickou i politickou. Jedná se o to, že agentura neinvestuje do jí hodnocených instrumentů, konflikt zájmů by neměl být mezi jejími zaměstnanci a také akcionáři. Ratingová agentura má dostatečné finanční zázemí a diverzifikované příjmy. Agentura musí být schopna dodržovat zásadu důvěrnosti informací, také by měla mít dostatečně kvalifikovaný personál apod.

2.5.1 Ratingové agentury

Jak už bylo výše zmíněno mezi přední ratingové agentury patří Standard & Poor's, Moody's a Fitch Ratings, známé jako tzv. „velká trojka“. Mezi jejich hlavní přednosti můžeme zařadit nezávislost a dostatečnou analytickou kapacitu. Jedná se o agentury z USA, které působí po celém světě. Jejich hodnocení je mezinárodně uznáváno.

Pojďme si přiblížit první z nich Moody's Investors Service zkráceně Moody's, která vznikla jako první ratingová agentura na světě. Moody's Corporation je mateřskou společností Moody's Investors Service a Moody's Analytics. Samotná Moody's Investors Service poskytuje ratingy a výzkum pokrývající dluhové nástroje a cenné papíry. Moody's Analytics nabízí špičkový software, poradenské služby, výzkum pro úvěrové a ekonomické analýzy a finanční řízení rizik. Moody's Corporation je kótována na veřejném kapitálovém trhu na NYSE. Celá korporace má přibližně 9500 zaměstnanců ve 33 státech. Ústředí agentury se nachází v New Yorku. Agentura vydává ratingy ve více než 115 zemích světa.

Další z velké trojky je agentura Standard & Poor's. Poor's Publishing Company prováděla ratingová hodnocení v oblasti finančního trhu od roku 1916. Standard & Poor's vznikla v roce 1941 fúzí dvou společností Standard Statistics Company a Poor's Publishing Company. Od roku 1966 je společnost součástí The McGrawHill Companies Inc., což je čelní mezinárodní organizace zabývající se finančními službami a vším, co s nimi souvisí. V současnosti je divizí McGraw Hill Financial, jejíž součástí je Standard & Poor's Ratings Services, S&P Capital IQ a S&P Dow Jones Indices. Agentura se zaměřuje na poskytování mnoha finančních služeb, kromě ratingů a jiného hodnocení provádí vlastní ekonomické průzkumy zejména v oblasti akcií a dluhopisů, vytváří několik S&P indexů, kdy nejznámější je především americký S&P 500. Ústředí agentury se nachází v New Yorku. Společnost poskytuje v současné době služby ve svých kancelářích ve 26 zemích světa, v těchto kancelářích má 1400 analytiků, manažerů a ekonomů.

Poslední z nejvýznamnějších agentur je Fitch Ratings. Agentura je součástí Fitch Group. Fitch Group je světová jednička v oblasti finančních informačních služeb ve více než 30 zemích světa. Fitch Ratings byla založena jako Fitch Publishing Company v roce 1913 panem Johnem Knowlesem Fitchem. V současnosti se Fitch Group skládá z Fitch Ratings, Fitch Solutions, Fitch Learning a Business Monitor International. Fitch Ratings je globální leader v oblasti ratingů a výzkumu. Fitch Solutions je přední poskytovatel údajů na úvěrovém trhu, analytických nástrojů a zabývá se řízením rizik. Fitch Learning je poskytovatelem

vzdělávání a rozvoje řešení pro globální odvětví finančních služeb. Business Monitor International se zabývá analýzou rizika zemí a průmyslu a specializuje se na rozvíjející a hraniční trhy. Fitch Group je ve společném vlastnictví společností Fimalac, S. A. se sídlem v Paříži a Hearst Corporation se sídlem v New Yorku.

Nejvyšší tržní podíly ratingových agentur registrovaných v rámci EU za rok 2012 podle Evropského orgánu pro cenné papíry a trhy jsou následující:

- Moody's (34,75 %),
- Standard & Poor's (34,61 %),
- Fitch (17,66 %).

Jednotlivé ratingové stupnice těchto společností a vysvětlení k nim se nachází v Tab. 2.1. Tyto stupnice jsou si velmi podobné.

Tab. 2.1: Souhrnné ratingové stupnice

Moody's		S&P		Fitch Ratings		Hodnocení	Stupeň
Dlouhé období	Krátké období	Dlouhé období	Krátké období	Dlouhé období	Krátké období		
Aaa	P-1	AAA	A-1+	AAA	F1+	Nejvyšší kvalita	Investiční stupně
Aa1		AA+		AA+		Velmi kvalitní	
Aa2		AA		AA			
Aa3		AA-	AA-				
A1		A+	A-1	A+	F1	Střední kvalita – vyšší	
A2		A	A	A			
A3	P-2	A-	A-2	A-	F2	Střední kvalita – nižší	
Baa1		BBB+		BBB+			
Baa2	P-3	BBB	A-3	BBB	F3		
Baa3		BBB-		BBB-			
Ba1	Not Prime	BB+	B	BB+	B	Spekulativní	Spekulativní stupně
Ba2		BB		BB			
Ba3		BB-		BB-			
B1		B+		B+			
B2		B		B			
B3		B-		B-			
Caa1		CCC+	C	CCC+	C	Značná rizika	
Caa2	CCC	CCC		Extrémně spekulativní			
Caa3	CCC-	CCC-		S velmi nízkou perspektivou			
Ca	CC	CC					
C	C	D	C	D	Velmi vysoká pravd. úpadku		
	D		D				

Zdroj: FXstreet.cz

2.5.2 Třídy ratingu pro korporátní a komunální obligace

Vzhledem k tomu, že k aplikaci metodologie CreditMetrics na portfolio dluhopisů budou používány ratingy agentury Standard & Poor's, bylo by vhodné si popsat jednotlivé stupně. Níže jsou zachyceny třídy, které Standard & Poor's uděluje obligacím, a také jejich definice.

Dluhopisy ohodnocené AAA se řadí mezi nejvyšší třídu úvěruschopnosti. Pravděpodobnost platby úroků a splátky jistiny je extrémně vysoká. Rizikové faktory jsou zanedbatelné. Nicméně v porovnání se státními obligacemi hodnocených AAA je riziko nepatrně vyšší.

Obligace se stupněm AA mají velkou pravděpodobnost platby úroků a splátky jistiny. Riziko je nízké díky silným zajišťujícím faktorům a rozdíl od nejvýše hodnocených emisí je nepatrný.

U obligací s ohodnocením A existuje velká pravděpodobnost platby úroků a splátky jistiny. Tyto obligace jsou vnímavější na nepříznivé vlivy změn situace a ekonomických podmínek než obligace se stupni AAA a AA. Zajišťující faktory jsou průměrné, avšak přiměřené.

Obligace ohodnoceny BBB nesou adekvátní pravděpodobnost pro platby úroků a splátky jistiny. Vyskytuje se zde větší pravděpodobnost, že nepříznivé okolnosti a ekonomické podmínky povedou k oslabení schopnosti vyplácení úroků a splácení jistiny než u obligací s vyšším stupněm. Zajišťující faktory jsou pořád dostatečné, i když mírně podprůměrné.

Obligace v kategoriích BB, B, CCC a CC jsou v převážné míře spekulativní. Tyto obligace jsou spojeny s nejistotou a velkým stupněm rizika při nepříznivých podmínkách, ale budou mít pravděpodobně i určitou kvalitu a některé ochranné charakteristiky. Fundamentální zajišťující faktory kolísají v závislosti na podmínkách v daném odvětví nebo na změněné pozici podniku.

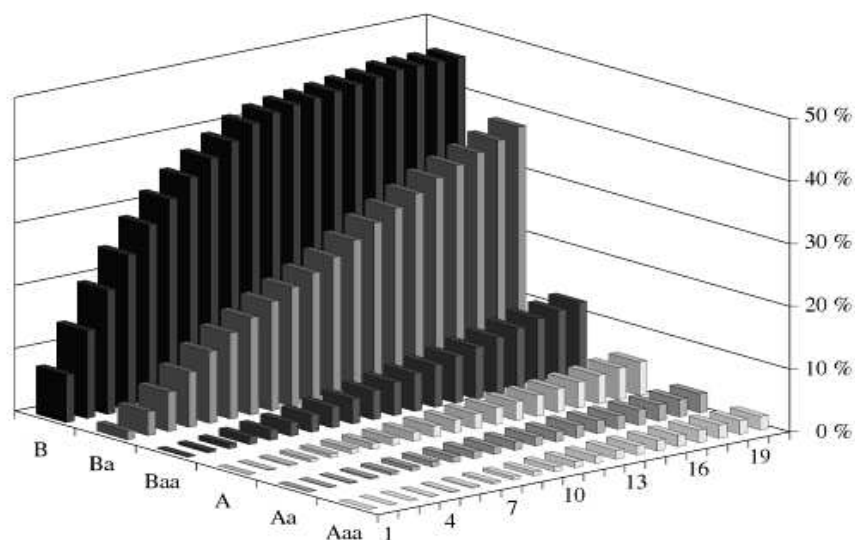
U obligací se stupněm C není vyplácen žádný úrok a obligace ohodnocené D neplní vůbec závazky.

U hodnocení od AA do B může být ještě přidáno znaménko plus (+) nebo minus (-). Znaménko plus naznačuje, že se jedná o dluhopis lepší než průměrné kvality v rámci vybrané třídy úvěruschopnosti. Naopak znaménko minus označuje obligace, které jsou horší než je průměr v dané kategorii. Pokud je cenný papír označen NR, což je označení pro non rated, znamená to, že cenný papír nebyl ohodnocen.

2.5.3 Defaultní studie

Defaultní studie si postupně začaly vytvářet jednotlivé ratingové agentury, aby dokázaly bonitu svých hodnocení a předpovědí. Defaultní studie pomáhají vysvětlovat podstatu ratingu a jeho vypovídací schopnost, neboť rating je pohledem do budoucna. Default představuje okamžik, ve kterém dochází k nezaplacení splatného závazku. Průběh defaultů i jednotlivých ratingových stupňů dle studie Moody's na základě zkoumání dat z let 1960 až 1990 je zobrazen v Obr. 2.2.

Obr. 2.2: Průběh defaultů v průběhu času dle jednotlivých ratingových stupňů podle Moody's



Zdroj: VINŠ, Petr a Václav LIŠKA. *Rating*, s. 80

Z Obr. 2.2 je patrná existence přímé úměry mezi rizikem a časem. Čím déle je od hodnocení sledováno nezaplacení, tím vyšší je i pravděpodobnost, že nebude zaplaceno. Dále je z Obr. 2.2 zřejmý vztah mezi výší ratingu a neplacením závazků. Můžeme pozorovat, že u subjektů nebo emisí s nejvyšším stupněm Aaa je pravděpodobnost nezaplacení závazků minimální. Čím nižšího stupně ratingu subjekt nebo emise dosahuje, tím je míra nesplacených závazků vyšší, tzn., že pravděpodobnost defaultu je vyšší.

Defaultní studie agentury nejčastěji vytvářejí zpětně. Hodnotí se doba, za kterou došlo na daném stupni ratingu k defaultu a tím se měří pravděpodobnost, s jakou je rating schopen předvídat procento nesplacení závazků na tomto stupni. Default může být sledován různě. Může jít o objemem vážený default, kdy se jedná o procentní podíl závazků na daném stupni hodnocení k danému datu k objemu všech závazků na daném stupni k datu udělení ratingu. Anebo tento default může být vyjádřen jako počet subjektů (a jejich závazků) či emisí, které nebyly splaceny včas, k celkovému počtu subjektů na daném stupni ratingu k danému období. Tyto vztahy lze vyjádřit i vzorcem

$$D_r = \frac{\sum d_{ri}}{\sum L_{ri}}, \quad (2.1)$$

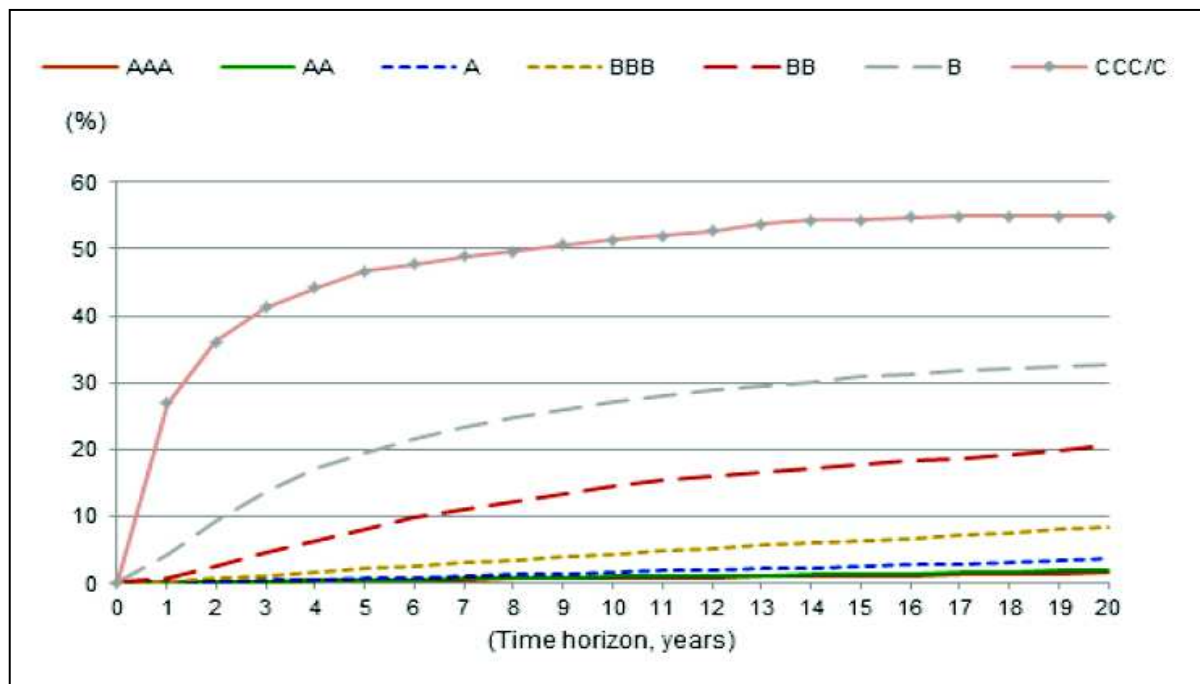
kde D_r je procento defaultů na daném ratingovém stupni, d_{ri} jsou defaulty dle počtu nebo objemu na daném ratingovém stupni a v daném čase, L_{ri} jsou ratingy (počet či objem) na daném ratingovém stupni a v daném čase.

Defaultní studie jsou nejčastěji vytvářeny jako kumulativní. Důvodem kumulativního načítání dat je skutečnost, že pokud dojde v určitém časovém okamžiku k nedodržení závazku, tak ten už trvá po celou zbývající dobu trvání daného dluhu. Výpočet kumulativního defaultu je následující

$$\sum D_{ri} = D_{r1} + D_{r2} + \dots + D_{rn}. \quad (2.2)$$

Na níže uvedeném Obr. 2.3 vidíme globální kumulativní pravděpodobnosti defaultu jednotlivých ratingových stupňů podle studie Standard & Poor's za léta 1981-2013.

Obr. 2.3: Průměrné kumulativní pravděpodobnosti defaultu pro jednotlivé ratingy podle Standard & Poor's



Zdroj: Standard & Poor's - 2013 Annual Global Corporate Default Study And Rating Transitions

Stejně jak u výše zmíněné agentury Moody's, tak i všechny defaultní studie Standard & Poor's potvrzují jasnou souvislost mezi ratingem a defaultem. Čím vyšší je rating, tak tím nižší je frekvence výskytu defaultů a naopak.

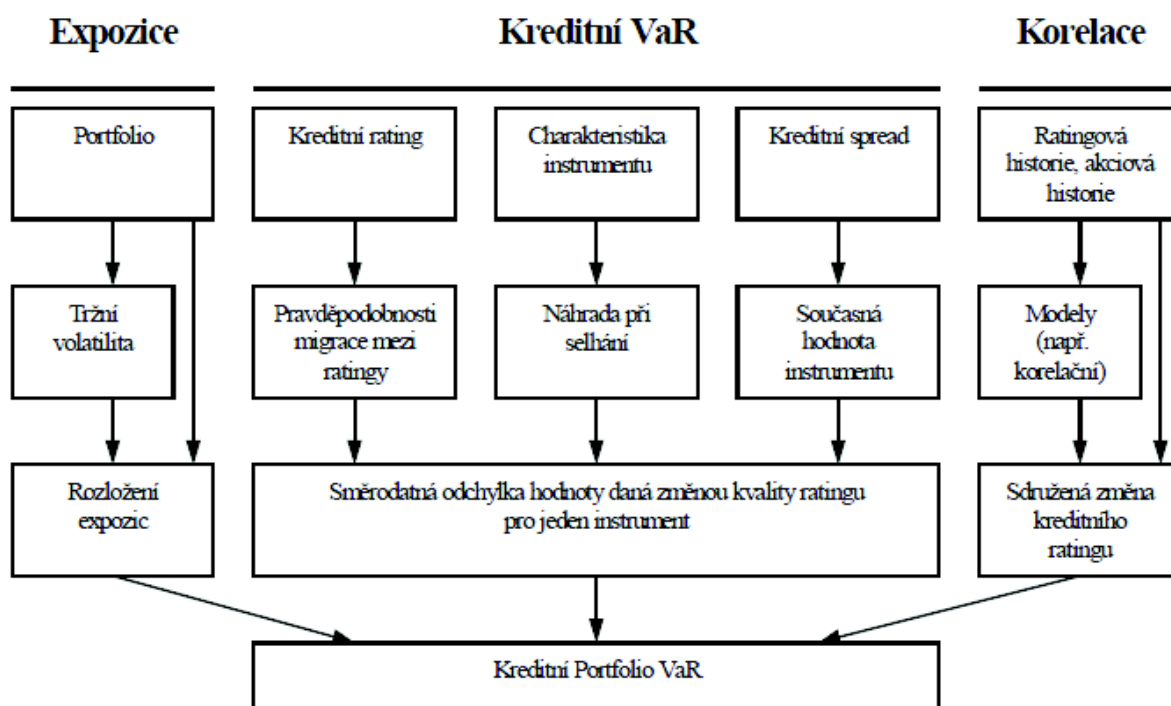
3 Popis metodologie CreditMetrics

V této kapitole je detailně charakterizována metodologie CreditMetrics, která bude následně aplikována k odhadu kreditního rizika ve čtvrté kapitole. Předlohou pro tuto kapitolu je převážně technický dokument CreditMetrics z roku 1997. Tato metodologie byla vytvořena finanční firmou J. P. Morgan a RiskMetrics Group pro stanovení kreditního rizika. Významným zdrojem je také prezentace Marcely Gronychové z České pojišťovny. Mezi další zdroje patří převážně Resti (1999) a Zmeškal (2013).

3.1 Charakteristika modelu

Model je založen na odhadu budoucích hodnot portfolia, kdy změny hodnot jsou vztaženy k případným pohybům neboli migraci v kreditní kvalitě emitenta. Migrace je modelována s využitím pravděpodobností přechodu od jedné ratingové kategorie k jiné v daném časovém horizontu včetně defaultu. Předpokladem modelu je portfoliový přístup, který zahrnuje efekt diverzifikace portfolia. Dochází zde také ke stanovení korelací mezi kreditní kvalitou jednotlivých emitentů v portfoliu. Obecný koncept modelu pomocí diagramu je zobrazen na Obr. 3.1.

Obr. 3.1: Koncept modelu CreditMetrics



Zdroj: Marcela Gronychová – Měření kreditního rizika, model CreditMetrics

Modelu CreditMetrics předcházela model pro stanovení tržního rizika zvaný RiskMetrics, jehož technický dokument vznikl v roce 1996. Tyto dvě metodologie se od sebe liší. U tržních rizik dochází k dennímu pozorování změn cen a toto umožňuje přímý výpočet Value at Risk. Metoda CreditMetrics se snaží zkonstruovat to, co nelze přímo pozorovat, a to volatilitu hodnoty v důsledku změn úvěrové kvality.

Model je postaven na metodologii Value at Risk, kdy podstatou této metodologie je převedení všech rizik na změnu hodnoty portfolia dluhových instrumentů. VaR představuje maximální možnou ztrátu na dané hladině významnosti α za určitý časový interval. VaR lze vypočítat pomocí analytické metody nebo simulační metody Monte Carlo. Analytická metoda je pro výpočet rizika portfolia skládajícího se z vyššího počtu instrumentů zdlouhavá. Lepší možností je využití metody Monte Carlo, která je založena na simulaci vývoje hodnoty portfolia aktiv. Podstatou kreditního modelu je určení rozdělení pravděpodobnosti přírůstku hodnoty portfolia na dané hladině významnosti α .

Mezi základní předpoklady modelu patří, že každý emitent má přiřazenu konkrétní hodnotu ratingu. Může se jednat o rating externí stanovený ratingovými agenturami či interní. Všichni emitenti v jedné ratingové kategorii jsou kreditně homogenní, což znamená, že se u nich vyskytuje stejná pravděpodobnost migrace i defaultu. Zde platí, že hodnota instrumentu po dosažení časového horizontu odpovídá jeho ratingovému hodnocení. Tyto dva předpoklady zároveň představují i základní omezení modelu. Dalším omezením je předpoklad deterministických úrokových sazeb.

3.2 Výchozí data

Na začátku aplikace modelu je potřeba získat všechna potřebná vstupní data. Pro účely této práce se musí zjistit finanční data o jednotlivých dluhopisech, aby mohla být následně stanovena hodnota těchto obligací. Tato potřebná data je možné získat na finančních trzích. Pro stanovení hodnoty dluhopisu je především nezbytné zjistit nominální hodnotu, výši kupónu, frekvenci jeho výplaty, datum splatnosti, senioritu, bezrizikovou sazbu, pravděpodobnost selhání a míru návratnosti. A následně sestavit výnosové křivky dle ratingů.

Pro výpočty je zapotřebí mít stanovenou matici pravděpodobnosti přechodu mezi ratingovými stupni. Dále musí být známy míry návratnosti, parametry beta rozdělení a meze přechodu z jedné ratingové kategorie do druhé. Vzhledem k tomu, že je nezbytné zohlednit závislost mezi jednotlivými emitenty, tak musí být sestavena kovarianční a korelační matice.

3.2.1 Matice pravděpodobnosti přechodu

Matice pravděpodobnosti přechodu mezi jednotlivými ratingovými kategoriemi představuje klíčovou komponentu modelu. Přechodové matice slouží k modelování migrace mezi kreditními stupni. Matice zachycují pravděpodobnost, s jakou se konkrétně hodnocený subjekt vyskytne v určitém stupni.

Matice jsou většinou stanoveny ratingovými agenturami na základě historické časové řady. U matic musí dojít ke specifikaci časového horizontu. Volba horizontu souvisí s periodicitou ratingových hodnocení a také dostupností dat o finanční situaci emitenta. Obvykle je uplatňován jednorozční horizont. Agentury mohou matice rozlišovat v rámci různých odvětví či území.

Jako příklad si vezmeme matici přechodu sestavenou agenturou Standard & Poor's. Tato matice je zobrazena v Tab. 3.1. Jedna z nejaktuálnějších verzí je z roku 2013. Jedná se o globální matici jednorozčního horizontu.

Tab. 3.1: Matice pravděpodobnosti přechodu P v %

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC/C	D
AAA	87,10	8,88	0,53	0,05	0,08	0,03	0,05	0
AA	0,55	86,39	8,26	0,56	0,06	0,07	0,02	0,02
A	0,03	1,87	87,33	5,48	0,35	0,14	0,02	0,07
BBB	0,01	0,12	3,59	85,22	3,82	0,59	0,13	0,21
BB	0,02	0,04	0,15	5,2	76,28	7,09	0,69	0,80
B	0	0,03	0,11	0,22	5,48	73,89	4,46	4,11
CCC/C	0	0	0,15	0,23	0,69	13,49	43,81	26,87

Zdroj: Standard & Poor's

Výše uvedenou matici by bylo vhodné si přiblížit. Ratingové stupně v prvním sloupci matice vyjadřují výchozí rating hodnoceného subjektu. Ratingové stupně v prvním řádku zobrazují rating stejného subjektu po uplynutí jednoho roku. Uvnitř matice se nacházejí čísla, která vyjadřují procentuální pravděpodobnost, s jakou se subjekt bude vyskytovat v určité ratingové kategorii. Je zřejmé, že nejvíce pravděpodobná je možnost, že subjekt zůstane ve stávající ratingové kategorii. Tato skutečnost je také patrná z diagonální osy matice, kde můžeme pozorovat nejvyšší hodnoty. Poslední sloupec matice vyjadřuje pravděpodobnost, s jakou dojde k defaultu. Jak už bylo zmíněno ve druhé kapitole v rámci defaultních studií, u subjektů nebo emisí s ratingem na nejvyšším možném stupni je pravděpodobnost defaultu minimální. Se zhoršujícím ratingem je však jeho pravděpodobnost vyšší.

3.2.2 Míra návratnosti

Odhad zbytkové hodnoty v případě nezaplacení závazků je ve své podstatě obtížný. Investor, který si koupí dluhopis, žije v přesvědčení, že mu tento dluhopis přinese zisk, nikoliv, že by dlužník mohl zkrachovat. Ztrátovost ze selhání je obecně definována jako procentuální ztráta z úvěrové expozice, kterou věřitel utrpí v případě defaultu dlužníka. Nicméně při selhání protistrany se věřiteli podaří získat zpět určitou část z aktuální výše dlužné částky v rámci vymáhání či prodeje dlužnickových aktiv. Právě tato část je označována jako míra návratnosti neboli *Recovery Rate RR*.

V technickém dokumentu *CreditMetrics* je zmiňován odhad rozdělení míry návratnosti u dluhopisů za pomoci jejich úrovně seniority (rozlišujeme dluhopisy prioritní zajištěné, prioritní nezajištěné, podřízené atd.). Seniorita neboli podřízenost stanovuje pořadí, ve kterém budou závazky spláceny.

Existují různé studie zabývající se mírami návratnosti, ze kterých můžeme čerpat informace. V těchto studiích dochází k rozdělení dle typu instrumentů s různou úrovní podřízenosti, u kterých jsou zjišťovány jejich střední hodnoty a směrodatné odchylky měr návratnosti. Tyto parametry jsou získány z historických dat.

Míry návratnosti však nejsou nejlépe charakterizovány jejich střední hodnotou, ale širokou neurčitostí. Ztráty se pohybují v rozmezí 0-100 % z hodnoty, která je vystavována kreditnímu riziku. Míru návratnosti lze nejlépe zachytit použitím beta rozdělení značeno $X \sim B(\alpha, \beta)$, kdy $\alpha, \beta > 0$ a $X \in (0, 1)$. Střední hodnota $E(X)$ se určí dle vzorce

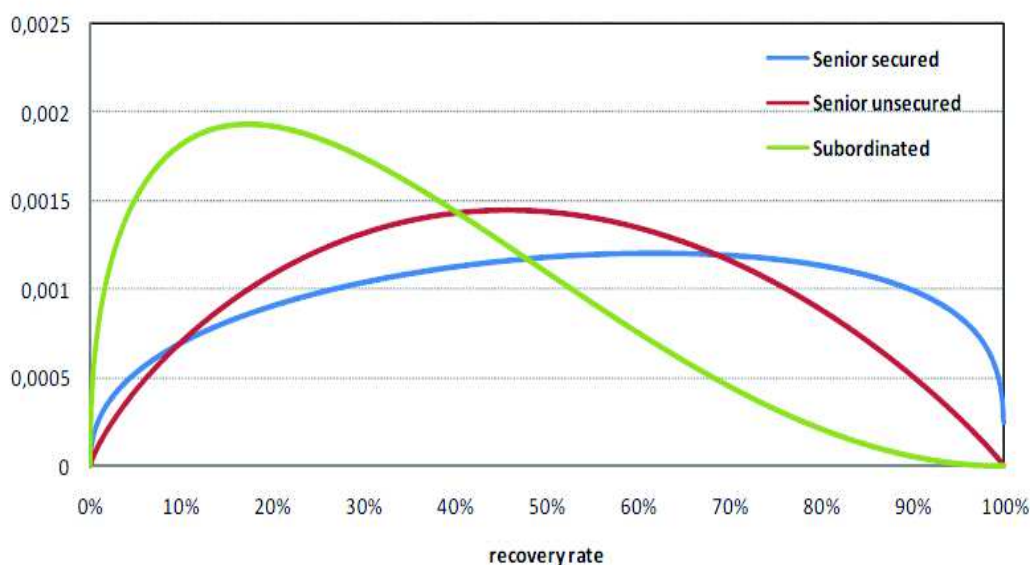
$$E(X) = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}. \quad (3.1)$$

Rozptyl se stanoví pomocí vzorce

$$\text{var}(X) = \frac{\alpha \cdot \beta}{(\alpha + \beta)^2 \cdot (\alpha + \beta + 1)}. \quad (3.2)$$

Beta rozdělení je flexibilní a není symetrické. Příklad beta rozdělení pro jednotlivé dluhopisy dle seniority najdeme v Grafu 3.1.

Graf 3.1: Beta rozdělení míry návratnosti pro různé seniority



Zdroj: Marcela Gronychová – Měření kreditního rizika, model CreditMetrics

3.2.3 Rozložení hodnot pro jeden dluhopis

Pokud máme k dispozici všechny potřebné informace, následuje propočítání hodnoty dluhopisu. Hodnota dluhopisu se stanoví jako současná hodnota budoucích peněžních toků, jejíž výpočet je následující

$$PV = \sum_t^T \frac{C_t}{(1+r)^t} + \frac{NH}{(1+r)^T}, \quad (3.3)$$

kde PV je současná hodnota dluhopisu, T je doba splatnosti, t představuje jednotlivé roky, C_t je kupónová platba, r je výnosová míra a NH je nominální hodnota dluhopisu.

Budoucí hodnota instrumentu je odvozena na základě forwardových úrokových sazeb. Forwardový výnos f je výnos, který je určen z intervalu v budoucnosti. Forwardovou sazbu je možné odvodit ze spotové sazby při využití několika předpokladů, mezi které patří nemožnost arbitráže, zanedbání transakčních nákladů, stejná výše zápůjční a výpůjční sazby. Výpočet forwardového výnosu je dán vzorcem

$$f_{t-\Delta t, t} = \left[\frac{(1+r_t)^t}{(1+r_{t-\Delta t})^{t-\Delta t}} \right]^{\frac{1}{\Delta t}} - 1, \quad (3.4)$$

kde f je forwardová sazba a r spotová sazba.

3.2.4 Rozložení hodnot pro portfolio dluhopisů

Tvorba portfolií dluhových instrumentů souvisí s diverzifikací rizika. U portfolií je potřeba zohlednit i míru korelace mezi jednotlivými dlužníky. Ve skutečnosti jsou ratingová ohodnocení dluhopisů vzájemně závislá, protože jsou ovlivněna alespoň částečně stejnými makroekonomickými faktory. Volatilita hodnoty portfolia bude nižší, čím nižší bude korelace mezi jednotlivými instrumenty. Korelaci lze stanovit pomocí několika teoretických přístupů. Mezi ně patří přímý odhad sdružených pravděpodobností migrace, odhad korelací ze spreadů dluhopisů a odhad dle asset value modelu. První dva přístupy lze v praxi aplikovat jen stěží vzhledem k neadekvátní vstupní množině. Aplikovatelný v praxi a pro potřeby diplomové práce bude využit poslední zmíněný přístup, a to asset value model.

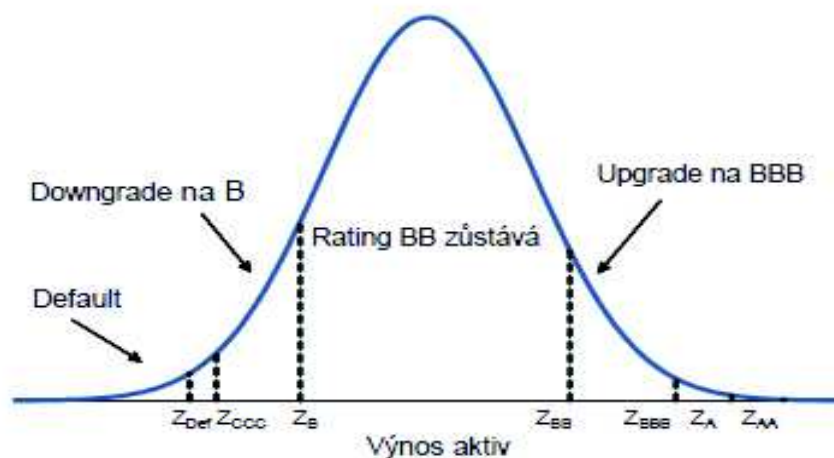
Asset value model neboli model hodnoty aktiv je založen na předpokladu, že hodnota aktiv společnosti je proces, který řídí změny ratingu i default. Koncept modelu byl navržen Robertem C. Mertonem a vychází z modelu pro oceňování opcí dle Blacka a Scholese, kdy kreditní riziko může být oceněno jako put opce na hodnotu aktiv společnosti. CreditMetrics předpokládá, že každý dlužník bude mít ratingové ohodnocení, které bude spojeno s určitou pravděpodobností defaultu. Dojde k modelování změn hodnoty aktiv a stanovení prahů pro změny ratingu. Při modelování ratingu se vychází z tržní hodnoty firmy, která je vlastně odrazem tržních cen jejich akcií. Pokud hodnota firmy překročí určitou úroveň, dojde ke změně ratingového hodnocení.

3.2.5 Meze přechodu

V metodologii CreditMetrics vychází podkladový proces vývoje hodnoty aktiva dluhového instrumentu z asset value modelu. Tento model odhaduje nepřímo sdružené pravděpodobnosti změn ratingů včetně defaultu. Postup lze shrnout do dvou kroků, kdy jsou nejprve modelovány změny hodnoty aktiv a poté dojde ke stanovení prahů pro změny ratingu.

Pravděpodobnost defaultu a pravděpodobnosti přechodu do jednotlivých ratingových kategorií lze vyjádřit i graficky. Pokud firma překročí prah defaultu, není schopna své závazky splácet. Nejprve se tedy musí stanovit jednotlivé meze přechodu a výsledkem může být obdobná situace, která je zobrazena v Obr. 3.2.

Obr. 3.2: Prahové hodnoty



Zdroj: Marcela Gronychová – Měření kreditního rizika, model CreditMetrics

Z Obr. 3.2 je zřejmé, že hodnota firmy se vyvíjí dle normálního rozdělení. Obrázek dále zachycuje hranici defaultu a hranice přechodu pro firmu, jež měla původní rating BB. Je zřejmé, že nejvíce je pravděpodobná situace, kdy nedojde ke změně ratingové kategorie a firma si zachová původní rating BB. To nám zobrazuje plocha pod křivkou normálního rozdělení. S rostoucí vzdáleností od původního ratingového stupně by mělo docházet k poklesu pravděpodobnosti přechodu, což potvrzuje i následující obrázek.

Pokud jsou známy prahy hodnot firmy, dojde k modelování změny hodnoty firmy, aby bylo možné popsat vývoj ratingu. Změny hodnoty firmy vyjadřují výnosy aktiv R a za předpokladu, že R má normované normální rozdělení $N(0;1)$, lze spočítat pravděpodobnost výskytu každé události, což je zobrazeno v Tab. 3.2. Normované normální rozdělení je normální rozdělení se střední hodnotou, která je rovna 0 a směrodatnou odchylkou, která je rovna vždy 1.

Tab. 3.2: Prahové hodnoty aktiv pro jednotlivé ratingové stupně

Rating na konci roku	Pravděpodobnost dle asset value modelu
AAA	$1 - \Phi(Z_{AA}/\sigma)$
AA	$\Phi(Z_{AA}/\sigma) - \Phi(Z_A/\sigma)$
A	$\Phi(Z_A/\sigma) - \Phi(Z_{BBB}/\sigma)$
BBB	$\Phi(Z_{BBB}/\sigma) - \Phi(Z_{BB}/\sigma)$
BB	$\Phi(Z_{BB}/\sigma) - \Phi(Z_B/\sigma)$
B	$\Phi(Z_B/\sigma) - \Phi(Z_{CCC}/\sigma)$
CCC	$\Phi(Z_{CCC}/\sigma) - \Phi(Z_{Def}/\sigma)$
Default	$\Phi(Z_{Def}/\sigma)$

Prahové hodnoty aktiv mezi jednotlivými ratingovými stupni se určují pomocí distribuční funkce normovaného normálního rozdělení $\Phi(0;1)$ a matice přechodu.

V případě, že $R < Z_{Def}$, tak je dlužník insolventní. Je-li hodnota v intervalu $Z_{Def} < R < Z_{CCC}$, pak dojde ke snížení ratingu dlužníka na stupeň CCC. Obdobně lze takto pokračovat. Pravděpodobnost, s jakou se daná společnost či její emitovaný dluhopis ocitne v určité ratingové kategorii, lze matematicky vyjádřit následovně

$$\Pr\{Default\} = \Pr\{R < Z_{Def}\} = \Phi(Z_{Def}/\sigma), \quad (3.5)$$

$$\Pr\{CCC\} = \Pr\{Z_{Def} < R < Z_{CCC}\} = \Phi(Z_{CCC}/\sigma) - \Phi(Z_{Def}/\sigma), \quad (3.6)$$

kde Φ představuje kumulativní rozdělení normovaného normálního rozdělení, R výnos aktiv a Z je mez přechodu.

Pro lepší představu si uveďme příklad, kdy máme firmu jejichž výchozí rating je BB a také známe pravděpodobnosti přechodu do jednotlivých kategorií. Všechny tyto informace jsou zobrazeny v Tab. 3.3.

Tab. 3.3: Jednoleté pravděpodobnosti přechodu pro dlužníka s výchozím ratingem BB

Rating na konci roku	Pravděpodobnost dle matice přechodu	Pravděpodobnost dle asset value modelu
AAA	0,03 %	$1 - \Phi(Z_{AA}/\sigma)$
AA	0,14 %	$\Phi(Z_{AA}/\sigma) - \Phi(Z_A/\sigma)$
A	0,67 %	$\Phi(Z_A/\sigma) - \Phi(Z_{BBB}/\sigma)$
BBB	7,73 %	$\Phi(Z_{BBB}/\sigma) - \Phi(Z_{BB}/\sigma)$
BB	80,53 %	$\Phi(Z_{BB}/\sigma) - \Phi(Z_B/\sigma)$
B	8,84 %	$\Phi(Z_B/\sigma) - \Phi(Z_{CCC}/\sigma)$
CCC	1,00 %	$\Phi(Z_{CCC}/\sigma) - \Phi(Z_{Def}/\sigma)$
Default	1,06 %	$\Phi(Z_{Def}/\sigma)$

Zdroj: Technický dokument CreditMetrics

Hodnoty v prostředním a pravém sloupci Tab. 3.3 se musí rovnat podle vztahu v rovnicích (3.5) a (3.6). Úpravou získáváme

$$Z_i = \Phi^{-1}(p_i) \cdot \sigma, \quad (3.7)$$

kde Z_i je mez přechodu, $\Phi^{-1}(p_i)$ vyjadřuje úroveň, pod kterou se nalézá náhodná proměnná při normovaném normálním rozdělení s pravděpodobností p_i , p_i je kumulativní

pravděpodobnost nabytí i-té ratingové kategorie. Např. Z_{Def} z Tab. 3.3 se dá stanovit jako

$$Z_{Def} = \Phi^{-1}(1,06\%)\sigma = -2,30\sigma,$$

kdy obdobným způsobem můžeme dopočítat i ostatní hraniční body.

3.2.6 Korelace mezi jednotlivými dlužníky

Pokračujeme stanovením závislosti mezi jednotlivými emitenty. Tu je možné stanovit pomocí závislosti mezi výnosy akcií emitentů. Pokles hodnoty jejich akcií vede k poklesu hodnoty firem, a to vede ke zvýšení pravděpodobnosti nesplacení závazků. Poté, co jsou zjištěny tržní ceny akcií za dané období, mohou být propočteny jejich parametry.

Nejprve určíme hodnotu výnosů na bázi diskrétního úročení podle vzorce

$$R_i = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}, \quad (3.8)$$

kde R_i je diskrétní výnos i-tého aktiva, P_t kurz akcie v čase t , P_{t-1} kurz akcie v čase $t-1$.

Očekávaný výnos (střední hodnota výnosu) se vypočte

$$E(R_i) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1} R_i, \quad (3.9)$$

kde $E(R_i)$ je očekávaný výnos daného aktiva, N je počet sledovaných údajů a R_i je výnos aktiva za dané období.

Rozptyl výnosu aktiva je určen vztahem

$$\text{var}(R_i) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1} [R_i - E(R_i)]^2, \quad (3.10)$$

kde $\text{var}(R_i)$ je rozptyl výnosu, N je počet sledovaných údajů, R_i je výnos aktiva za dané období a $E(R_i)$ je očekávaný výnos daného aktiva.

Směrodatná odchylka je potom dána vztahem

$$\sigma(R_i) = \sqrt{\text{var}(R_i)}, \quad (3.11)$$

kde $\sigma(R_i)$ je směrodatná odchylka a $\text{var}(R_i)$ je rozptyl výnosu.

Aby mohla být sestavena kovarianční matice C , musí se vypočítat jednotlivé kovariance dvou aktiv. Kovariance je statistická závislost mezi dvěma aktivy. Jedná se vlastně

o součet součinu odchylek výnosů dvou aktiv od střední hodnoty. Kovarianci vyjádříme vzorcem

$$\text{cov}(R_i, R_j) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i,j} [R_i - E(R_i)] \cdot [R_j - E(R_j)], \quad (3.12)$$

kde $\text{cov}(R_i, R_j)$ je kovariance mezi i -tým a j -tým aktivem. Kovariance může nabývat hodnot $(-\infty, +\infty)$.

Korelace představuje vzájemný vztah mezi dvěma aktivy. Míru korelace pak vyjadřuje korelační koeficient, který může nabývat hodnot $(-1, +1)$. Korelace výnosů se vypočte

$$\rho_{ij} = \frac{\text{cov}(R_i, R_j)}{\sigma(R_i) \cdot \sigma(R_j)}, \quad (3.13)$$

kde ρ_{ij} je korelace mezi i -tým a j -tým aktivem. Poté je stanovena korelační matice R s mírou závislosti mezi jednotlivými firmami.

3.2.7 Odvození výnosových křivek

Výnosovou křivkou se rozumí závislost výnosu do doby splatnosti na době do splatnosti dluhopisu. Výnosová křivka je považována za základní nástroj nejenom při oceňování aktiv a pasiv a investičním rozhodování, ale i při analýze finančních trhů a makroekonomické situace dané ekonomiky, a to proto, že je jedním z nejlepších indikátorů aktuálních ekonomických podmínek. Výnosová křivka, která je odvozená z tržních cen státních dluhopisů, představuje základní „benchmarkovou“ strukturu spotových sazeb akceptovanou investory na trhu v daném okamžiku.

Spotová výnosová křivka je momentální závislost výnosu na době do splatnosti a nejčastěji se stanovuje pomocí obligací s nulovým kupónem. Forwardová výnosová křivka je odhadem výnosové křivky k určitému datu v budoucnosti. Forwardová sazba se obvykle odvozuje od spotové dle výše uvedeného vzorce (3.4).

Nicméně je potřeba zachytit vliv kreditního rizika na výši požadovaného výnosu. Musíme tedy brát v úvahu pravděpodobnost, že dlužník nedostojí svých závazků, není nulová a tuto skutečnost je vhodné provázat na jednotlivé ratingové kategorie. Dále zpravidla předpokládáme, že věřitel při selhání dlužníka získá alespoň část nominální hodnoty dluhu. Tento poměr je označován jako míra návratnosti RR .

Aby mohly být oceněny dluhopisy, musí být nejprve sestaveny výnosové křivky. Andrea Resti (1999) zpracoval metodu, která umožňuje odvození výnosových křivek z víceletých matic přechodu. Výnosové křivky slouží ke stanovení diskontních úrokových měr, které jsou pak použity k výpočtu současné hodnoty budoucích peněžních toků jednotlivých dluhopisů. Postup Restiho lze shrnout do několika kroků.

Nejprve jsou odvozeny matice pro jednotlivá období. Matice přechodu pro jeden rok se doplní o pravděpodobnost úpadku a o přechodové pravděpodobnosti z úpadku na jiný rating. Tato matice je pak umocněna odpovídajícím počtem let. Přechodová matice je stacionární, což znamená, že se nemění pravděpodobnosti přechodu v závislosti na předchozích letech. Poté jsou odvozeny výnosové křivky z víceletých pravděpodobností defaultu. Takovým způsobem lze stanovit výnosové křivky pro jakýchkoliv rating či období.

První výsledná matice vypadá následovně

$$T = \begin{bmatrix} T_v & t_d \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (3.14)$$

kde T_v je matice přechodu, ze které je vyloučen poslední sloupec, t_d je vektor s pravděpodobnostmi defaultu, 0 představuje společnost v úpadku, která již nemůže zlepšit své ratingové hodnocení, kdežto pravděpodobnost úpadku společnosti, která se už v úpadku nachází, je naopak rovna 1.

Dvouletá matice přechodu se pak vypočítá jako

$$T^2 = T \cdot T = \begin{bmatrix} T_v^2 & (1 + T_v) \cdot t_d \\ 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (3.15)$$

N-roční matice přechodu se stanoví dle vzorce

$$T^n = \begin{bmatrix} T_v^n & \sum_{i=0}^{n-1} T_v^i \cdot t_d \\ 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (3.16)$$

V posledním sloupci matic lze vyčíst pravděpodobnost defaultu pro jednotlivé ratingové kategorie za dané období. Tato pravděpodobnost je označována jako p_n^i , kde n je doba splatnosti dluhopisu. Odvození výnosové křivky vychází z předpokladu, že jednoletý výnos v případě rizikového dluhopisu i bezrizikového aktiva je totožný. Uvedený vztah vypadá následovně

$$(1 + r_1^i) \cdot (1 - p_1^i) + p_1^i \cdot RR = 1 + r_1^F, \quad (3.17)$$

kde r_1^i je jednoletý výnos rizikového dluhopisu, p_1^i je pravděpodobnost defaultu rizikového dluhopisu za časové období jednoho roku, RR je míra návratnosti a r_1^F je jednoletý výnos bezrizikového aktiva.

Úpravou rovnice lze vyjádřit výnosovou míru jako

$$r_1^i = \frac{r_1^F + p_1^i \cdot (1 - RR)}{1 - p_1^i}. \quad (3.18)$$

Dvouletou výnosovou míru je možné odvodit dle vzorce

$$p_1^i \cdot RR \cdot \frac{(1 + r_2^F)^2}{(1 + r_1^F)} + (p_2^i - p_1^i) \cdot RR + (1 + r_2^i)^2 \cdot (1 - p_2^i) = 1 + r_1^F. \quad (3.19)$$

Z této rovnice vyjádříme výnosovou míru pro druhý rok jako

$$r_2^i = \sqrt{\frac{(1 + r_2^F)^2 - p_1^i \cdot RR \cdot \frac{(1 + r_2^F)^2}{(1 + r_1^F)} - (p_2^i - p_1^i) \cdot RR}{1 - p_2^i}} - 1. \quad (3.20)$$

Pro více období lze výnosovou míru odvodit z rovnice

$$RR \cdot \sum_{j=1}^n \left\{ (p_j^i - p_{j-1}^i) \cdot \frac{(1 + r_n^F)^n}{(1 + r_j^F)^j} \right\} + (1 + r_n^i)^n \cdot (1 - p_n^i) = (1 + r_n^F)^n. \quad (3.21)$$

A samotná výnosová míra po úpravě předešlé rovnice se stanoví jako

$$r_n^i = (1 + r_n^F) \cdot \left\{ \frac{1 - RR \cdot \sum_{j=1}^n \frac{p_j^i - p_{j-1}^i}{(1 + r_j^F)^j}}{1 - p_n^i} \right\}^{\frac{1}{n}} - 1. \quad (3.22)$$

Nakonec dojde k určení forwardových sazeb dle vzorce (3.4) a stanoví se hodnota jednotlivých dluhopisů dle vzorce (3.3).

3.2.8 Ocenění dluhopisů

Ocenění dluhopisů je založeno na stanovení současné hodnoty budoucích peněžních toků, které plynou z vlastnictví dluhopisů. Využíváme zde forwardové výnosové křivky a hodnota obligací je stanovena ke konci jednoletého období, pro které má být kvantifikováno

kreditní riziko. Pro jednotlivé ratingové kategorie jsou stanoveny hodnoty dluhopisů. V případě defaultu je potřeba zohlednit míru návratnosti.

Hodnota dluhopisů v případě defaultu je stanovena jako součin jejich nominální hodnoty a příslušné míry návratnosti. Míru návratnosti je možné nejlépe zachytit s využitím beta rozdělení, které je charakterizováno dvěma parametry α a β . V případě znalosti střední hodnoty a směrodatné odchylky či rozptylu pro jednotlivé seniority dluhopisů lze vypočítat tyto parametry dle vzorců

$$\alpha = \frac{E(X) \cdot \beta}{1 - E(X)}, \quad (3.23)$$

$$\beta = \frac{E(X) \cdot (1 - E(X))^2}{\text{var}(X)} + E(X) - 1. \quad (3.24)$$

Poté, co jsou známy tyto parametry, je možné přistoupit k simulaci Monte Carlo, jejíž postup je přiblížen v následující kapitole.

3.3 Simulace Monte Carlo

Výpočet VaR lze provést prostřednictvím analytické metody nebo simulace. Analytickou metodu by bylo vhodné použít například na jednoduchém portfoliu skládajícího se ze dvou dluhopisů. Nicméně k odhadu VaR při rozsáhlých portfoliích se používá simulace Monte Carlo. Tato metoda spočívá v generování scénářů a za pomoci velkého množství simulací se odhadne budoucí hodnota aktiv. Tichý (2006) uvádí, že za metodu Monte Carlo považujeme jakoukoliv simulační metodu založenou na užití posloupnosti náhodných nebo pseudonáhodných čísel.

K simulaci scénářů je možné využít aplikaci *Generátor pseudonáhodných čísel* v MS Excel. Pomocí této aplikace je možné generovat pseudonáhodná čísla z různých vybraných typů rozdělení. Tento generátor zcela nespĺňuje požadavky na profesionální kvalitu, ale i tak lze výsledky považovat za použitelné a věrohodné.

3.3.1 Generování náhodných proměnných z normálního rozdělení

Nejprve jsou generovány nezávislé náhodné proměnné $\bar{\epsilon}$ z normovaného normálního rozdělení $N(0;1)$ pomocí aplikace *Generátor pseudonáhodných čísel*. Po simulaci hodnot je nezbytné také zohlednit korelace mezi jednotlivými dlužníky. K tomuto účelu se používá Choleskeho algoritmus.

Choleskeho matice P slouží k tomu, aby vektor vygenerované náhodné veličiny normovaného normálního rozdělení respektoval vzájemný stupeň korelace výnosů jednotlivých finančních instrumentů. Dochází tak k sestavení náhodného vektoru závislých proměnných dle Choleskeho dekompozice

$$\bar{\varepsilon}^T = \bar{e}^T \cdot P, \quad (3.25)$$

kde $\bar{\varepsilon}^T$ je vektor závislých náhodných proměnných, \bar{e}^T je vektor nezávislých náhodných proměnných z rozdělení $N(0;1)$ a P jsou hodnoty prvků Choleskeho matice, která má podobu horní trojúhelníkové matice. Jednotlivé prvky se vypočítají z korelace pomocí následujících rovnic

$$p_{ii} = \left(\rho_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} p_{ki}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, N, \quad (3.26)$$

$$p_{ij} = \left(\rho_{ij} - \sum_{k=1}^{i-1} p_{ki} \cdot p_{kj} \right) \cdot \frac{1}{p_{ii}} \quad \text{pro } 1 \leq i < j \leq N, \quad (3.27)$$

$$p_{ij} = 0 \quad \text{pro } i > j; i, j = 1, 2, \dots, N, \quad (3.28)$$

kde p_{ii} a p_{ij} jsou jednotlivé prvky Choleskeho matice.

3.3.2 Generování náhodných proměnných z rovnoměrného rozdělení

Dále dochází ke generování proměnných z rovnoměrného rozdělení $R(0;1)$ pomocí modulu *Generátor pseudonáhodných čísel*. Tyto proměnné nám slouží ke stanovení náhodných proměnných z beta rozdělení pomocí procedury inverzní transformace dle

$$q = \text{Beta}^{-1}(r), \quad (3.29)$$

kde q je náhodná proměnná z beta rozdělení $\text{Beta}(\alpha; \beta)$ a r je náhodná proměnná z rovnoměrného rozdělení $R(0;1)$. K tomuto výpočtu potřebujeme už dříve vypočtené parametry α a β . Koeficient q vlastně představuje nasimulované míry návratnosti, pomocí kterých je pak stanovena hodnota dluhopisů v případě úpadku dlužníka.

3.3.3 Přiřazení ratingu dle Mertonova modelu

Dalším krokem je přiřazení ratingu ke generovaným náhodným proměnným. Využívá se zde již dříve stanovených mezí přechodu dle Mertonova modelu.

Jestliže $\Phi^{-1}(\alpha_k) < z \leq \Phi^{-1}(\alpha_{k+1})$, pak rating se rovná k a přitom $\alpha_k = \sum_{j=1}^k p_{ij}$, (3.30)

kde α_k je kumulativní pravděpodobnost pro rating k , p_{ij} je pravděpodobnost přechodu mezi ratingy a $\Phi^{-1}(\alpha_k)$ je kvantil normovaného normálního rozdělení.

Poté, co je jednotlivým dluhopisům přiřazeno ratingové ohodnocení, určí se jejich hodnota a celková hodnota portfolia pro jednotlivé scénáře.

3.4 Zhodnocení a interpretace výsledků

Výsledkem je stanovení možných budoucích hodnot portfolia, kdy finálním úkolem je shrnutí těchto informací a jejich interpretace.

Simulace Monte Carlo nám pomůže graficky znázornit rozdělení pravděpodobností portfolia. V grafickém znázornění můžeme nejčastěji zobrazit výsledky např. jako distribuční funkci, liniový graf nebo histogram. Histogramem se zobrazuje distribuce dat pomocí sloupcového grafu, přičemž výška sloupců vyjadřuje četnost sledované veličiny v daném intervalu.

3.4.1 Parametry portfolia

Dále je vhodné propočíst parametry rozdělení pravděpodobnosti, mezi které patří střední hodnota ztráty, směrodatná odchylka, hodnota VaR a ekonomický kapitál pro danou hladinu významnosti. Avšak střední hodnota a směrodatná odchylka portfolia nemusí být nejlepšími vypovídacími parametry, protože rozdělení pravděpodobnosti kreditního rizika není symetrické.

Střední hodnota je vlastně vážený průměr daného rozdělení. Střední hodnota ztráty portfolia se stanoví dle vzorce

$$E(R_p) = -\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N V_i, \quad (3.31)$$

kde N je počet scénářů a V_i hodnota portfolia v daném scénáři.

Směrodatná odchylka představuje kvadratický průměr odchylek hodnot od jejich aritmetického průměru. Čím větší je směrodatná odchylka, tím je vyšší riziko.

Směrodatná odchylka portfolia se vypočte pomocí

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (V_i - E(R_p))^2}. \quad (3.32)$$

Zmeškal (2013) vymezuje Value at Risk jako hodnotu rizika, která je definována jako nejmenší predikovaná ztráta na zadané hladině pravděpodobnosti za určitou časovou periodu. VaR slouží k eliminaci potenciálně velkých ztrát. Předností této metody je převedení všech rizik na společného jmenovatele, kterým je změna hodnoty aktiv. Základní úvaha při určování VaR vychází z uvedené rovnice

$$\Pr(\Delta\tilde{\Pi} \leq +ZISK) = \alpha, \quad (3.33)$$

aby pravděpodobnost, že z portfolia aktiv bude zisk $\Delta\tilde{\Pi}$ menší než předem stanovená hladina zisku $ZISK$, byla rovna stanovené hladině významnosti α . Tuto rovnici můžeme modifikovat tak, aby byl zisk vyjádřen jako záporná ztráta ($ZISK = -VaR$). Rovnice bude vypadat následovně

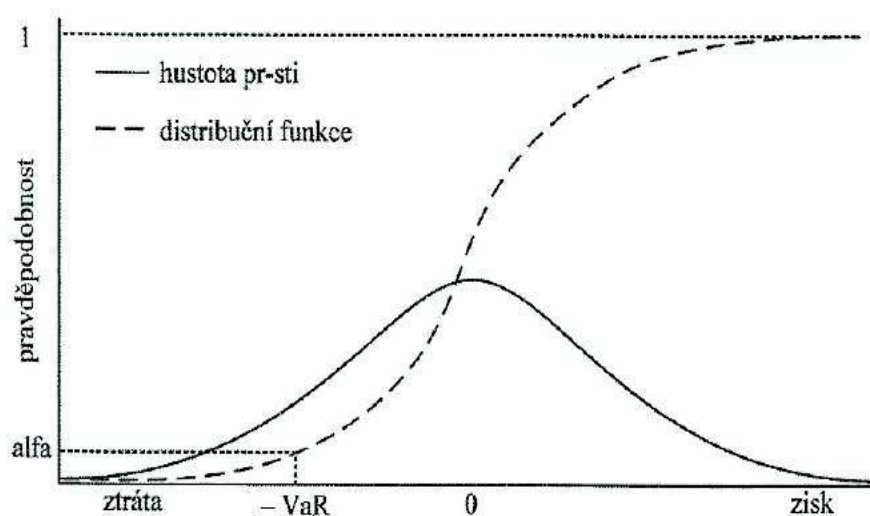
$$\Pr(\Delta\tilde{\Pi} \leq -VaR) = \alpha, \quad (3.34)$$

a toto je základní rovnice pro odvození hodnoty VaR. Podstatou je určení rozdělení pravděpodobnosti přírůstku hodnoty portfolia aktiv $\Delta\tilde{\Pi}$ na dané hladině významnosti α . Přírůstek hodnoty portfolia aktiv pro jeden pokus se stanoví dle

$$\Delta\tilde{\Pi} = \tilde{V}_T - V_t = \sum_i \tilde{V}_{ij} - V_t, \quad (3.35)$$

kde \tilde{V}_T a V_t jsou hodnoty portfolia na počátku v momentu t a v predikovaném momentu T , \tilde{V}_{ij} je hodnota dluhu i -té firmy, pokud je v j -té ratingové kategorii. Za časový horizont se bere zpravidla jeden rok a hodnota dluhu se odvíjí od ratingové kategorie, kterou má dluh na konci časového horizontu. Hustotu pravděpodobnosti a distribuční funkci se znázorněním VaR lze vidět v Obr. 3.3. Obrázek je pouze ilustrativní.

Obr. 3.3: Value at Risk



Zdroj: ZMEŠKAL, Zdeněk, Dana DLUHOŠOVÁ a Tomáš TICHÝ. *Finanční modely: koncepty, metody, aplikace*, s. 122

Posledním parametrem je ekonomický kapitál EK_α , který se na dané hladině významnosti α stanoví následovně

$$EK_\alpha = VaR_\alpha - E(R_p)_{ztráty}. \quad (3.36)$$

Ekonomický kapitál představuje množství peněz, které by měl majitel portfolia držet k tomu, aby pokryl kreditní riziko vyplývající z tohoto portfolia.

3.4.2 Marginální riziko

Marginální riziko daného dluhopisu představuje míru rizika, s jakou tento dluhopis přispívá k celkovému riziku portfolia. Ve většině případů platí, že portfolio vykazuje nižší riziko než je součet individuálních rizik všech aktiv v portfoliu. Celkové riziko je vlastně sníženo diverzifikací. Investor se nespolehá pouze na jeden dluhopis, ale rozloží své finanční prostředky do několika instrumentů. Marginální riziko je tedy rovno rozdílu hodnoty celkového rizika celého portfolia a hodnoty celkového rizika neobsahující daný dluhopis. Nárůst směrodatné odchylky, který je způsoben připojením daného aktiva do portfolia, odpovídá marginálnímu riziku tohoto aktiva. Marginální směrodatná odchylka vyjádřená v absolutní hodnotě slouží pro posouzení vlivu jednotlivých aktiv na celkovém portfoliu.

4 Stanovení kreditního rizika portfolia vybraných dluhopisů pomocí metodologie CreditMetrics

V této kapitole je pomocí jednotlivých kroků dosaženo odhadu kreditního rizika. Nejprve jsou představena vstupní data a jsou provedeny další kroky potřebné k výpočtům. Rizikovým časovým horizontem pro kalkulaci kreditního rizika je stanoveno období jednoho roku. Jedná se o období od 1. 9. 2014 do 31. 8. 2015. Portfolio je složeno z osmi vybraných dluhopisů obchodovaných na švýcarské burze, kterým byl udělen rating externími ratingovými agenturami.

Aplikací metodologie CreditMetrics je simulováno metodou Monte Carlo pro 10000 scénářů rozdělení pravděpodobnosti výnosu dluhového portfolia pro jeden rok. Následně jsou propočteny jednotlivé parametry rozdělení pravděpodobnosti a vše je graficky znázorněno. Dochází k odhadu hodnoty VaR, ze které se pak určí ekonomický kapitál. Vše je na hladině významnosti 0,05.

4.1 Postup při aplikaci CreditMetrics

Postup při aplikaci metodologie CreditMetrics lze shrnout do následujících bodů. Nejprve byla z finančních trhů získána potřebná data o vydaných dluhopisech jednotlivých emitentů. Dalším mezikrokem je sestavení přechodové matice. Tyto matice jsou dostupné od jednotlivých ratingových agentur. Dále potřebujeme znát míru návratnosti, kterou lze také získat od ratingových agentur. Následujícím krokem je stanovení mezí přechodu s využitím přechodové matice. Dále je potřeba zjistit historické tržní ceny akcií emitentů dluhopisů a poté stanovit jejich roční výnosy, aby mohly být sestaveny kovarianční a korelační matice. Následuje ocenění dluhopisů. Hodnoty dluhopisů jsou zjištěny s využitím výnosových křivek, které jsou odvozeny z víceletých přechodových matic. Při ocenění dluhopisů zanedbáváme transakční náklady spojené s jejich pořízením.

Poté jsou vygenerovány nekorelované výnosy pomocí simulace Monte Carlo a je sestavena Choleskeho matice. Z těchto dvou komponent jsou určeny korelované hodnoty výnosů. Tyto výnosy poté budou rozřazeny do jednotlivých ratingových kategorií pomocí dříve stanovených mezí přechodu. Znalost ratingů dále umožňuje přiřadit jednotlivým dluhopisům příslušnou hodnotu. U defaultu se předpokládá, že hodnota je určena náhodně z beta rozdělení. Tomu předchází simulace Monte Carlo, kdy jsou generovány náhodné proměnné z rovnoměrného rozdělení. Součet hodnot jednotlivých dluhopisů poté představuje hodnotu celého portfolia. Výsledky jsou nakonec interpretovány.

4.2 Vstupní data

Úloha spočívá v tom, že manažer portfolia spravuje dluhová aktiva. Jedná se o podnikové dluhopisy společností ABB, Adecco, Credit Suisse, Julius Baer, Nestlé, Swisscom, Swiss Life Holding a UBS. Portfolio je složeno z těchto vybraných dluhopisů, které jsou obchodovány na švýcarské burze SIX Swiss Exchange.

SIX Swiss Exchange sídlí v Curychu a představuje hlavní švýcarskou burzu, která zprostředkovává obchod cenných papírů. Na burze je převážně obchodováno s akciemi, dluhopisy a deriváty. Burza byla založena v roce 1993 a v roce 1995 zavedla elektronické obchodování. Nejdůležitějším švýcarským akciovým indexem je index SMI, který se skládá z 20 akcií největších a nejziskovějších společností tzv. blue chips.

Informace o vybraných dluhopisech jsou získány z webových stránek burzy a jsou zobrazeny v Tab. 4.1.

Tab. 4.1: Informace o vybraných dluhopisech k 1. 9. 2014

Označení	B1	B2	B3	B4
Emitent	ABB	Adecco	Credit Suisse	Julius Baer
ISIN	CH0139264961	CH0189276030	CH0110442859	CH0144380422
Nominální hodnota	5000	5000	5000	5000
Kupónová sazba	1,25	1,875	3,375	4,5
Frekvence výplaty	1 x ročně	1 x ročně	1 x ročně	1 x ročně
Datum emise	11.10.2011	18.7.2012	16.3.2010	23.12.2011
Datum splatnosti	11.10.2016	18.12.2017	16.3.2020	23.12.2021
Kurz k 1. 9. 2014	102,05	104,7	110,2	106,55
Tržní hodnota	5102,5	5235	5510	5327,5
Měna	CHF	CHF	CHF	CHF
Rating	A	BBB+	A	A+
Seniorita	unsecured	unsecured	subordinated	subordinated

Označení	B5	B6	B7	B8
Emitent	Nestlé	Swisscom	Swiss Life Holding	UBS
ISIN	CH0028644646	CH0188335365	CH0212184060	CH0035789210
Nominální hodnota	5000	5000	5000	5000
Kupónová sazba	2,625	1,75	1,125	4,125
Frekvence výplaty	1 x ročně	1 x ročně	1 x ročně	1 x ročně
Datum emise	14.2.2007	10.7.2012	21.6.2013	27.12.2007
Datum splatnosti	14.2.2018	10.7.2024	21.6.2019	27.12.2017
Kurz k 1.9.2014	108,85	107,5	102,9	110,55
Tržní hodnota	5442,5	5375	5145	5527,5
Měna	CHF	CHF	CHF	CHF
Rating	AA	A	BBB	AA-
Seniorita	unsecured	unsecured	unsecured	subordinated

Zdroj: Swiss Six Exchange

V Tab. 4.1 vidíme označení dluhopisů, emitenta a ISIN. Zkratka ISIN představuje mezinárodní identifikační číslo cenného papíru, které je přidělováno pro účely obchodování s nimi. Všechny dluhopisy jsou denominovány ve švýcarských francích CHF a jejich nominální hodnota je 5000 CHF. Kupón je u všech obligací vyplácen jednou za rok. V tabulce je také uvedeno datum emise, datum splatnosti, kurz, tržní hodnota a rating. Rating byl převzat od agentury Standard & Poor's kromě emitenta Julius Baer. Tento rating byl stanoven společností Moody's a následně převeden podle stupnice Standard & Poor's. U tří dluhopisů se jedná o podřízené (subordinated) dluhopisy, u kterých např. v případě likvidace budou uspokojeny pohledávky s nimi spojené až po uspokojení všech ostatních pohledávek. Celková tržní hodnota portfolia na začátku období je 42665 CHF. Do portfolia byl nakoupen jeden kus každého dluhopisu.

4.2.1 Informace o emitentech

Emitenty výše vybraných dluhopisů je vhodné stručně charakterizovat. Prvním emitentem je společnost Asea Brown Boveri známá pod zkratkou **ABB**. ABB je švédsko-švýcarská nadnárodní korporace se sídlem v Curychu. Firma se zabývá poskytováním technologií pro energetiku a automatizaci. Tímto umožňuje svým klientům z oblasti průmyslu a distribuce energií zlepšit jejich výkonnost a současně snížit dopad jejich činností na životní prostředí. ABB má více než 120-ti letou tradici, kdy v roce 1988 vznikla sloučením švédské společnosti ASEA a švýcarské firmy BBC. Úspěch společnosti je dán zejména silným zaměřením na výzkum a vývoj podpořený sedmi výzkumnými centry po celém světě. Akcie jsou kótovány na burzách v Curychu, New Yorku a ve Stockholmu.

Druhým emitentem je společnost **Adecco**, která poskytuje komplexní personální služby a jedná se o největší personální společnost na světě. Vznikla v roce 1996 spojením dvou renomovaných společností ADIA a ECCO. Historie první zmíněné firmy ADIA sahá do roku 1957, kdy byl představen ve Švýcarsku nový koncept práce tzv. Temporary Help. Tento koncept zpočátku nahrazoval chybějící personál ve firmách klientů, postupně také nabízející flexibilní rozsah služeb podle jejich potřeb a přání. Za několik desítek let své existence se ADIA rozšířila do mnoha zemí a rozvinula rozsah svých služeb. Stala se jednou z největších společností ve svém oboru. Druhá ze společností ECCO byla založena v roce 1964 ve Francii a o něco později se stala vedoucí společností na tomto trhu práce. Z Francie začala expandovat na další trhy. Cílem spojení obou společností bylo získání vedoucího postavení na světovém trhu práce, k čemuž také došlo.

Credit Suisse je jedna z vedoucích finančních společností, jejíž hlavní sídlo je v Curychu. Společnost operuje ve dvou globálních divizích, a to v oblasti privátního bankovníctví a správy majetku a v oblasti investičního bankovníctví. Credit Suisse byla založena v roce 1856 Alfredem Escherem jako instituce pro financování rozvoje švýcarských železnic pomocí půjček. Banka samotná hrála důležitou roli v ekonomickém rozvoji Švýcarska, kromě železnic financovala také podnikatele a pomohla zemi vyvinout měnový systém. V současné době poskytuje své služby ve více než 50 zemích po celém světě. Banka se podílela na sestavení CreditRisk+ modelu.

Julius Baer je globální švýcarská privátní banka. Společnost poskytuje služby převážně z oblastí správy majetku, investičního a finančního poradenství. Její hlavní sídlo se nachází v Curychu, nicméně své kanceláře má také v největších finančních centrech jako např. v Dubaji, Hong Kongu, Londýně. Počátky vzniku společnosti se datují do roku 1890.

Nestlé je švýcarská nadnárodní společnost sídlící ve městě Vevey u Ženevského jezera. Firma byla založena v roce 1866 a je pojmenována podle švýcarského chemika Henriho Nestlé, který různě experimentoval a vytvořil mléčnou výživu pro kojence. Už v této době vzniklo logo společnosti – hnízdo s ptačí matkou krmící svá mláďata. V současnosti Nestlé vyrábí celou řadu produktů, jedná se o čokoládu, cukrovinky, zmrzlinu, cereálie, potraviny pro děti, kávu, balenou vodu a nápoje, dehydratované polévky a koření, potravu pro psy a kočky. Společnost se řadí mezi největší světové výrobce potravin vůbec.

Společnost **Swisscom** je největším telefonním operátorem ve Švýcarsku a je řazena mezi deset nejpopulárnějších značek mezi Švýcary. Swisscom je poskytovatelem široké škály

telekomunikačních služeb, zabývá se jak mobilními komunikacemi, tak datovým připojením a digitální televizí. Sídlo společnosti se nachází blízko hlavního města Bernu. Počátky firmy souvisejí už se zavedením telegrafní sítě v roce 1852.

Swiss Life Holding je přední evropskou finanční skupinou působící v oblasti správy privátních i korporátních financí, řízení rizik a zajištění penze. Sídlo se nachází v Curychu. Společnost má více jak stopadesátiletou historii a dnes působí v řadě zemí světa. Mezi klíčové patří trhy ve Švýcarsku, Německu a Francii. Skupina zaměstnává přes 7 000 zaměstnanců a více než 4 500 profesionálních finančních poradců.

UBS je největší a nejsilnější švýcarskou univerzální bankou. Banka poskytuje produkty a služby v oblastech retailového, korporátního, institucionálního a investičního bankovníctví. Dále se zabývá správou majetku a aktiv. UBS má za sebou stopadesátiletou historii a získala si vedoucí postavení ve výše zmíněných segmentech. Ústředí banky sídlí v Curychu a Basileji. Pobočky této banky se nacházejí ve více než 50 zemích celého světa, kdy v samotném Švýcarsku má banka kolem 300 poboček. UBS vznikla sloučením dvou bank, a to Union Bank of Switzerland a Swiss Bank Corporation.

4.2.2 Sestavení matice pravděpodobnosti přechodu

Dalším vstupním údajem je matice pravděpodobnosti přechodu mezi ratingovými kategoriemi pro dané období P . Budeme předpokládat, že pro všech osm firem je totožná. Společnost Standard & Poor's provádí studie a analýzy týkající se kreditního rizika a na základě těchto informací stanovuje přechodové matice. Pro diplomovou práci byla převzata jedna z nich. Jedná se o jednoletou globální migrační matici, která je zobrazena v Tab. 4.2. U ratingového hodnocení zanedbáváme znaménko plus (+) nebo minus (-) při výpočtech.

Tab. 4.2: Matice pravděpodobnosti přechodu P v %

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC/C	D
AAA	87,10	8,88	0,53	0,05	0,08	0,03	0,05	0
AA	0,55	86,39	8,26	0,56	0,06	0,07	0,02	0,02
A	0,03	1,87	87,33	5,48	0,35	0,14	0,02	0,07
BBB	0,01	0,12	3,59	85,22	3,82	0,59	0,13	0,21
BB	0,02	0,04	0,15	5,2	76,28	7,09	0,69	0,80
B	0	0,03	0,11	0,22	5,48	73,89	4,46	4,11
CCC/C	0	0	0,15	0,23	0,69	13,49	43,81	26,87

Zdroj: Standard & Poor's

4.2.3 Stanovení míry návratnosti

K dalším výpočtům potřebujeme také míru návratnosti RR . Míra návratnosti je nejlépe zachycena beta rozdělením s parametry α a β , které je možné spočítat dle vzorců (3.23) a (3.24). Abychom mohli tyto parametry dopočítat, potřebujeme znát střední hodnotu a směrodatnou odchylku pro jednotlivé typy instrumentů. Tyto informace pro dluhopisy jsou převzaty od agentury Standard & Poor's z jejich studie a pozorování za léta 1987 až 2013. Dluhopisy jsou rozděleny dle jejich seniority. Parametry jsou zobrazeny v Tab. 4.3.

Tab. 4.3: Střední hodnota a směrodatná odchylka pro dluhopisy

Instrument	Střední hodnota	Směrodatná odchylka
Senior unsecured bonds	51,0 %	38,7 %
Senior subordinated bonds	34,6 %	36,6 %

Zdroj: Standard & Poor's

Dluhopisy firem ABB, Adecco, Nestlé, Swisscom, Swiss Life Holding náleží do první skupiny dluhopisů, zatímco dluhopisy společností Credit Suisse, Julius Baer a UBS patří do druhé kategorie. Po dosazení do vzorců získáváme parametry α a β , které jsou zobrazeny v Tab. 4.4.

Tab. 4.4: Vypočtené parametry α a β

Parametr	Senior unsecured bonds	Senior subordinated bonds
α	0,3410	0,2385
β	0,3276	0,4508

4.2.4 Určení mezí pravděpodobnosti

V portfoliu se nacházejí dluhopisy se třemi výchozími ratingy, a to AA, A a BBB. Pomocí matice pravděpodobnosti přechodu určíme meze intervalů rozdělení

pravděpodobnosti dle Mertonova modelu na bázi normovaného normálního rozdělení $\Phi^{-1}(p_i)$ s využitím funkce v programu MS Excel *NORMSINV* (α). Meze přechodu pro vybrané ratingové stupně jsou zobrazeny v Tab. 4.5.

Tab. 4.5: Meze pravděpodobnosti přechodu mezi jednotlivými ratingovými kategoriemi

Rating na konci roku	Pravděpodobnost dle asset value modelu	AA	A	BBB
AA	$\Phi(Z_{AA}/\sigma) - \Phi(Z_A/\sigma)$	1,6829	1,6706	1,5285
A	$\Phi(Z_A/\sigma) - \Phi(Z_{BBB}/\sigma)$	-1,3414	1,5055	1,5189
BBB	$\Phi(Z_{BBB}/\sigma) - \Phi(Z_{BB}/\sigma)$	-2,4422	-1,5498	1,2798
BB	$\Phi(Z_{BB}/\sigma) - \Phi(Z_B/\sigma)$	-2,9290	-2,5241	-1,6696
B	$\Phi(Z_B/\sigma) - \Phi(Z_{CCC}/\sigma)$	-3,0618	-2,8338	-2,3535
CCC	$\Phi(Z_{CCC}/\sigma) - \Phi(Z_{Def}/\sigma)$	-3,3528	-3,1214	-2,7065
Default	$\Phi(Z_{Def}/\sigma)$	-3,5401	-3,1947	-2,8627

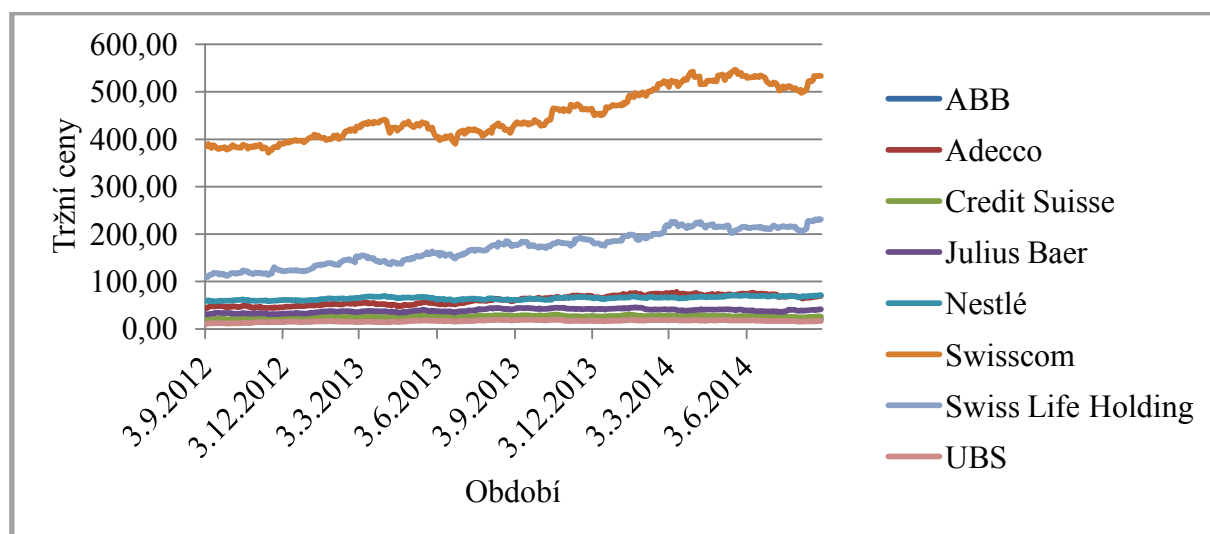
Tato Tab. 4.5 s hranicemi intervalů poslouží ke stanovení ratingového ohodnocení na konci období. Pokud hodnota vygenerované náhodné proměnné překročí stanovenou mez intervalu, dojde ke změně kreditního ohodnocení dluhopisu.

4.2.5 Odhad stupně závislosti mezi firmami

Dalším krokem je stanovení závislosti mezi emitenty pomocí kovariance a korelace. Všichni emitenti mají na švýcarské burze kótovány své akcie a je známa historická časová řada jejich cen za období od 1. 9. 2012 do 31. 8. 2014. V úvahu bereme jen míru výnosu způsobeného nárůstem tržní ceny akcie. Případná výše vyplacených dividend bude zanedbána.

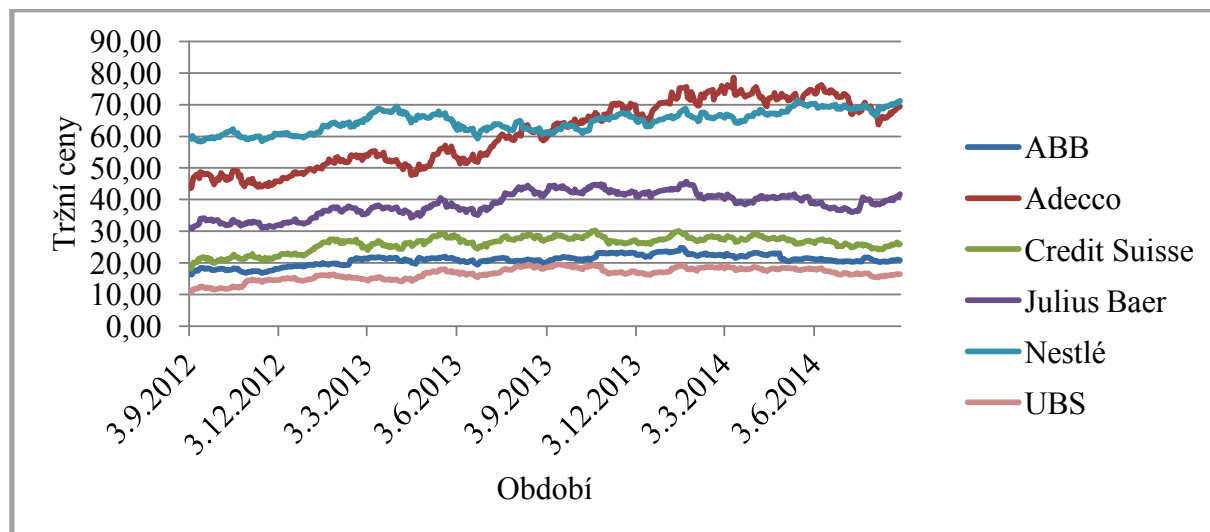
Z počátku je nutné pro zvolené akciové tituly sesbírat potřebná vstupní data. Ze statistik burzy SIX Swiss Exchange byly převzaty historické tržní ceny akcií u firem ABB, Adecco, Credit Suisse, Julius Baer, Nestlé, Swisscom, Swiss Life Holding a UBS. Kurzy akcií byly sledovány každý obchodní den po období dvou let. Hodnoty akcií pro jednotlivé dny jsou stanoveny jako jejich uzavírací kurzy pro daný obchodní den na švýcarské burze. Tržní ceny akcií jednotlivých firem jsou zobrazeny v Grafu 4.1 a jsou také v Příloze č. 1.

Graf 4.1: Vývoj tržních cen akcií v CHF za období od 1. 9. 2012 do 31. 8. 2014



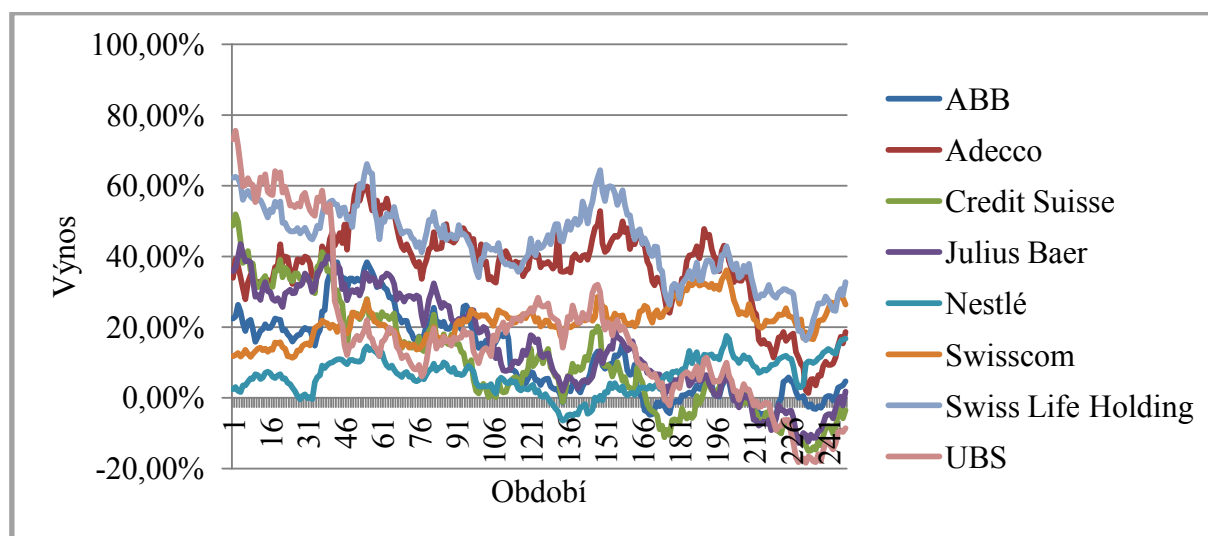
Akcie společností Swisscom a Swiss Life Holding jsou obchodovány za vyšší tržní ceny ve srovnání s ostatními společnostmi, proto si ještě zobrazíme vývoj akcií zbývajících šesti firem zvlášť, abychom mohli lépe pozorovat tyto změny cen v jiném měřítku. Vše je zachyceno v Grafu 4.2.

Graf 4.2: Vývoj tržních cen akcií v CHF za období od 1. 9. 2012 do 31. 8. 2014



Z dostupných tržních cen určíme hodnoty ročních výnosů na bázi diskrétního úročení podle vzorce (3.8). Kreditní riziko bude stanoveno v časovém horizontu jednoho roku, proto i výnosy budou stanoveny jako roční a změny jsou brány vzhledem k předchozímu roku. Hodnoty stanovených ročních výnosů najdeme v Grafu 4.2 a také jsou součástí Přílohy č. 2.

Graf 4.3: Roční výnosy



Poté sestavíme v Excelu kovarianční matici pomocí funkce $COVAR(\vec{R}_i, \vec{R}_j)$. Následuje propočtení korelační matice výnosů na bázi funkce Excelu $CORREL(\vec{R}_i, \vec{R}_j)$. Matice by mohly být sestaveny pomocí vzorců (3.12) a (3.13), nicméně mnohem jednodušším způsobem je využití funkcí. Kovarianční matice C je zobrazena v Tab. 4.5 a korelační matice R v Tab. 4.6.

Tab. 4.5: Kovarianční matice C

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
A1	0,0138	0,0091	0,0141	0,0154	0,0007	-0,0026	0,0087	0,0136
A2	0,0091	0,0146	0,0101	0,0117	-0,0009	0,0001	0,0098	0,0111
A3	0,0141	0,0101	0,0236	0,0204	-0,0011	-0,0046	0,0131	0,0295
A4	0,0154	0,0117	0,0204	0,0215	-0,0005	-0,0040	0,0121	0,0236
A5	0,0007	-0,0009	-0,0011	-0,0005	0,0024	0,0010	-0,0016	-0,0041
A6	-0,0026	0,0001	-0,0046	-0,0040	0,0010	0,0027	-0,0019	-0,0060
A7	0,0087	0,0098	0,0131	0,0121	-0,0016	-0,0019	0,0112	0,0165
A8	0,0136	0,0111	0,0295	0,0236	-0,0041	-0,0060	0,0165	0,0455

Tab. 4.6: Korelační matice R

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
A1	1,0000	0,6422	0,7816	0,8928	0,1292	-0,4209	0,7035	0,5417
A2	0,6422	1,0000	0,5440	0,6639	-0,1451	0,0202	0,7654	0,4326
A3	0,7816	0,5440	1,0000	0,9047	-0,1514	-0,5804	0,8032	0,8998
A4	0,8928	0,6639	0,9047	1,0000	-0,0659	-0,5291	0,7810	0,7545
A5	0,1292	-0,1451	-0,1514	-0,0659	1,0000	0,3772	-0,3050	-0,3877
A6	-0,4209	0,0202	-0,5804	-0,5291	0,3772	1,0000	-0,3545	-0,5430
A7	0,7035	0,7654	0,8032	0,7810	-0,3050	-0,3545	1,0000	0,7301
A8	0,5417	0,4326	0,8998	0,7545	-0,3877	-0,5430	0,7301	1,0000

Z Tab. 4.6 je zřejmé, že korelace mezi jednotlivými firmami existují. Jak lze vidět u některých emitentů je velká vzájemná závislost. Nejvyšší korelace se vyskytuje mezi vývojem akcie A3 a A4 a poté mezi vývojem ceny akcie A3 a A8. V prvním případě dosahuje hodnoty 0,9047 a jedná se o bankovní společnosti Credit Suisse a Julius Baer. Ve druhém případě dosahuje hodnoty 0,8998. Jedná se o firmy Credit Suisse a UBS. V obou případech je závislost pravděpodobně dána předmětem jejich podnikání. Velkou závislost vykazují také výnosy akcií u firem ABB a Julius Baer.

4.2.6 Situace na švýcarském trhu

Jednou z komponent při stanovení výnosových křivek je bezriziková sazba. Jako bezriziková sazba může být např. zvolena mezibankovní úroková sazba LIBOR. Protože jsou všechny dluhopisy denominovány ve švýcarských francích a časový interval je jednorocní, tak použitou sazbou může být 12 měsíční SWISS LIBOR. Jedná se vlastně o průměrnou úrokovou sazbu, za kterou si vybrané banky v Londýně na mezibankovním trhu navzájem poskytují úvěry ve švýcarských francích se splatností 12 měsíců. V Grafu 4.4 vidíme vývoj této sazby za léta 1989 až 2015.

Graf 4.4: Dlouhodobý vývoj CHF LIBOR 12M



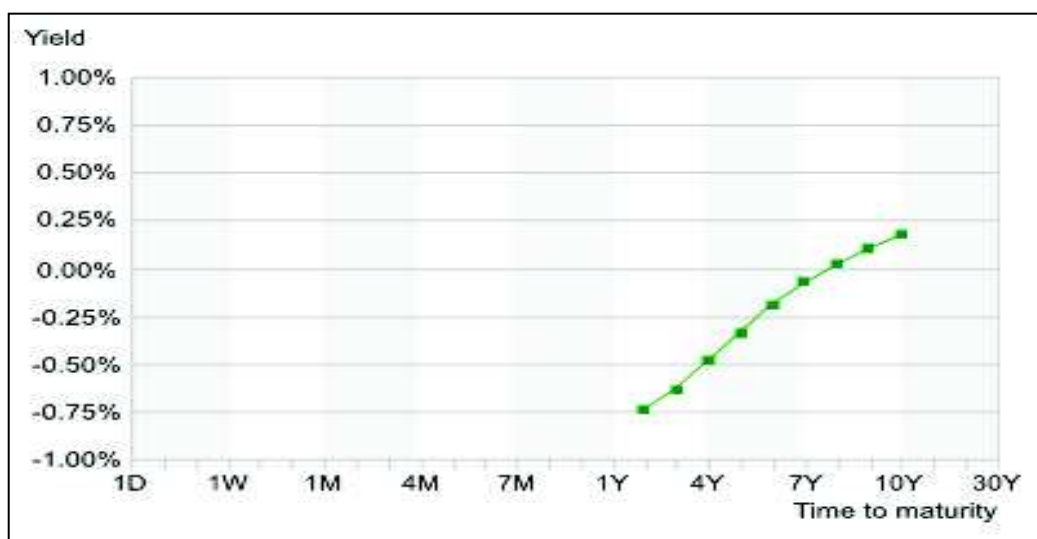
Zdroj: Global rates

Jak lze v Grafu 4.4 pozorovat, výše úrokové sazby CHF LIBOR 12M z dlouhodobého hlediska klesá a v roce 2015 dosáhla mírných záporných hodnot.

Další a pravděpodobně lepší možností, jak stanovit bezrizikovou výnosovou křivku, je odvození z výnosové křivky úrokových swapů IRS (Interest Rate Swap). Úrokový swap představuje výměnu peněžních toků, které jsou odvozeny od pevné nebo pohyblivé úrokové sazby, mezi smluvními stranami po dobu trvání obchodu. Dle Plánička (2011) jsou úrokové swapy ze všech derivátů nejoblíbenějším nástrojem pro řízení a hedging úrokového rizika, arbitráže či spekulaci na vývoj úrokových sazeb.

SIX Swiss Exchange zveřejňuje informace o vývoji křivky těchto instrumentů na švýcarském trhu. Vývoj výnosové křivky úrokových swapů k datu 15. 3. 2015 je zobrazen v Grafu 4.5.

Graf 4.5: Výnosová křivka úrokových swapů



Zdroj: SIX Swiss Exchange

Jak je patrné z Grafu 4.5, výnos dosahuje při kratších dobách do splatnosti záporných hodnot. Nicméně čím je větší doba do splatnosti, tak je i vyšší hodnota výnosu, která pak už u osmileté doby do splatnosti překračuje nulu a dostává se do kladných hodnot. Tyto hodnoty jsou ještě zobrazeny v Tab. 4.7.

Tab. 4.7: Hodnoty výnosů dle doby do splatnosti

Doba do splatnosti v letech	Hodnota výnosu v %
2	-0,731
3	-0,625
4	-0,48
5	-0,332
6	-0,18
7	-0,07
8	0,028
9	0,11
10	0,185

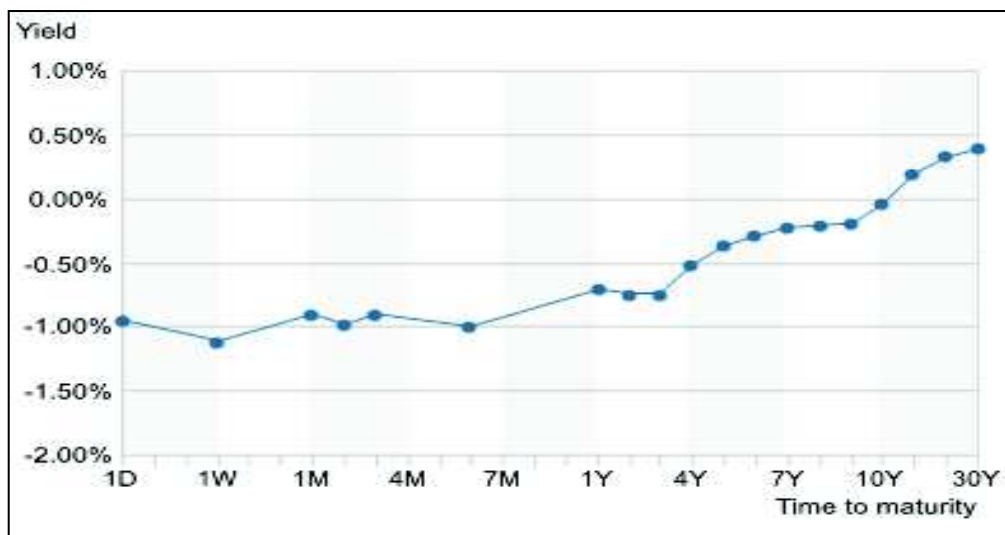
Zdroj: SIX Swiss Exchange

Z Tab. 4.7 vyplývá, že pro tyto swapy nebyla stanovena hodnota výnosu pro dobu do splatnosti jednoho roku, proto pro potřeby diplomové práce je tato hodnota stanovena odhadem na -0,773 %.

Pro přiblížení situace je také vhodné zmínit to, že v posledních letech i výnosy státních dluhopisů klesají do záporných hodnot. Švýcarský trh se státními dluhopisy se tak dostal

do zajímavé situace. Výnosová křivka švýcarských státních dluhopisů je vyobrazena v Grafu 4.6.

Graf 4.6: Výnosová křivka státních dluhopisů



Zdroj: SIX Swiss Exchange

Výnosy dosahují negativních hodnot, dokonce pro dluhopisy s delší dobou do splatnosti. V současné době už prodávají Švýcaři i desetiletý dluh s negativním výnosem, jak lze pozorovat v Grafu 4.6.

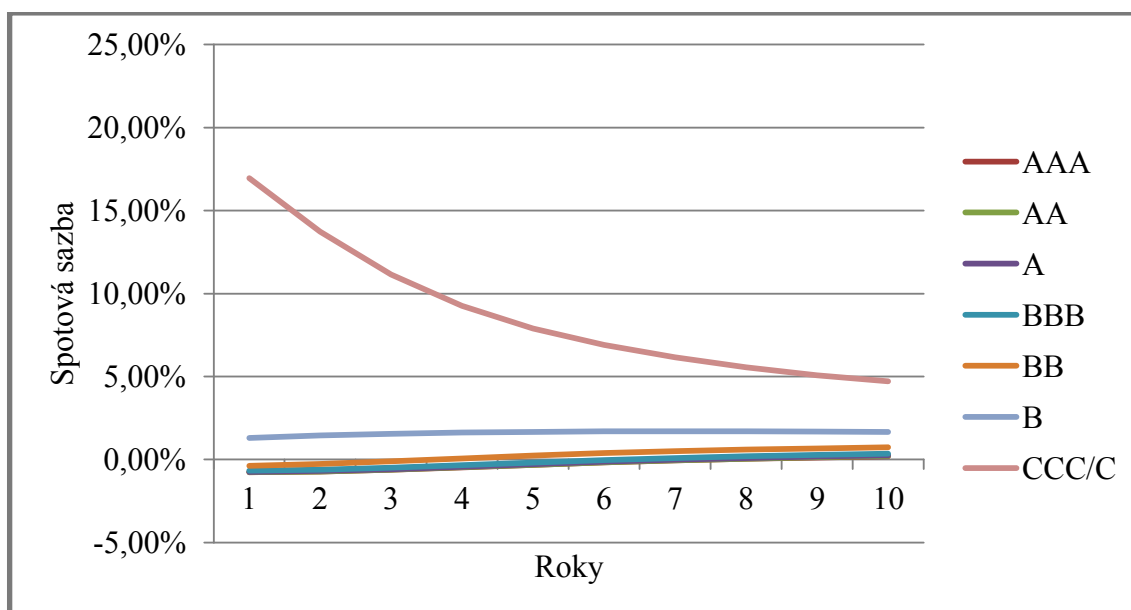
4.2.7 Odvození výnosových křivek

Ke konstrukci výnosových křivek je využit postup popsáný v kapitole třetí. Pro odvození výnosových křivek je potřeba znát bezrizikovou sazbu, míru návratnosti a víceleté přechodové matice, jejichž součástí jsou pravděpodobnosti defaultu. Víceleté matice jsou vypočítány umocněním jednoleté matice přechodu požadovaným exponentem. Míra návratnosti je pro dané dluhopisy různá, jelikož v portfoliu se nachází dluhopisy dvou seniorit. Míra návratnosti pro senior unsecured dluhopisy je 51 % a pro senior subordinated je 34,6 %.

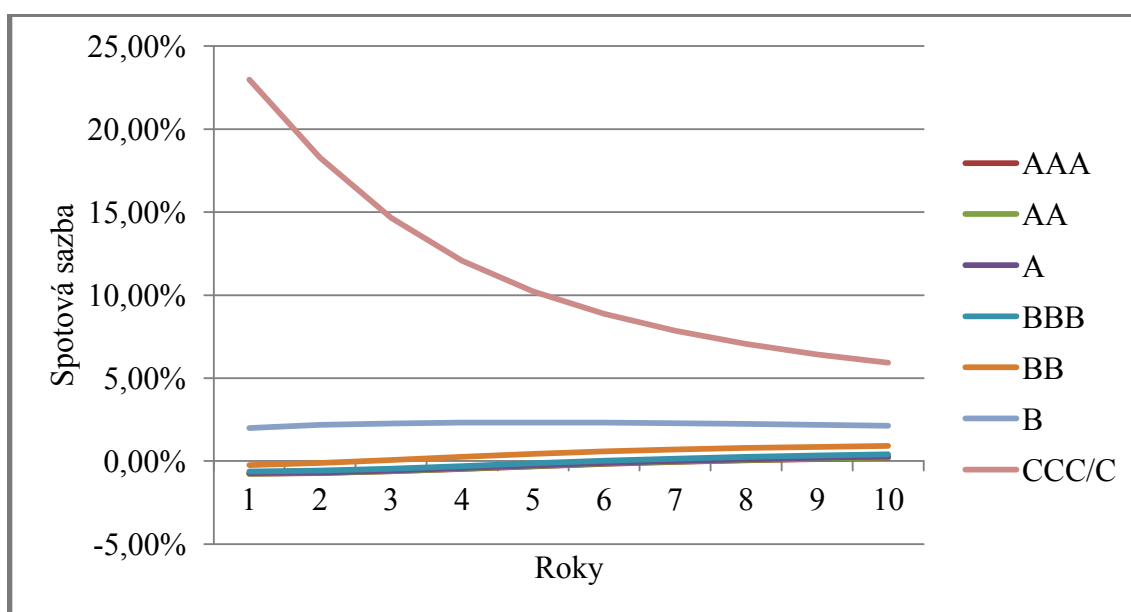
Pomocí těchto výše uvedených informací je možné stanovit výnosové křivky pro dluhopisy s různou splatností a ratingem. Pro odhad výnosových křivek se jeví jako vhodnější odvození z bezrizikové sazby úrokových swapů. Úrokové swapy jsou velmi likvidní a informace o jejich vývoji jsou dobře dostupné. Swapové sazby jsou často používány jako benchmark pro ostatní instrumenty s pevným výnosem a pro stanovení spotové výnosové křivky. Benchmark je vlastně metoda srovnávání hodnot.

Nejprve jsou tedy stanoveny přechodové matice pro následujících 10 let dle vzorců (3.14), (3.15) a (3.16). Tyto víceleté matice jsou součástí Přílohy č. 3. Nejdůležitější součástí těchto matic je poslední sloupec s pravděpodobnostmi defaultu v jednotlivých letech. Tyto pravděpodobnosti defaultu použijeme k výpočtu výnosových křivek a dosadíme do vzorců (3.18), (3.20) nebo (3.22). Tímto odhadneme okamžité úrokové sazby pro jednotlivá léta. Tyto spotové sazby pro jednotlivé ratingy a míry návratnosti jsou vyobrazeny v Grafech 4.7 a 4.8.

Graf 4.7: Spotové výnosové křivky pro míru návratnosti 51 %



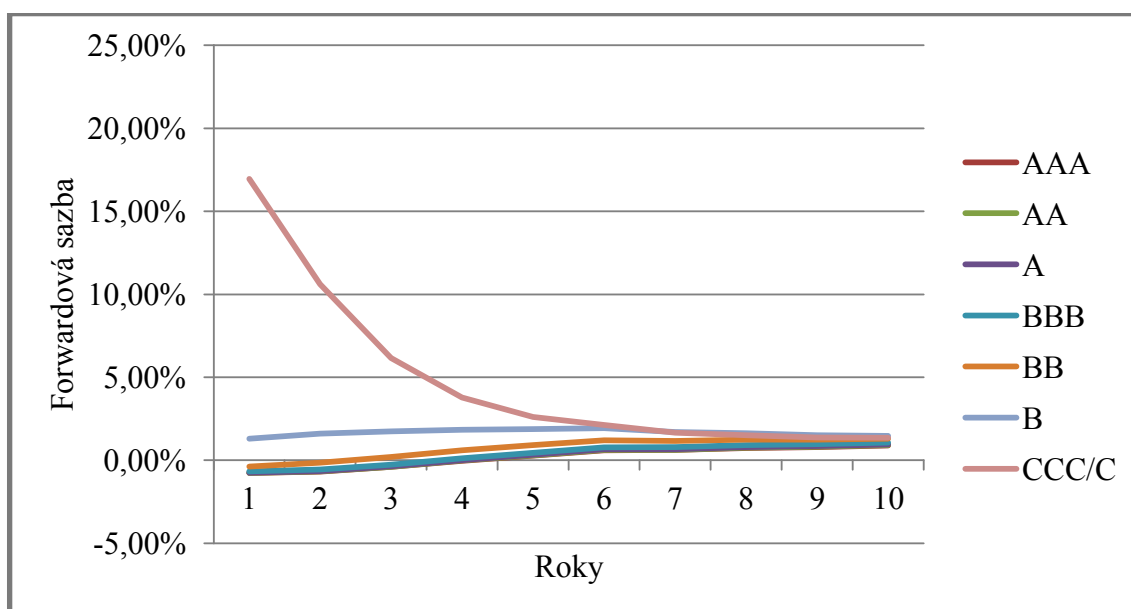
Graf 4.8: Spotové výnosové křivky pro míru návratnosti 34,6 %



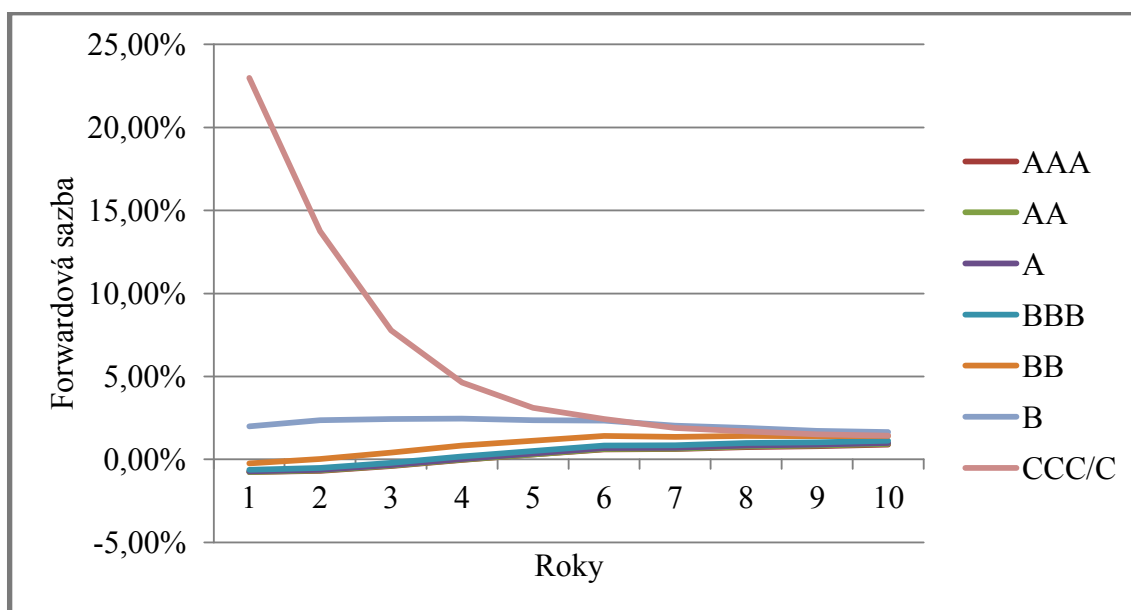
Výsledky ukazují rostoucí spotové sazby pro ratingy AAA až BB. Z Grafů 4.7 a 4.8 je zřejmé, že čím je horší rating, tím je vyšší spotový výnos a kreditní spread. Hodnoty spotových sazeb jsou obsaženy v Příloze č. 4.

Po odhadnutí okamžitých úrokových sazeb pro jednotlivá léta pak stanovíme forwardové sazby dle vzorce (3.4). Protože je potřeba stanovit hodnotu dluhopisů v budoucnosti k datu 31. 8. 2015, použijeme forwardové výnosové křivky. Výnosové křivky budou platné pro roční období začínající 1. 9. a končící 31. 8. následujícího roku. Protože portfolio obsahuje dluhopisy s různou senioritou, musí být zohledněna i tato skutečnost. Odhadnuté forwardové výnosové křivky pro jednotlivé ratingové stupně a dvě různé míry návratnosti jsou znázorněny v Grafech 4.9 a 4.10. Forwardové sazby jsou součástí Přílohy č. 5.

Graf 4.9: Forwardové výnosové křivky pro míru návratnosti 51 %



Graf 4.10: Forwardové výnosové křivky pro míru návratnosti 34,6 %



4.2.8 Propočet hodnoty dluhopisů

Vzhledem k tomu, že už byly stanoveny úrokové sazby a jsou známy všechny potřebné informace, lze propočít hodnotu dluhopisů pro každou ratingovou kategorii. Hodnota dluhopisů je stanovena jako současná hodnota jeho finančních toků dle vzorce (3.3). Výsledné hodnoty pro každý dluhopis a ratingový stupeň zachycuje Tab. 4.8. V této tabulce avšak nejsou obsaženy hodnoty pro případ úpadku. Hodnota takového dluhopisu je závislá na míře návratnosti a je určena náhodně za pomoci simulace.

Tab. 4.8: Hodnoty jednotlivých dluhopisů v CHF

	V_0	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC/C
B1	5102,50	5250,03	5248,82	5244,30	5228,19	5156,77	4929,92	4335,85
B2	5235,00	5383,80	5381,87	5375,11	5351,47	5253,58	5006,77	4626,97
B3	5510,00	5776,02	5772,01	5759,17	5716,34	5555,57	5234,77	4979,85
B4	5327,50	6483,92	6474,12	6449,31	6379,77	6184,40	5938,13	5883,66
B5	5442,50	5535,11	5533,14	5526,27	5502,25	5402,71	5150,59	4753,36
B6	5375,00	5427,10	5417,29	5395,93	5343,75	5225,48	5116,16	5131,53
B7	5145,00	5212,86	5210,04	5201,02	5170,84	5056,74	4824,82	4636,89
B8	5527,50	5836,51	5833,77	5824,22	5790,93	5654,16	5316,83	4834,54

V prvním sloupci V_0 je uvedena hodnota dluhopisů k 1. 9. 2014 a dále jsou v Tab. 4.8 uvedeny hodnoty dluhopisů na konci jednoho období pro různé ratingové kategorie. Hodnoty dluhopisů klesají se snižující se kvalitou ratingu.

4.3 Aplikace metody Monte Carlo

Pro nalezení výsledného rozdělení pravděpodobnosti dluhového portfolia je nezbytné provést simulaci Monte Carlo. Metodou Monte Carlo budeme generovat 10000 scénářů.

Pomocí *Generátoru pseudonáhodných čísel* vygenerujeme vektor nezávislých náhodných proměnných $\vec{\varepsilon}$ z normovaného normálního rozdělení. Část tohoto vektoru je součástí Přílohy č. 6. Dále je zapotřebí zohlednit korelace mezi jednotlivými dlužníky, a to pomocí Choleskeho matice. Vzhledem k počtu prvků Choleskeho matice by bylo počítání dle vzorců náročnější, proto je zde využito funkce *CHOL* v aplikaci MS Excel, která je součástí doplňků v balíčku *Real Statistics Resource Pack*. Choleskeho matice je zobrazena v Tab. 4.9.

Tab.4.9: Choleskeho matice

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
B1	1,0000	0,6422	0,7816	0,8928	0,1292	-0,4209	0,7035	0,5417
B2	0	0,7665	0,0548	-0,2975	0,3789	0,3789	0,4091	0,1105
B3	0	0	0,6214	0,3225	-0,3799	-0,4382	0,3716	0,7570
B4	0	0	0	0,2914	-0,0811	-0,1946	-0,0524	0,0469
B5	0	0	0	0	0,8625	0,4198	-0,1591	-0,1547
B6	0	0	0	0	0	0,5227	0,0115	0,0935
B7	0	0	0	0	0	0	0,4140	-0,0018
B8	0	0	0	0	0	0	0	0,2940

Po propočtení Choleskeho matice následuje výpočet vektoru závislých náhodných proměnných $\vec{\varepsilon}$ dle vzorce (3.25). Závislé náhodné hodnoty najdeme v Příloze č. 7. K těmto generovaným náhodným proměnným je poté přiřazen ratingový stupeň. Pro určení ratingu se dá použít přiřazovací funkce *VVYHLEDAT*, která má 4 parametry ($\vec{\varepsilon}$; *Tabulka*; *Řádek*; *PRAVDA*). První položka $\vec{\varepsilon}$ představuje náhodnou proměnnou, *Tabulka* je oblast mezních hodnot s prvním řádkem těchto hodnot, *Řádek* představuje číslo řádku pro označení hodnoty intervalu, *PRAVDA* znamená, že se bere největší menší hodnota k dané proměnné. Ratingy pro jednotlivé scénáře a dluhopisy jsou zobrazeny v Příloze č. 10.

Poté jsou generovány náhodné proměnné z rovnoměrného rozdělení $R(0;1)$ prostřednictvím *Generátoru pseudonáhodných čísel*. Následně určíme náhodné proměnné q z beta rozdělení pomocí inverzní transformace. K tomuto účelu je využita funkce v Excelu *BETAINV* ($r; \alpha; \beta$), kde r je vygenerovaná náhodná proměnná z rovnoměrného rozdělení, α a β jsou už dříve vypočtené parametry beta rozdělení. Tyto kroky jsou součástí Příloh č. 8 a 9.

Poté, co přiřadíme příslušné ratingy, určíme hodnoty dluhopisů pro jednotlivé scénáře. Tohoto je dosaženo s použitím funkce *KDYŽ* s více podmínkami. Pro ratingové stupně AAA a CCC/C je přidělena hodnota z Tab. 4.8. U defaultu se předpokládá, že hodnota je určena náhodně z beta rozdělení jako součin nominální hodnoty a simulované míry návratnosti. Všechny tyto podmínky jsou zahrnuty do funkce *KDYŽ*. Výsledným ratingům jsou přiřazeny hodnoty, které najdeme v Příloze č. 11.

4.4 Řešení a interpretace výsledků

Následně vypočteme změnu hodnoty portfolia a graficky znázorníme rozdělení pravděpodobnosti výnosu portfolia. Dopočítáme parametry rozdělení pravděpodobnosti, a to střední hodnotu ztráty, směrodatnou odchylku, hodnotu VaR a ekonomický kapitál na 5 % hladině významnosti. Střední hodnotu stanovíme v Excelu pomocí funkce *PRŮMĚR*. Záporná hodnota průměru je potom střední hodnota ztráty. Rozptyl určíme pomocí funkce *VAR.VÝBĚR* a z odmocniny rozptylu získáváme směrodatnou odchylku. Pro výpočet VaR lze využít funkce *PERCENTIL* na různých hladinách pravděpodobnosti. Ekonomický kapitál se určí dle vzorce (3.36). Tyto stanovené parametry daného portfolia se nacházejí v Tab. 4.10.

Tab. 4.10: Vypočtené parametry portfolia dluhopisů

Parametr	Hodnota v CHF
Střední hodnota ztráty	-2031,84
Směrodatná odchylka	424,87
VaR 5%	-1906,44
Ekonomický kapitál 5%	125,40

Na základě generování 10000 náhodných scénářů a modelování náhodné změny hodnoty portfolia byly vypočteny parametry rozdělení pravděpodobnosti, které jsou součástí Tab. 4.10. V daném případě střední hodnota ztráty je -2031,84 CHF, směrodatná odchylka je 424,87 CHF, Value at Risk na 5% hladině pravděpodobnosti je -1906,44 CHF. Zjištěná hodnota VaR znamená, že predikovaná ztráta s pravděpodobností 5 % bude větší než -1906,44 CHF a alternativně lze konstatovat, že zisk s pravděpodobností 5 % bude menší než 1906,44 CHF. Hodnota ekonomického kapitálu pro 5% hladinu pravděpodobnosti činí 125,40 CHF. Investor by měl držet kapitál minimálně v této výši, aby byl schopen pokrýt případnou neočekávanou ztrátu. Tyto hodnoty jsme získali na základě porovnání hodnoty portfolia na začátku sledovaného

období, tedy k 1. 9. 2014 a jehož hodnota byla 42665 CHF, a nasimulovaných hodnot portfolia na konci sledovaného období, tedy k 31. 8. 2015.

Pro srovnání si ještě určíme, jaké by byly hodnoty VaR a ekonomického kapitálu na 10% a 1% hladině významnosti. Tyto hodnoty jsou součástí Tab. 4.11.

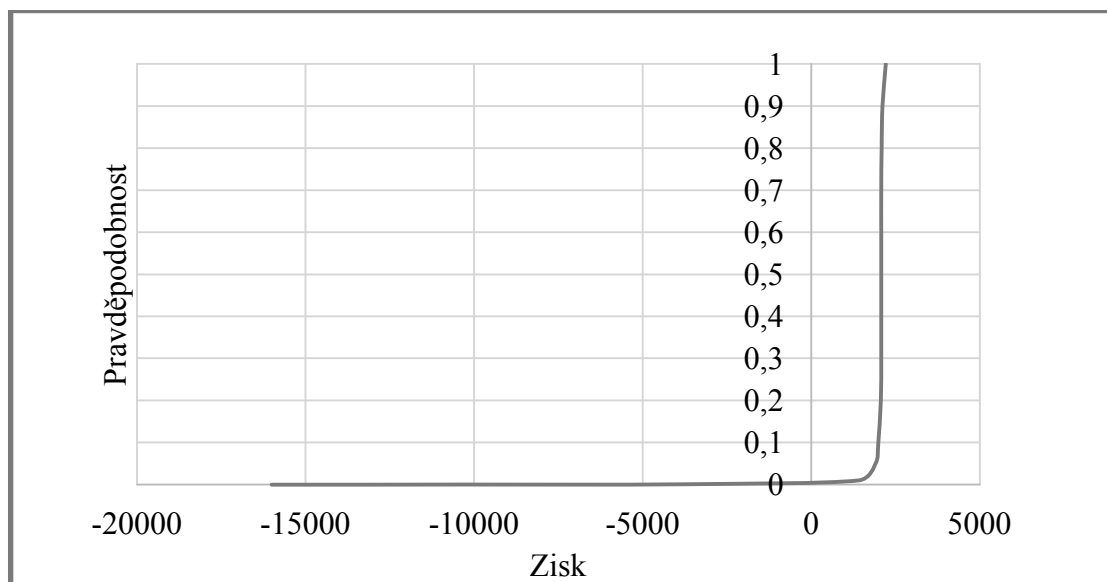
Tab. 4.11: Hodnoty VaR a ekonomického kapitálu na různých hladinách pravděpodobnosti

Parametr	Hodnota v CHF
VaR 10%	-1987,29
Ekonomický kapitál 10%	44,56
VaR 1%	-1404,65
Ekonomický kapitál 1%	627,19

Na 10% hladině významnosti VaR činí -1987,27 CHF a ekonomický kapitál je 44,56 CHF. Na 1% hladině pravděpodobnosti VaR činí -1404,65 CHF a velikost ekonomického kapitálu je 627,19 CHF.

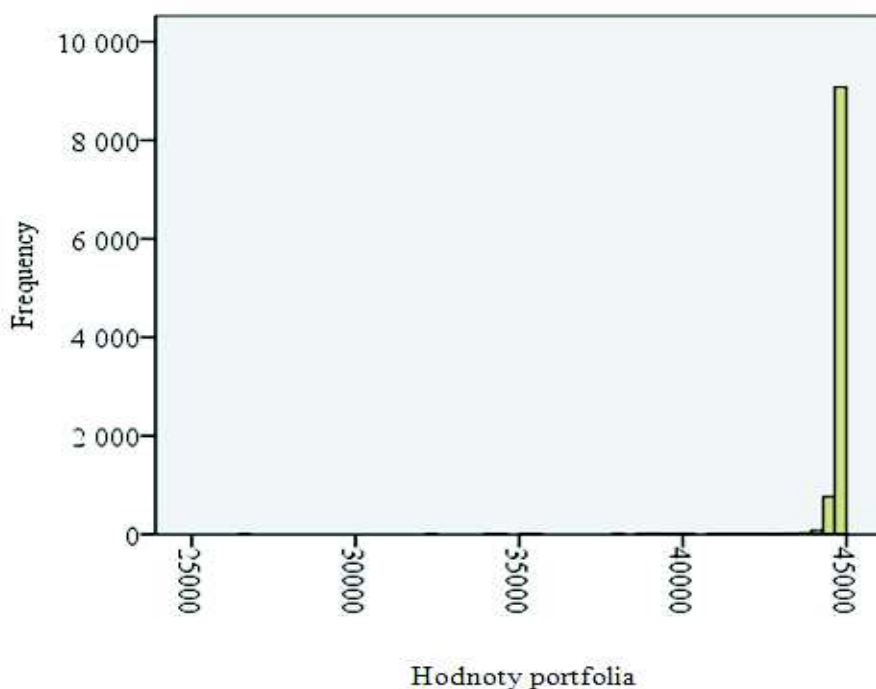
Rozdělení pravděpodobnosti portfolia dluhopisů (distribuční funkci) znázorníme graficky pro portfolio zjištěné na hladině významnosti 5 %. V grafu lze pozorovat kumulovanou pravděpodobnost změn hodnoty portfolia.

Graf 4.11: Rozdělení pravděpodobnosti dluhového portfolia (distribuční funkce)



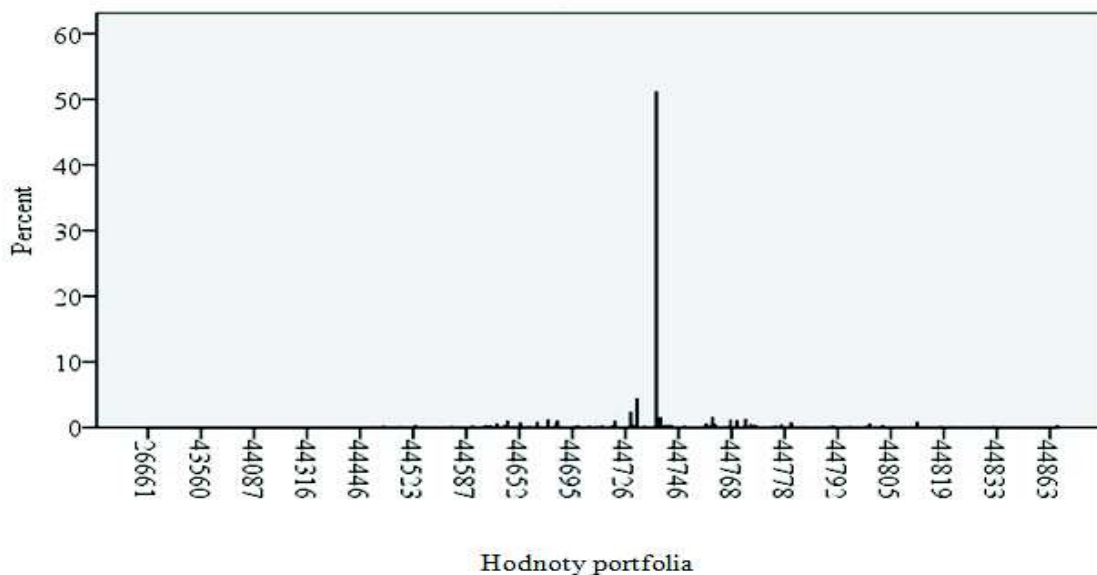
Pro další dvě grafická znázornění bylo využito programu IBM SPSS Statistics. Samotné hodnoty portfolia a jeho četnosti jsou zobrazeny v histogramu v Grafu 4.9. Na vodorovné ose se nachází hodnoty portfolia na konci období a na svislé ose četnosti.

Graf 4.9: Histogram



Rozdělení pravděpodobnosti hodnot portfolia je zobrazeno v Grafu 4.10, kdy na horizontální ose jsou hodnoty portfolia a na vertikální ose pravděpodobnost.

Graf 4.10: Rozdělení pravděpodobnosti hodnot portfolia



Z grafů je zřejmé, že rozdělení pravděpodobnosti kreditního rizika je asymetrické a charakteristické těžkým koncem, který je typickým znakem. Znamená to, že s vysokou pravděpodobností budou dluhy splaceny a s malou pravděpodobností může dojít ke znatelným

ztrátám. Takový vývoj portfolia je způsoben pravděpodobně skutečností, že do portfolia byly zahrnuty převážně dluhopisy s vysokým ratingovým ohodnocením investičního stupně. S vysokou pravděpodobností hodnota portfolia bude větší než na začátku období a portfolio bude ziskové. Nejnižší možná hodnota portfolia na konci období činí 26661 CHF a naopak nejvyšší možná hodnota portfolia dosahuje výše 44874 CHF. Sestavené portfolio je spíše typické pro investora, který investuje do kvalitních a stabilních dluhopisů velkých společností.

Jak už bylo zmíněno, směrodatná odchylka nemusí být vždy nejvhodnějším parametrem k měření rizika. Jednotlivé dluhopisy se na celkovém riziku podílí odlišnou měrou, proto je vhodné stanovit i marginální riziko. Marginální riziko pro vybraný dluhopis se stanoví jako rozdíl směrodatné odchylky celkového portfolia a směrodatné odchylky neobsahující daný dluhopis. Rizika jednotlivých dluhopisů jsou uvedeny v Tab. 4.12.

Tab. 4.12: Riziko obligací

	Střední hodnota	Směrodatná odchylka v CHF	Směrodatná odchylka v %	Marginální odchylka v CHF	Marginální odchylka v %
B1	5242,76	18,24	0,35%	7,60	0,14%
B2	5341,69	171,42	3,21%	80,73	1,51%
B3	5754,61	104,16	1,81%	56,78	0,99%
B4	6442,61	126,36	1,96%	47,98	0,74%
B5	5530,29	70,26	1,27%	6,78	0,12%
B6	5391,15	107,48	1,99%	12,65	0,23%
B7	5162,00	164,03	3,18%	96,15	1,86%
B8	5831,73	64,13	1,10%	19,58	0,34%

Marginální riziko dluhopisu by mělo být nižší než riziko jednotlivých obligací, do kterých by investor investoval samostatně. Důvodem této skutečnosti je, že by měl v portfoliu platit diversifikační efekt. Jak lze pozorovat v Tab. 4.12, diverzifikační efekt je zde patrný. Nejvyšší směrodatnou odchylku vykazují dluhopisy firem Adecco a Swiss Life Holding. Nejméně rizikovým je dluhopis společnosti ABB.

Nejvyšší marginální směrodatnou odchylku mají opět obligace společností Adecco a Swiss Life Holding. Toto je pravděpodobně způsobeno jejich výchozím ratingem, který je BBB. Nejmenší marginální směrodatnou odchylku má dluhopis firmy Nestlé, který přispívá nejméně k celkovému riziku portfolia. Jeho výchozí rating je AA. Nízkým podílem na celkovém riziku dále přispívají obligace ABB a Swisscom.

4.5 Shrnutí

Držba dluhopisů je spojena s určitou výší kreditního rizika. V praktické části bylo dosaženo stanovení kreditního rizika pro portfolio vybraných dluhopisů obchodovaných na SIX Swiss Exchange. S využitím metodologie CreditMetrics bylo stanoveno rozdělení pravděpodobnosti dluhového portfolia a také byly vypočteny parametry pravděpodobnosti.

Do portfolia bylo zahrnuto osm podnikových dluhopisů. Jednalo se o dluhopisy firem Nestlé a UBS s výchozím ratingem AA, dále o dluhopisy společností ABB, Credit Suisse, Julius Baer a Swisscom s výchozím ratingem A. Nakonec zde byly zařazeny dluhopisy firem Adecco a Swiss Life Holding s výchozím ratingem BBB. Tyto všechny ratingové kategorie se řadí mezi investiční stupně. Vzhledem k tomu, že v portfoliu jsou obsaženy obligace s vysokým ratingovým ohodnocením, portfolio by mělo být méně rizikové. Graficky se potvrdilo, že portfolio bude s velkou pravděpodobností ziskové a s malou pravděpodobností portfolio může generovat vyšší ztráty.

Toto portfolio nám také umožnilo ohodnotit podíl každého samostatného dluhopisu na celkovém riziku. Výsledkem analýzy rizika je, že nejvíce k celkovému riziku portfolia přispívají dluhopisy Adecco a Swiss Life Holding.

5 Závěr

Pod rizikem si představujeme něco nepříznivého, něco co může nastat, ale nemusí. O hrozící nepříznivé události již něco víme předem, známe její pravděpodobnost, tudíž jsme schopni si o ní udělat nějakou představu a toto riziko měřit. Riziko je vždy nějakým způsobem spojeno s pravděpodobností. Mezi nejstarší a nejdůležitější riziko, které se ve financích vyskytuje, se řadí kreditní riziko.

Investice do dluhopisů s sebou nese zejména kreditní, úrokové a likvidní riziko. Právě na jedno z nich je zaměřena tato práce. Při rozhodování o investici je nutné vždy zvažovat kreditní postavení dlužníka. Kreditní riziko spočívá v tom, že se emitent dluhopisu dostane do úpadku, následkem čehož budou jím emitované investiční nástroje znehodnoceny. Negativní vliv na hodnotu investičních nástrojů může mít i snížení ratingu emitenta. V takových případech musí investor počítat s tím, že může ztratit kapitál investovaný do těchto investičních nástrojů.

Cílem práce bylo stanovení kreditního rizika portfolia osmi dluhopisů obchodovaných na švýcarské burze SIX Swiss Exchange pomocí metodologie CreditMetrics pro období jednoho roku.

Diplomová práce byla rozdělena do pěti kapitol, z nichž první byla úvod a poslední závěr. V rámci druhé kapitoly byl na jejím začátku vysvětlen pojem riziko. Dále zde byla charakterizována finanční rizika se zaměřením na kreditní riziko. Pozornost byla věnována popisu jednotlivých kategorií kreditního rizika, jeho specifikům a instrumentům, které mu jsou vystaveny. Dále byly přiblíženy kreditní modely, díky kterým je možné riziko měřit a řídit. V závěrečné části kapitoly byl vymezen rating a byly zde zmíněny nejznámější ratingové agentury.

Ve třetí kapitole byl popsán postup při aplikaci metodologie CreditMetrics. Začali jsme s uvedením informací o získání výchozích dat, které je nutné vložit do modelu. Vysvětlili jsme jednotlivé součásti modelu. Dále byly v kapitole uvedeny způsoby stanovení korelace mezi emitenty. Následovalo vysvětlení metody pro stanovení výnosových křivek a postupu pro ocenění dluhopisů. Poté byl objasněn simulační přístup a kalkulace Choleskeho matice. V závěru kapitoly jsme popsali možnosti interpretace výsledků.

Ve čtvrté kapitole byly aplikovány jednotlivé kroky pro stanovení kreditního rizika dle metodologie CreditMetrics. Bylo vytvořeno portfolio skládající se z osmi podnikových obligací obchodovaných na švýcarské burze. Od každého emitenta byl v portfoliu obsažen

jeden dluhopis o nominální hodnotě 5000 CHF. Emitenty byly společnosti ABB, Adecco, Credit Suisse, Julius Baer, Nestlé, Swisscom, Swiss Life Holding a UBS. Rizikový horizont byl stanoven na období od 1. 9. 2014 do 31. 8. 2015. Nezbytné informace o jednotlivých dluhopisech byly získány na webových stránkách burzy. Odtud byly také převzaty tržní ceny akcií jednotlivých emitentů k sestavení kovariační a korelační matice. V této kapitole jsme se také stručně seznámili s jednotlivými emitenty. Dalším zdrojem informací byly ratingové agentury, převážně Standard & Poor's, ale i Moody's. Bylo potřeba stanovit prahové hodnoty k zachycení změn ratingového stupně. Dále bylo zapotřebí stanovit výnosové křivky, které byly základem pro ocenění dluhopisů. Jednou ze složek při stanovení výnosových křivek je bezriziková sazba. Bezriziková sazba byla odvozena pomocí úrokových swapů. Ve Švýcarsku jsme se setkali se zvláštní situací. Výnosové sazby dosahovaly i záporných hodnot. V závěru kapitoly následovala simulace Monte Carlo. S pomocí všech nezbytných dat a komponent modelu bylo stanoveno kreditní riziko. Na této úloze byl prezentován propoččet vlivu kreditního rizika na finanční toky.

Pro portfolio byly vypočteny parametry rozdělení pravděpodobnosti. Na konci sledovaného časového horizontu střední hodnota ztráty portfolio byla -2031,84 CHF se směrodatnou odchylkou 424,87 CHF. Value at Risk na 5% hladině pravděpodobnosti činí -1906,44 CHF, což znamená, že s 5% pravděpodobností bude ztráta z portfolio vyšší než -1906,44 CHF. Ekonomický kapitál pro 5% hladinu pravděpodobnosti, který by měl investor držet ke krytí neočekávaných ztrát, je 125,40 CHF. Během výpočtů se došlo k závěru, že s velmi vysokou pravděpodobností bude portfolio ziskové, zatímco pouze s malou pravděpodobností bude dosahováno relativně vysoké ztráty. Tím se potvrdilo asymetrické rozložení kreditního rizika. V portfoliu se nachází kvalitní dluhopisy. Nicméně mezi dluhopisy, které se podílejí na celkovém riziku nejvíce, se zařadily dva dluhopisy s ratingovým ohodnocením BBB. Jednalo se o emitenty Adecco a Swiss Life Holding.

Na závěr lze konstatovat, že kreditní riziko je potřeba řídit, aby bylo možné lépe generovat zisk a snížit případné budoucí ztráty. Výsledky metodologie CreditMetrics mohou sloužit jako nástroj pro optimalizaci dluhových portfolií.

Seznam použité literatury

Odborná literatura

- [1] ALEXANDER, Carol. *Market risk analysis*. Chichester: Wiley, 2008, 449 s. ISBN 978-0-470-99788-84.
- [2] AMBROŽ, Luděk. *Měření rizika ve financích*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2011, 232 s. ISBN 978-80-86929-76-7.
- [3] BLUHM, Christian, Ludger OVERBECK and Christoph WAGNER. *An Introduction to Credit Risk Modeling*. CRC Press, 2010. 297 s. ISBN 1-58488-326-X. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=XnORdlJax4cC&printsec=frontcover&dq=Christian+Bluhm,+Ludger+Overbeck,+Christoph+Wagner+isbn&hl=cs&sa=X&ei=c1H_VPP4LubGygPIq4GgAQ&ved=0CB8Q6AEwAA#v=onepage&q=Christian%20Bluhm%2C%20Ludger%20Overbeck%2C%20Christoph%20Wagner%20isbn&f=false
- [4] CIPRA, Tomáš. *Kapitálová přiměřenost ve financích a solventnost v pojišťovnictví*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2002, 271 s. ISBN 80-86119-54-8.
- [5] FABOZZI, Frank J., Lionel MARTELLINI and Philippe PRIAULET. *Advanced Bond Portfolio Management: Best practices in Modeling and Strategies*. Hoboken, N.J.: Wiley, 2006. 558 s. ISBN 978-0-471-67890-8.
- [6] JÍLEK, Josef. *Finanční rizika*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000, 635 s. ISBN 80-7169-579-3.
- [7] KLUIBER, Zdeněk a František FABIAN. *Metoda Monte Carlo a možnosti jejího uplatnění*. 1. vyd. Praha: Prospektrum, 1998, 148 s. ISBN 80-7175-058-1.
- [8] LANDO, David. *Credit risk modeling: theory and applications*. Princeton: Princeton University Press, 2004, 310 s. ISBN 0-691-08929-9.
- [9] MCNEIL, Alexander, Rüdiger FREY and Paul EMBRECHTS. *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools*. Princeton University Press. 2005, 538 s. ISBN 0-691-12255-5.
- [10] MUSÍLEK, Petr. *Trhy cenných papírů*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2002, 459 s. ISBN 80-86119-55-6.
- [11] POLOUČEK, Stanislav. *Bankovníctví*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2013, 480 s. ISBN 978-80-7400-491-9.
- [12] SCHLÄFER, Timo. *Recovery Risk in Credit Default Swap Premia 2*. Gabler, 2011, 131 s. ISBN 978-3-8349-2844-3.

- [13] TICHÝ, Milík. *Ovládání rizika: analýza a management*. 1. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2006, 396 s. ISBN 80-7179-415-5.
- [14] VINŠ, Petr a Václav LIŠKA. *Rating*. 1. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2005, 109 s. ISBN 80-7179-807-x.
- [15] ZMEŠKAL, Zdeněk, Dana DLUHOŠOVÁ a Tomáš TICHÝ. *Finanční modely: koncepty, metody, aplikace*. 3. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ekopress. 2013, 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

Články v odborném časopise nebo ve sborníku z konference

- [16] DLUHOŠOVÁ, Dana. *Řízení a modelování finančních rizik: sborník vybraných příspěvků*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Ekonomická fakulta, 2006, s.198-208. ISBN 80-248-1159-6
- [17] PLÁNIČKA, Pavel. Stanovení bezrizikové výnosové křivky ve výnosovém oceňování podniků za použití IRS. *8th International scientific conference Financial management of firms and financial institutions*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Ekonomická fakulta, 2011. Dostupné z: http://www.ekf.vsb.cz/export/sites/ekf/frpfi/cs/prispevky/prispevky_plne_verze/Plxnicka.Pavelupr.pdf
- [18] RESTI, Andrea. European Banks and the CreditMetrics Model: Can we make its implementation easier? In: *Papers and Proceedings: Euro working group on financial modelling 24th meeting*. Valencia, 1999, s. 525-554.

Elektronické dokumenty a ostatní

- [19] ABB. *About ABB* [online]. ABB [5. 10. 2014]. Dostupné z: <http://new.abb.com/about>
- [20] Adecco. *O Adecco* [online]. Adecco [5. 10. 2014]. Dostupné z: <http://www.adecco.cz/o-adecco.html>
- [21] Credit Suisse. *About Us* [online]. Credit Suisse [5. 10. 2014]. Dostupné z: <https://www.credit-suisse.com/ch/en.html>
- [22] ČESKÁ EXPORTNÍ BANKA. *Úrokový swap* [online]. ČEB [10. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.ceb.cz/co-delame/treasury-produkty/urokovy-swap/>
- [23] ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Přehled úvěrových modelů* [online]. ČNB [5. 1. 2015]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cs/verejnost/pro_media/clanky_rozhovory/media_2002/cl_02_020418b.html

- [24] EAMOS. *Úvěry* [online]. eAMOS [15. 10. 2014]. Dostupné z: http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat_spo/externi/kat_spo_2966/7/kap75.html
- [25] FINANCE.CZ. *Investice naruby: Negativní výnosy státních dluhopisů* [online]. Finance.cz [15. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/358596-investice-naruby-negativni-vynosy-statnich-dluhopisu/>
- [26] FITCH RATINGS. *About us* [online]. Fitch Ratings [15. 11. 2014]. Dostupné z: <https://www.fitchratings.com/web/en/dynamic/about-us/about-us.jsp>
- [27] FXSTREET. *Rating - S&P, Moody's a Fitch* [online]. FXStreet.cz [18. 12. 2014]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/rating-sp-moodys-a-fitch.html>
- [28] GLOBAL RATES. *12 month Swiss franc LIBOR interest rate* [online]. Global Rates [25. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.global-rates.com/interest-rates/libor/swiss-franc/chf-libor-interest-rate-12-months.aspx>
- [29] GRONYCHOVÁ, Marcela. *Měření kreditního rizika, model CreditMetrics* [online]. Actuaria [25. 1. 2015]. Dostupné z: <http://www.actuaria.cz/upload/Kreditni%20riziko.pdf>
- [30] GUPTON, Greg M., Christopher C. FINGER and Mickey BHATIA. *CreditMetrics™*-Technical Document. New York: J. P. Morgan & Co. Incorporated, 2 April 1997. Dostupné z: <http://www.macs.hw.ac.uk/~mcneil/F79CR/CMTD1.pdf>
- [31] ICOMPLEX. *ESMA zveřejnila tržní podíly ratingových agentur v EU* [online]. iComplex [15. 11. 2014]. Dostupné z: <http://icomplex.blogspot.cz/2013/12/esma-zverejnila-trzni-podily.html>
- [32] NESTLÉ. *About Us* [online]. Nestlé [5. 10. 2014]. Dostupné z: <http://www.nestle.com/aboutus>
- [33] NOVÁK, Václav. *Stanovení kreditního rizika portfolia obligací obchodovaných na LSE dle metody CreditMetrics*. Ostrava, 2013. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta ekonomická, Katedra financí.
- [34] MFF UK. *Přehled pravděpodobnostních rozdělení* [online]. MFF UK [15. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.karlin.mff.cuni.cz/~pesta/NMFM301/rozdeleni.pdf>
- [35] MOODY'S. *Moody's Corporation* [online]. Moody's [15. 11. 2014]. Dostupné z: <https://www.moodys.com/Pages/atc.aspx>

- [36] LUMINA. *Risk Management and VaR – Not Safe for Everybody?* [online]. Lumina [16. 2. 2015]. Dostupné z: <http://decision-analytics-blog.lumina.com/risk-assessment/risk-management-and-var-not-safe-for-everybody/>
- [37] PRO INVESTORY. *Dluhopisová bublina, která jednou splaskne* [online]. Pro investory [16. 3. 2015]. Dostupné z: <http://proinvestory.cz/dluhopisova-bublina-ktera-jednou-splaskne>
- [38] SIKOROVÁ, Tereza. *Stanovení kreditního rizika pomocí metodologie CreditMetrics na portfoliu dluhových aktiv* Ostrava, 2009. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta ekonomická, Katedra financí.
- [39] SIX SWISS EXCHANGE. *Bonds* [online]. Six Swiss Exchange [25. 11. 2014]. Dostupné z: http://www.six-swiss-exchange.com/bonds/overview_en.html
- [40] STANDARD & POORS. *Default, Transition, and Recovery: 2013 Annual Global Corporate Default Study And Rating Transitions* [online]. Maalot [18. 12. 2014]. Dostupné z: <http://www.maalot.co.il/publications/FTS20140324161422.pdf>
- [41] STANDARD & POORS. *Ratings Services* [online]. S&P [25. 11. 2014]. Dostupné z: http://www.standardandpoors.com/en_US/web/guest/home
- [42] STANDARD & POORS. *Default, Transition, and Recovery: Recovery Study (U.S.): Are Second Liens and Senior Unsecured Bonds Losing Ground As Recoveries Climb?* [online]. Scribd [25. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/191902992/Untitled>
- [43] SWISS LIFE HOLDING. *Profil Swiss Life* [online]. Swiss Life [5. 10. 2014]. Dostupné z: <http://www.swisslifeselect.cz/cs/home/onas/prehled.html>
- [44] REAL STATISTICS. *Cholesky Decomposition* [online]. Real Statistics [10. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.real-statistics.com/linear-algebra-matrix-topics/cholesky-decomposition/>
- [45] TRHY.MĚŠEC. *Finanční deriváty: obchodujte s počasím, pojistkami a exotikou* [online]. Trhy.měsec.cz [5. 11. 2014]. Dostupné z: <http://trhy.mesec.cz/clanky/financi-derivaty-obchodujte-s-pocasim-pojistkami-a-exotikou/>
- [46] TRHY.MĚŠEC. *K čemu vám poslouží kreditní deriváty CDO a jejich varianty?* [online]. Trhy.měsec.cz [5. 11. 2014]. Dostupné z: <http://trhy.mesec.cz/clanky/k-cemu-vam-poslouzi-kreditni-derivaty-cdo-a-jejich-varianty/>

[47] UBS. *Profiling our company* [online]. UBS [5. 10. 2014]. Dostupné z:
<http://www.ubs.com/ch/en.html>

Seznam zkratek

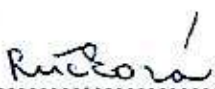
12M	12 měsíční
A	akcie
B	obligace
CDO	Collateralized Debt Obligation = zajištěná dluhová obligace
CDS	Credit Default Swap = swap úvěrového selhání
DD	Distance to Default = vzdálenost k selhání
EDF	Expected Default Frequency = očekávaná četnost selhání
CHF	švýcarský frank
IRS	Interest Rate Swap = úrokový swap
LIBOR	London Interbank Offered Rate
MS	Microsoft
OTC	Over-the-Counter
PD	Probability of Default = pravděpodobnost defaultu
RR	Recovery Rate = míra návratnosti
VaR	Value at Risk

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 24. dubna 2015



.....

Bc. Petra Ručková

Seznam příloh

Příloha č.1: Hodnoty akcií v CHF

Příloha č. 2: Roční výnosy akcií v %

Příloha č. 3: Matice přechodu pro odvození výnosových křivek

Příloha č. 4: Spotové výnosové sazby

Příloha č. 5: Forwardové výnosové sazby

Příloha č. 6: Simulace náhodných hodnot z normovaného normálního rozdělení

Příloha č. 7: Závislé náhodné hodnoty

Příloha č. 8: Simulace náhodných hodnot z rovnoměrného rozdělení

Příloha č. 9: Hodnoty z beta rozdělení

Příloha č. 10: Přiřazení ratingů

Příloha č. 11: Hodnota aktiv