

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

Finančna matematika – 1. stopnja

Žana Štekovič

**Finančna tveganja v zavarovalništvu**

Delo diplomskega seminarja

Mentor: izred. prof. dr. Janez Bernik

Ljubljana, 2016

## KAZALO

1. Uvod	4
2. Upravljanje s tveganji	5
2.1. Gradniki upravljanja s tveganji	5
3. Finančna tveganja	8
3.1. Tržno tveganje	8
3.2. Likvidnostno tveganje	9
3.3. Kreditno tveganje	9
3.4. Izpostavljenost finančnim tveganjem	9
3.5. Obvladovanje finančnih tveganj	10
3.6. Kapitalska ustreznost	12
4. Osnovni model finančnega tveganja	12
4.1. Vrednost delničarskega kapitala	13
4.2. Aproksimacije	14
4.3. Izvajanje	15
4.4. Kopule	17
4.5. VaR	18
4.6. Normalna porazdelitev	18
Slovar strokovnih izrazov	20
Literatura	20

## Finančna tveganja v zavarovalništvu

### POVZETEK

Skozi čas se je finančno okolje zelo spremenilo in se še kar spreminja ter postaja iz dneva v dan kompleksnejše in zaradi tega bolj zahtevnejše. Prav zato je obvladovanje tveganj postalo eno ključnih nalog zavarovalnic oziroma vseh finančnih ali nefinančnih podjetij. Brez obvladovanja tveganja se lahko zgodi, da podjetja sicer dosegajo visoko produktivnost, ki pa ne pomeni hkrati povečanja dodatne vrednosti. Pomembno je, da pri obvladovanju tveganj sodeluje celotna organizacija, ta pa mora biti dobro razporejena. Finančnih tveganj imamo več vrst, zato je pomembno, da znamo tveganje prepoznati, ga pravilno oceniti oziroma ovrednotiti in preveriti kolikšna je izpostavljenost do njega. Tveganju smo lahko izpostavljeni transakcijsko, translacijsko in ekonomsko. Bolj kot smo tveganju izpostavljeni, večje so kapitalne zahteve, in zato moramo zagotoviti večji delež lastniškega kapitala v finančni sestavi. Prav zato je pri osnovnem modelu finančnega tveganju zamisel upravljanja finančnega tveganja ocenjevati in nadzorovati spremembe vrednosti kapitala. V diplomskem delu je osnovni model predstavljen podrobno z vpeljavo nekaj novih funkcij, za tem pa je pomemben del aproksimacijski del. Pri aproksimaciji imamo kar nekaj predpostavk, kot je normalna porazdeljenost in uporaba mere tveganja VaR, kateri se izkažeta za ne vedno najboljšo izbiro, zato obstaja kar nekaj kritik, katere so predstavljene v diplomskem delu.

## Financial risks insurance

### ABSTRACT

Over time, the financial environment has changed a lot and it keeps changing; in fact it is becoming more and more complex from day to day and there for more demanding. It is for that reason that the risk management has become one of the main tasks for the insurance companies and in fact for all financial or non-financial companies. Without effective risk management, it could happen that even though the companies reach high productivity, it is without added value. It is essential that the entire, well distributed, organization is involved in the risk management. There are several different types of risk management and it is therefore important that we know how to evaluate it and check it's exposure. We can be exposed to risk transactionally, translationally and economically. The more we are exposed to risk, the higher are the capital demands and so we must guarantee a larger share of equity capital in the financial structure. Consequently, it is the idea of the basic model of risk management to evaluate and manage the changes of capital value. In this dissertation, the basic model is similarly presented with the introduction of a few new functions; after that the approximation part is important. With the approximation, there are a few presumptions, such as standard distribution and the usage of risk measure VaR; these two have proven not always to be the best choice and therefore there are a few critics presented in this dissertation work.

**Math. Subj. Class. (2010):** 62H99

**Ključne besede:** upravljanje s tveganjem, mera tveganja, finančno tveganje, aproksimacija, porazdelitev

**Keywords:** risk management, risk measure, financial risk, approximation, distribution

## 1. UVOD

Zaradi vpliva gospodarskih in političnih dejavnikov, se današnje finančno okolje zelo spreminja. Te spremembe se kažejo skozi različne vrste tveganj, katerim so izpostavljeni tudi zavarovalnice. Prav zaradi povečanja izpostavljenosti tveganjem, se je povečala tudi potreba po upravljanju le-teh. Upravljanje s tveganji se je tako rekoč začelo že v predelovalni industriji, kjer so podobne koncepte imenovali zanesljivost ali popolna kontrola kakovosti. Podjetja so takrat tveganja dolgo prepoznavala tako, da so na trg prinašala pokvarjene izdelke.

Obvladovanje tveganj predstavlja eno od najpomembnejših nalog zavarovalnic. Steinherr (1998) je upravljanje s tveganji (angl. risk management) opisal kot eno izmed najpomembnejših inovacij 20. stoletja, zato so vse stvari v zvezi s tveganji relativno nove. Nekateri koncepti pa so bili prisotni že dolgo. Tveganje v zavarovalništvu predstavlja negotovost, ki se nanaša na nastanek nekega škodnega dogodka in višino nastale škode. Velikost tveganja je odvisna od verjetnosti, koliko bodo uresničeni rezultati drugačni od pričakovanih in načrtovanih. Pomembni dodatni dejavniki, ki so prispevali k povečanju povpraševanja po upravljanju tveganj so med drugim tudi naftne krize leta 1970 in odprava fiksnih menjalnih tečajev. Tako sta cena energentov in valutno tveganje postala zelo volatilna faktorja tveganja in kupci so za njih zahtevali neko zavarovanje. Kasneje leta 1992 je na nekem bančnem srečanju javno spregovoril tudi E. Gerald Corrigan. Dejal je, da bi bilo bolje zelo, zelo dobro pogledati zunajbilančne dejavnosti. Rast in kompleksnost teh dejavnosti in narava tveganja kreditne poravnave sta tista, ki nam dajeta razlog za zaskrbljenost. Zunajbilančne dejavnosti imajo svojo vlogo, vendar jih je treba skrbno upravljati in potrebno jih je razumeti.

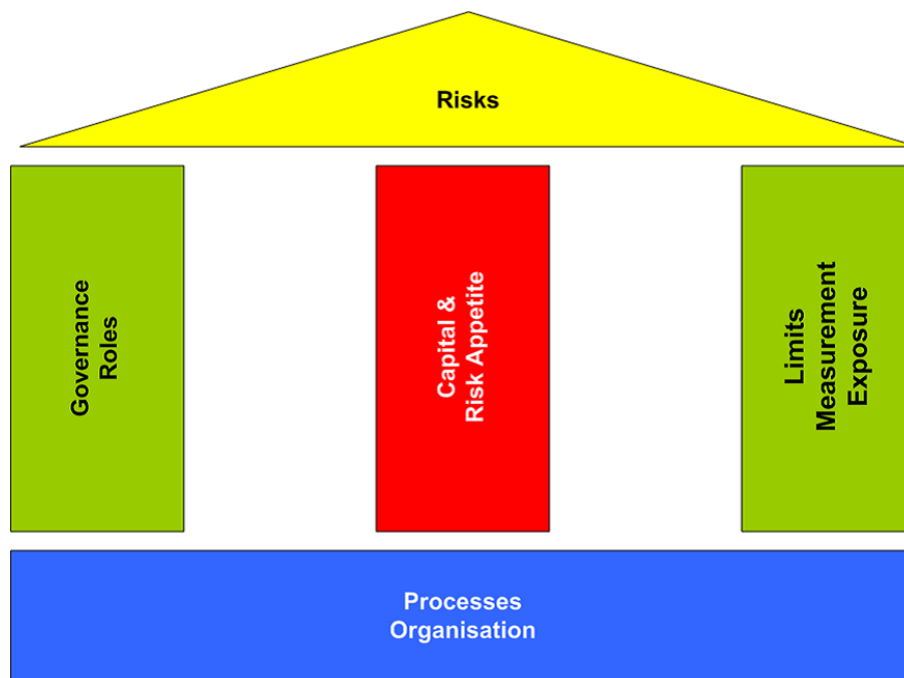
Med problematična obstoječa zavarovalna tveganja, ki jih zavarovalnice izravnavajo, se uvrščajo množične naravne katastrofe, kot so poplave, toče, viharji in neurja ter pozebe. To pa so tveganja, katerim smo izpostavljeni tudi mi v okolju in se ves čas spreminjajo, predvsem zaradi tehnološkega razvoja, podnebnih, okoljskih, družbeno-političnih in gospodarskih sprememb. Prav zato je za zavarovalnico zelo pomembno, da tveganje prepozna in da se nastajajočim tveganjem začne prilagajati. Pripravljenost na bodoča tveganja in poznavanje le-teh sta vsekakor pomembna za učinkovito obvladovanje in uspešno delovanje v prihodnjosti.

Delo diplomskega seminarja sem razdelila na tri dele. V prvem delu diplomskega seminarja je predstavljenih nekaj osnov v zvezi s tveganji, kaj je potrebno za uspešno obvladovanje, kako z njimi upravljati, kakšne vloge morajo biti zagotovljene za uspešno upravljanje tveganj ipd. V podjetju se od vseh zaposlenih pričakuje, da bodo v večji ali manjši meri obvladovali tveganja, da bodo omejili potencialno škodljiv izid in da bodo ustvarjali dobiček in stabilnost za vse deležnike podjetja. Zato je pri tem zelo pomembno, kakšna je organizacija. V okviru tega so predstavljene tudi tri obrambne linije, ki omogočajo dobro organizacijo. V prvem delu je opisano tudi, s katerimi tveganji se še srečujemo, poleg finančnega. V drugem delu je podrobno predstavljeno kaj finančno tveganje je in kako ga delimo. Pomembno je tudi, da vemo, kako smo lahko izpostavljeni finančnim tveganjem. Lahko smo izpostavljeni transakcijsko, translacijsko ali ekonomsko. V tretjem, zadnjem delu, pa se osredotočim na osnovni model finančnega tveganja. Kot pri zgoraj omenjenem govoru Geralda Corrigan je potrebno pogledati podrobno bilanco stanja. Potem vpeljati oznake, ki se bodo v nadaljevanju pojavljale in vpeljati nekaj novih enačb, potrebnih za računanje. Pri tem poglavju je najpomembnejši del aproksimacijski

del, kjer imamo predpostavko normalne porazdelitve, ki pa se v uporabi ne izkaže za vedno najboljšo. Podanih je tudi nekaj besed o meri tveganja VaR in nekaj kritik uporabe le-te.

## 2. UPRAVLJANJE S TVEGANJI

2.1. **Gradniki upravljanja s tveganji.** Poglejmo si kaj je potrebno, da bi sploh razumeli potrebo po upravljanju s tveganji. Knjiga M. Kollerja pravi, da je potrebno pogledati različne gradnike upravljanja s tveganji. Za nadzor nad tveganji je treba najprej analizirati in kategorizirati tveganje po komponentah. Ko poznamo tveganje in njegov vpliv na deležnike, je potrebno razumeti kaj so temelji in stebri, ki nam omogočajo operirati na tak način, da upravljamo s tveganji na optimalen način. Temelj vsakega podjetja je njegova organizacija in njegov proces. Proces pri tem je zelo pomemben, saj določa kako se obnašati v primeru, ko tveganje uide izpod nadzora in takrat, ko ga je potrebno popraviti.



SLIKA 1. Prikaz organizacije procesa za upravljanje tveganj

Zgornja slika nam prikazuje, kako je razdeljena organizacija procesa. Delimo jo na tri stebre:

- Vodenje in vloge (angl. Governance and roles): Če hočemo zagotoviti pravilno upravljanje tveganj je bistvenega pomena, da imamo ustrezno izbrane zaposlene. Pri tem je zelo pomembno skupno razumevanje različnih konceptov znotraj organizacije.
- Kapital in nagnjenost k tveganju (angl. Capital and risk appetite): Tveganje lahko opredelimo kot potencialni neželen rezultat in ga lahko normalno merimo v denarnih izrazih. Kapital, ki je podjetju na voljo služi kot varnostni element, da omejimo potrebo po novem kapitalu, za preprečitev stečaja. Zato je izjemno pomembno, da zagotovimo, da je naklonjenost k tveganju sorazmerna s strateškimi cilji podjetja.

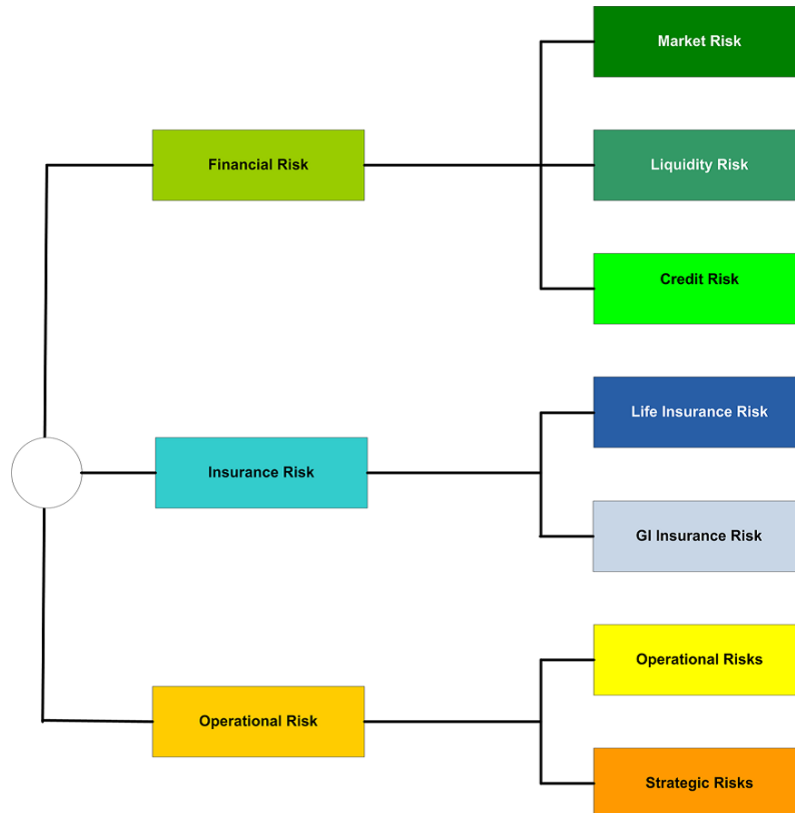
- Merjenje, omejitve in izpostavljenost (angl. Measurement, limits and exposure): Zadnji steber določa, kako merimo tveganje. Tukaj je še posebej pomembno, da imamo zanesljive informacije za vednost, kakšen je dejanski profil tveganja. Da bi zagotovili, da je podjetje znotraj območja svoje naklonjenosti tveganju (angl. risk appetite), so nekatera tveganja zato omejena.

Vloge upravljanja s tveganjem:

- (1) Zagotoviti, da je naklonjenost tveganju pri vsaki od kategorij tveganja točno določena.
- (2) Zagotoviti, da bo podjetje delovalo v okviru naklonjenosti tveganju – z nadzorom in spremljanjem.
- (3) Zagotoviti, da je raven kapitala združljiva s sprejetimi tveganji oz. z drugimi besedami, da je kapital tveganja predviden.
- (4) Zagotoviti učinkovite kapitalske strukture oz. z drugimi besedami, da se ne porablja kapitala več, kot je potrebno.
- (5) Zagotoviti upoštevanje predvidenih procedur v zvezi s tveganji.
- (6) Zagotoviti učinkovit proces oz. postopek za prepoznavanje novih tveganj, ki še niso bila predvidena.
- (7) Pomagati zmanjševati tveganja, ki niso v okviru naklonjenosti tveganja. Torej tista tveganja, ki niso v skladu s tistim, kar je bilo določeno v okviru tega koliko ste pripravljeni tvegati.
- (8) Definirati metode in procese za merjenje kapitala, ki je na voljo in zahtevan kapital.

Treba je poudariti, da tveganj ne upravljamo samo s funkcijami obvladovanja tveganj, ampak s celotno organizacijo. Organizacijo je moč razdeliti v tri obrambne linije. Prva obrambna linija je vodstvo posameznik oddelkov. Je bistvenega pomena pri obvladovanju tveganj, ker je ta funkcija odgovorna za zagotavljanje, da se vsi zaposleni držijo navodil, ki jih je vodstvo sklenilo. V drugo obrambno linijo spadajo upravljalci s tveganjem. Ti imajo dolžnost, da postavijo vodstvu določene naloge in nadzorujejo, če se upošteva omejitve in naklonjenost k tveganju. Odgovorni pa so tudi za prenos tveganja. Tretja obrambna linija je notranji nadzor. Njegova naloga je zagotoviti odboru direktorjev, da so postopki za obvladovanje ustrezno obdelani v prvi in drugi obrambni liniji.

Vsakemu tveganju lahko označimo njegov vpliv (angl. impact), t.j. kako hude posledice bi bile, če bi se tveganje zgodilo in njegovo verjetnost (angl. probability), t.j. kakšna je verjetnost, da do tega pride. Poleg tega lahko tveganje razdelimo na inherentno tveganje in rezidualno tveganje. O inherentnem tveganju govorimo, če gledamo na to, preden smo vzpostavili kakršen koli ukrep ali kontrolo v zvezi s tveganjem. Ko pa so ukrepi že vzpostavljeni in tveganje kljub temu še obstaja, takrat govorimo o rezidualnem tveganju. Razlikovati inherentno in rezidualno tveganje je potrebno, da vemo, kdaj je določena kontrola učinkovita in zadostna, da bi omejili tveganje na ustrezen nivo. Očitno je, da bi bila čista eliminacija tveganja predraga oziroma neučinkovita in ne optimalna v smislu, da bi stroški ukrepov presegali potencialno izgubo. Zato je nujno, da imamo sorazmerno nagnjenost k tveganju in to upoštevamo.



SLIKA 2. Vrste tveganj

Poznamo več vrst tveganj. Zavarovalnice lahko tveganja analizirajo na podlagi njene bilance. Najprej gre za tveganja pri zavarovanju (tveganja pasive), ko zavarovalnica oblikuje svoj portfelj. Nato gre za tveganja v naložbeni dejavnosti (tveganja aktive), ko se zavarovalnica izpostavlja tveganjem na finančnem trgu, s čimer skuša finančno, časovno in prostorsko obvladovati zavarovalna tveganja. Ti dve skupini sta močno prepleteni. Pri opravljanju katerekoli dejavnosti pa so prisotna tudi operativna tveganja. Torej tveganja lahko razvrstimo v tri skupine, kakor je predstavljeno tudi v knjigi M. Kollerja in prikazano na zgornji sliki:

- Zavarovalna tveganja (angl. Insurance risk). Tveganja v tej kategoriji so povezana z nevarnostjo izgube ali neugodnih sprememb vrednosti zavarovalnih obveznosti zaradi neustreznih predpostavk pri oblikovanju cen in rezervacij.
- Operativna tveganja (angl. Operational risk). Takšna tveganja zavarovalnice opredeljujejo kot tveganje izgub, ki so posledica neustreznih ali neuspešnih notranjih procesov, neprimerne ali neučinkovitega obnašanja zaposlenih, neustreznega ali neuspešnega delovanja sistemov in zunanjih dogodkov. Kot primer operativnega tveganja lahko omenimo slovensko zavarovalnico Triglav, katera je leta 2007 odprla podružnico na Slovaškem. Slabo leto po odprtju pa se je soočila z enim največjih škodnih primerov v zgodovini zavarovalnice. V slovaški podružnici so namreč zavarovali industrijski obrat za predelavo lesa, kjer se je kmalu za tem zgodil požar. Po neuradnih podatkih naj bi škoda znašala več kot 10 milijonov evrov. Problem pa je nastal ker je prišlo do nepravilnosti pri sklenitvi zavarovanja. Zapletati se je začelo saj

pogodba o sozavarovanju v trenutku nastanka škode še naj ne bi bila podpisana. In potemtakem naj bi morala zavarovalnica Triglav večji del škode kriti sama.

- Finančna tveganja (angl. Financial risk). Zavarovalnice spadajo med ne-depozitne finančne institucije, in sicer med pogodbene finančne posrednike. Ključna razlika med zavarovanicami in ostalimi podjetji je ta, da finančno tveganje pri zavarovalnicah nastopi na strani aktive oziroma sredstev.

### 3. FINANČNA TVEGANJA

Finančno tveganje predstavlja možnost, da se zaradi določenih dejavnikov pri poslovanju ustvari finančna izguba. Finančno tveganje predstavlja vse, kar preprečuje doseganje določenih finančnih ciljev in ustvarja izid, ki ni bil predviden. Skupna lastnost finančnih tveganj je ta, da je sedanja vrednost prihodnjega denarnega toka podjetja negotova. Ne glede na število izračunov ne bomo nikoli dobili enakih vrednosti. Finančna tveganja so tveganja, ki izvirajo iz finančnih poslov. Primer, če namerava podjetje izdati novo serijo obveznic, tvega, da se bodo obrestne mere dvignile, preden mu bo obveznice uspelo prodati na trgu. Podjetje mora redno spremljati tveganja, ki jim je izpostavljeno pri poslovanju, in sprejemati ustrezne ukrepe za obvladovanje le teh. Finančna tveganja razdelimo na 3 skupine:

- tržno tveganje;
- likvidnostno tveganje;
- kreditno tveganje.

**3.1. Tržno tveganje.** To finančno tveganje se nanaša na verjetnost, da se bo vrednost finančnega sredstva ali celotnega portfelja naložb spremenila, zaradi spremembe v tržnih razmerah. Tržnih tveganj je več. Med njimi so tudi valutno tveganje, obrestno tveganje in naložbeno tveganje.

**3.1.1. Valutno tveganje.** Valutnemu tveganju je podjetje izpostavljeno, takoj ko postane njegovo poslovanje povezano s tujimi plačilnimi sredstvi. To tveganje ni v celoti znano vnaprej. Devizni tečaj je razmerje med vrednostima dveh valut. Če se le-ta zviša ali zniža, se poveča ali zmanjša vrednost naložb in dolgov podjetja v domači valuti. Valutno tveganje se pojavlja tudi pri kreditnih poslih, ki so povezani z vrednostjo tečaja tuje valute. Torej, če se zadolžimo v tuji valuti, tvegamo porast njene vrednosti v primerjavi z EUR in obratno. Na spremembo deviznega tečaja vplivajo dejavniki zunaj države, kot so medvalutna razmerja v tujini, in notranji dejavniki, ki določajo položaj domače valute v medvalutnih razmerjih.

**3.1.2. Obrestno tveganje.** Obrestno tveganje je nevarnost neugodnega gibanja obrestne mere, ki je lahko po eni strani dvigovanje, če se želi podjetje zadolžiti, po drugi strani pa zniževanje, če želi podjetje presežke denarnih sredstev posoditi. Vsako podjetje je izpostavljeno obrestnemu tveganju, saj je cena denarja odvisna od ravni tržnih obrestnih mer. Obrestne mere pa se zaradi ponudbe in povpraševanja na trgih nenehno spreminjajo. Podjetje se lahko, ob pričakovanju naraščanja oz. padanja obrestnih mer, odloči za trgovanje (špekulacijo) in se s tem še dodatno izpostavi obrestnemu tveganju. Pri nespremenljivi obrestni meri posojilojemalec tvega, da se bo tržna obrestna mera med trajanjem razmerja znižala, pri spremljivi obrestni meri pa tvega, da se bo zvišala.



3.1.3. *Naložbeno tveganje.* V knjigi dr. Peterlina je poudarjeno, da je naložbeno tveganje v prvi vrsti finančno tveganje, saj nam financiranje ponuja možnosti za vlaganje. Razpoložljivi viri za vlaganje so kapital, prejeta posojila in drugi dolgovi. Najpomembnejši dejavnik pri vlaganju je podjetniško načrtovanje, ki zajema vrsto naložbe, pričakovani donos in denarni tok. Vlaganje delimo na tisto v realno premoženje, v trg in v finančne naložbe. Vsako vrsto naložbe spremljajo zanjo značilna tveganja, zato ima vsaka svojo zahtevano stopnjo donosa. Opredelili bomo tveganja, ki smo jim izpostavljeni pri poslovanju z dolžniškimi vrednostnimi papirji.

*Tveganje odkupa pred zapadlostjo v plačilo* izhaja iz pravice, ki si jo lahko pridrži izdajatelj, da v kateremkoli trenutku do zapadlosti predčasno odkupi obstoječe obveznice in jih nadomesti z novo izdajo. To naredi, če se zaradi spremenjenih razmer znižajo obrestne mere. Posojilojemalec si v posojilni pogodbi lahko izbori pravico predčasnega vračila posojila, naložbenik pa pri tem tvega, da se bo to zgodilo ravno takrat, ko bo zaradi cenovnih razmer zanj neugodno.

*Inflacijsko tveganje* nastopi, če imamo primer, da imetniku obveznice pripadajo samo nespremenljive obresti, ki so bile določene ob izdaji in obstaja nevarnost, da bodo predvideni donosi iz nakupa obveznice manjši od prihodnje inflacijske stopnje.

3.2. **Likvidnostno tveganje.** Likvidnostno tveganje lahko opredelimo kot tveganje neuskklajenosti med dospelimi sredstvi in obveznostmi do virov sredstev, kar lahko povzroči likvidnostne probleme oziroma pomanjkanje denarnih sredstev za poravnane dospelih obveznosti. Poznamo kratkoročno plačilno sposobnost in dolgoročno plačilno sposobnost, ki je odločilna za uspešno poslovanje podjetja. Kratkoročna plačilna sposobnost pomeni, da podjetje v kratkem roku razpolaga z ustreznimi likvidnimi sredstvi za pravočasno izvedbo potrebnih plačil. Dolgoročna plačilna sposobnost pa je poglobljena za poslovanje in obstoj podjetja na dolgi rok. Lahko trdimo, da je likvidnostno tveganje bistveno finančno tveganje, saj druga finančna tveganja na koncu vedno vplivajo na likvidnost in ta na plačilno sposobnost.

3.3. **Kreditno tveganje.** Kreditno tveganje nastopi v dveh primerih, in sicer takrat, ko kupec blaga ali storitev ob dospelosti terjatve ne bo mogel poravnati svojega dolga in takrat, ko dolžnik komitent ne bo mogel ali ne bo hotel plačati obresti ali glavnice pri najemu kredita. To tveganje je zelo pomembno tveganje, saj poleg neplačil nastopi tudi tveganje pri nefinančnih obveznostih, kot npr. dobava blaga, nekakovostno opravljeno storitev ipd. Torej je kakovost dela podjetja odvisna tudi od drugih udeležencev v proizvodni verigi. Ključni dejavnik kreditnega tveganja je čas. Od njega je odvisno, kolikšne težave bodo nastopile pri merjenju, poročanju in nadzoru kreditnega tveganja. Vsaka neizpolnitev obveznosti nasprotne stranke oslabi sredstva oziroma okrepi dolgove, to pa posredno zmanjšuje finančno moč podjetja.

3.4. **Izpostavljenost finančnim tveganjem.** Lahko ga opišemo kot ranljivost za nevarnosti, ki jih povzročijo finančna tveganja. Takšna tveganja so lahko spremembe deviznega tečaja, obrestne mere in tržnih cen vhodnih surovin, kot tudi cen konkurence. Najpomembnejši dejavnik odločanja o financiranju je čas. Podjetje je lahko izpostavljen finančnim tveganjem na tri načine:

- transakcijsko,
- translacijsko oziroma bilančno in
- ekonomsko.

3.4.1. *Transakcijska izpostavljenost.* To je odsev obligacijskih razmerij med stran­kami v pogodbi ali dogovoru od trenutka nastanka obveznosti ali terjatve do trenutka njene poravnave oziroma prenehanja. Transakcijska izpostavljenost vpliva tudi na spremembe denarnih tokov. Torej takšna izpostavljenost je možnost spremembe vrednosti neplačanih dolgov in terjatev, za katere obstaja verjetnost, da bodo poravnane šele po spremembi deviznega tečaja, če govorimo o valutni transakcijski izpostavljenosti. Transakcijska izpostavljenost valutnemu tveganju je nevarnost nastanka tečajnih razlik pri tekočih poslih, izraženih v tujih valutah. Spremembe povzročajo spreminjanje vrednosti deviznega tečaja od dneva prodaje ali nakupa do dneva plačila. Tržna obrestna mera se spreminja ves čas trajanja pogodbenega raz­merja, zato smo transakcijsko izpostavljeni tudi obrestnemu tveganju. To pomeni, da bodo naše terjatve in obveznosti, v času do zapadlosti, izpostavljene spremembi obrestne mere. Pri transakcijski izpostavljenosti je možno, da se poveča pred skle­nitvijo posla, saj je v času ponudbe do prejema naročila tveganje večje, ker se lahko cene medtem spremenijo.

3.4.2. *Translacijska izpostavljenost.* Translacijska izpostavljenost je možnost bilan­čne spremembe zaradi spremembe tržne cene, zato taki izpostavljenost rečemo tudi bilančna ali davčna izpostavljenost finančnim tveganjem. Ob koncu poslovnega ali davčnega leta vedno prevrednotimo sredstva in dolgove podjetja. Prevrednotovalni popravki pa so odsev sprememb poštenih vrednosti sredstev in dolgov podjetja ob koncu poslovnega ali davčnega leta. Translacijska izpostavljenost valutnemu tvega­nju je nevarnost bilančnih sprememb, kot posledic razlik v vrednotenju terjatev in dolgov, izraženih v tujih valutah. Translacijska izpostavljenost obrestnemu tvega­nju pa je izpostavljenost spremembi neto sedanje vrednosti terjatev in dolgov, če se obrestna mera na trgu spremeni. Naše premoženje bo vredno več, če se bodo tržne obrestne mere znižale, in obratno.

3.4.3. *Ekonomska izpostavljenost.* Ekonomska izpostavljenost valutnemu tveganju je nevarnost nepredvidene spremembe v pričakovani neto sedanji vrednosti pri­hodnjih denarnih tokov. Ta bi bila lahko posledica sprememb deviznih tečajev tujih valut, v katerih so izraženi pričakovani denarni tokovi. Nepredvidena spre­memba pričakovane vrednosti prihodnjega denarnega toka neposredno vpliva na tržno vrednost podjetja. Ekonomska izpostavljenost finančnim tveganjem se poveča, če začnemo trgovati z blagom, katerega cena je bolj spremenljiva od cene dotedanjega blaga. Ravno tako se poveča, če začnemo trgovati v valuti, ki je spremenljivejša od valute, v kateri trgujemo danes. Če posredno obvladujemo transakcijsko izposta­vljenost finančnim tveganjem, lahko obvladujemo tudi translacijsko in ekonomsko izpostavljenost.

3.5. **Obvladovanje finančnih tveganj.** Podjetje naj bi strmelo k štirim ciljem obvladovanja finančnih tveganj:

- Obvladovanje denarnega toka podjetja.
- Obvladovanje računovodskega dobička podjetja.
- Obvladovanje tržne vrednosti podjetja.
- Uravnavanje bilance podjetja.

Obvladovanje denarnih tokov je pogoj za obvladovanje računovodskega dobička. Z obvladovanjem finančnih tveganj podjetje verjetneje doseže načrtovane prihodke in poslovni izid, ti pa so lahko podlaga za nagrajevanje in potrjevanje imenovanja

najvišjega posloводства. Pri obvladovanju finančnih tveganj ima finančnik, kot imenuje dr. Peterlin odgovornega za vodenje finančne službe, pomembno vlogo, saj si prizadeva za zmanjšanje vpliva finančnih in poslovnih tveganj na najnižjo možno raven. Na drugi strani pa tveganost poslovanja lahko povečujejo neželene lastnosti finančnika, kot so strokovna nesposobnost, nagnjenost k čezmernem tveganju, pohlepnost in želja po čistem špekuliranju. Zato je, kot že prej rečeno, v podjetju potreben notranji nadzor, ki naj bi v interesu lastnikov in najvišjega posloводства zagotavljal, da se poslovna politika uresničuje med letom na vseh ravneh odločanja. Nadzor vsebuje postopke za takojšnje obveščanje ustrezne ravni posloводства o pomembnih nepravilnostih in odmikih od poslovne politike ter predloge popravljalnih postopkov, potrebnih za odpravo nepravilnosti.

Finančna služba, ki jo vodi finančnik, je skrbnik finančne funkcije podjetja kot ene temeljnih poslovnih funkcij, ki mora biti povezana z drugimi poslovnimi funkcijami. Neposredni cilji finančne funkcije so zagotavljanje optimalne plačilne sposobnosti podjetja ter prispevanje k dolgoročni donosnosti lastniškega kapitala, zmanjšanju tveganja v poslovanju in poslovni neodvisnosti podjetja. Finančnik mora voditi finančno službo tako, da bo podjetje dosegalo finančne cilje. Vsi finančni cilji so izpostavljeni tveganju, da ne bodo uresničeni. Podjetje mora sprejeti politiko obvladovanja finančnih tveganj. Dodatek te politike je priročnik, v katerem mora določiti zaporedje izvajanja nalog za obvladovanje finančnih tveganj. Dr. Peterlin pravi, da politika in priročnik postavljata jasen okvir za obvladovanje finančnih tveganj. Vsebovati morata:

- opredelitev vloge finančne službe;
- opise tveganj, ki jih je treba obvladovati;
- cilje obvladovanja teh tveganj;
- sestavo in organiziranost finančne funkcije;
- seznam odgovornosti vsakega zaposlenega, ki dela na področju obvladovanja finančnih tveganj;
- razporejanje dolžnosti;
- omejitve pri poslih;
- postopke poslovanja pri obvladovanju finančnih tveganj;
- plačilne postopke;
- navodila zaposlenim, ki ne delajo na področju obvladovanja finančnih tveganj;
- seznam bank ali drugih oseb, s katerimi podjetje posluje pri obvladovanju finančnih tveganj.

Obvladovanje finančnih tveganj je sestavljeno iz treh skupin dejavnosti. Najprej moramo zaznati vrste tveganj, ki jim je podjetje izpostavljeno, oziroma dejavnike tveganj v poslovanju podjetja. Hkrati moramo določiti vrednost sredstev, dolgov in kapitala, ki so izpostavljeni tveganjem, ter čas izpostavljenosti posameznemu tveganju. Nato moramo ovrednotiti vpliv ugotovljenih vrst tveganj na poslovanje podjetja. Oceniti moramo povezanost izpostavljene postavke s spremembami obrestnih mer, deviznega tečaja ali cen blaga na trgu in kako se te spremembe kažejo v spremembi vrednosti izpostavljene postavke. Na koncu se moramo odločiti o zmanjšanju vplivov znanih in ovrednotenih vrst tveganj na poslovni izid. Določiti moramo tudi pogostost vrednotenja varovalnega razmerja in prilagajanja izpostavljenih postavk spremembam tržnih cen. Finančna tveganja, ki jim je podjetje izpostavljeno, lahko zaznamo in ovrednostimo na podlagi njegovih računovodskih izkazov (bilanca stanja,

izkaz poslovnega izida in izkaz finančnega izida). Dodatne informacije, potrebne za odločanje, pa pridobimo s podrobnejšo analizo računovodskih izkazov ali drugih podatkovnih podlag. Pri tem se uporabljajo nekatera matematično-statistična orodja, ki so uporabna za merjenje na vseh stopnjah obvladovanja finančnih tveganj. Pomemben del nadzora nad obvladovanjem finančnih tveganj je tudi poročanje. Pri oblikovanju politike obvladovanja finančnih tveganj je treba določiti oziroma obseg poročanja, pogostost poročanja ter prejemnike in vsebino poročil.

**3.6. Kapitalska ustreznost.** Z določanjem kapitalske ustreznosti podjetja skušamo doseči njegovo najustrežnejšo finančno sestavo. Pri tem moramo spoštovati poslovnofinančna načela in upoštevati tveganja, ki smo jim izpostavljeni pri delovanju finančne funkcije. Pri določanju kapitalske ustreznosti moramo upoštevati tudi učinkovitost finančnega sistema kot enega bistvenih meril. Finančni sistem je finančno okolje podjetja in ponudnik finančnih produktov oziroma storitev. Nekatera takšna merila, ki neposredno in posredno vplivajo na kapitalsko ustreznost podjetja v finančnem okolju, so npr. inflacija, stanje plačilne bilance in raven realnih obrestnih mer. Poleg finančnega okolja, v katerem podjetje deluje, vpliva na kapitalsko ustreznost tudi blagovni trg oziroma tisti njegov del, na katerem podjetje kupuje in prodaja storitve ali proizvode. Ponudba in povpraševanje po njih določata njegov tržni delež. Zelo konkurenčen trg zahteva višjo stopnjo cenovne učinkovitosti. Sredstva in dolgovi podjetja so izpostavljeni tveganjem, ki ob uresničitvi oslabijo oziroma okrepijo sredstva in dolgove oziroma vplivajo na plačilno sposobnost, ta pa z oslavitvijo kapitala na kapitalsko ustreznost. Po 6. členu ZFPP je kapitalska ustreznost zagotovljena, če podjetje razpolaga z ustreznim kapitalom glede na obseg in vrste poslov, ki jih opravlja, ter glede na tveganja, ki jim je izpostavljeno pri poslovanju. Kapitalska ustreznost je pogoj za plačilno sposobnost. Zaradi izpostavljenosti podjetja finančnim tveganjem je treba dodatno povečati delež lastniškega kapitala, da bi se zagotovila kapitalska ustreznost. Za vsako izpostavljenost podjetja finančnim tveganjem je treba določiti kapitalske zahteve. Za podjetje je priporočljiv izračun tvegane vrednosti za vsako tveganje. Izračun tvegane vrednosti imenujemo tudi tvegani kapital (angl. capital of risk) in je podlaga za določanje kapitalskih zahtev. Podjetje lahko pri vseh tveganjih uporablja enaka merila za določanje kapitalskih zahtev ali pa jih prilagaja glede na velikosti izpostavljenosti posameznemu tveganju. V vsakem primeru je zelo pomembno v politiki obvladovanja tveganj, da natančno določimo merila za izračunavanje kapitalskih zahtev. Pri tem je zelo pomembno, da podjetje dobro obvladuje finančna tveganja, saj s tem zmanjšuje kapitalske zahteve v zvezi z vsakim tveganjem, torej zmanjšuje dodatne potrebe po kapitalu. Podjetje, ki je bolj izpostavljeno finančnim tveganjem, mora zagotoviti večji delež lastnega kapitala v finančni sestavi, da lahko upniki verjamejo v poplačilo svojih terjatev. S tem ko podjetje uspešno obvladuje tveganja lahko podjetje z manjšim deležem lastniškega kapitala v finančni sestavi ponudi upnikom nespremenjeno varnost njihovih terjatev v smislu poplačljivosti.

#### 4. OSNOVNI MODEL FINANČNEGA TVEGANJA

Da bi razvili model za upravljanje in merjenje finančnih tveganj, kot ga opisuje knjiga M. Kollerja, si moramo pogledati bilanco stanja. Bilanco stanja formalno sestavljajo sredstva  $(A_i)_{i \in S_A}$  in obveznosti  $(L_i)_{i \in S_L}$ , kjer predpostavimo, da sta oba indeksa  $S_A$  in  $S_L$  končna. Z  $(\alpha_i)_{i \in S_A}$  in  $(\lambda_i)_{i \in S_L}$  označujemo število enot, ki jih imamo v lasti v določenem trenutku. Torej če pišemo  $\alpha_1 A_1$ , to pomeni, da držimo

$\alpha_1$  enot  $A_1$  sredstev. Zato je naš portfelj končno dimenzionalen vektorski prostor  $\mathcal{Y} = \mathcal{L}in\{(A_i)_{i \in S_A}, (L_i)_{i \in S_L}, \mathcal{E}\}$ . Našo bilanco stanjo lahko predstavimo s točko  $x = \sum_{i \in S_A} \alpha_i A_i + \sum_{i \in S_L} \lambda_i L_i \in \mathcal{Y}$ . Sredstva in obveznosti lahko zapišemo tudi v enostavnejši obliki in sicer,  $\mathcal{Y} = \mathcal{L}in\{e_1, \dots, e_n\}$ , kjer so  $(e_k)_{k \in \mathbb{N}_n}$  bazni vektorji. V tem primeru pa našo bilanco stanja lahko zapišemo kot  $x = \sum_{k \in \mathbb{N}_n} \gamma_k e_k$ . Vidimo, da bilanca stanja  $x \in \mathcal{Y}$  dejansko predstavlja slučajni vektor denarnih tokov, zato obstaja  $x_t$  oz.  $X_t(w) \in \mathcal{X}$ , če predpostavimo, da spremembe profila sledijo slučajnemu procesu.

V nadaljevanju nas bo zanimala vrednost delničarskega kapitala (SHE), zato si moramo pogledati vrednotenje  $\pi_t$ . Trdimo:

- Vrednotenje je odvisno od časa.
- Predpostavimo, da je  $\pi_t$  linearna funkcija,  $\pi_t : \mathcal{Y} \rightarrow \mathbb{R}$ , ki vsakemu sredstvu dodeli svojo vrednost.
- Za obveznosti  $L$  je značilno, da je  $\pi(L) \leq 0$ . V istem smislu imajo sredstva pozitivno vrednost. Posledično je  $x \in \mathcal{Y}$  v principu lahko oboje, sredstvo ali obveznost, odvisno od gospodarskega okolja in od funkcionala vrednotenja.

**4.1. Vrednost delničarskega kapitala.** Po tem ko smo opredelili določene dele, moramo pogledati поблиžje tudi kaj pomeni kapital ( $\mathcal{E}$ ). Vemo:

$$x = \sum_{i \in S_A} \alpha_i A_i + \sum_{i \in S_L} \lambda_i L_i + \mathcal{E}$$

$$\pi(x) = \pi\left(\sum_{i \in S_A} \alpha_i A_i + \sum_{i \in S_L} \lambda_i L_i + \mathcal{E}\right) = 0, \text{ zato}$$

$$SHE = -\pi(\mathcal{E}) = \pi\left(\sum_{i \in S_A} \alpha_i A_i + \sum_{i \in S_L} \lambda_i L_i\right)$$

Opomba. Zgornje enačbe so gledane iz matematičnega vidika, kjer predznak ni ključen. Če pa bi zgornje enačbe hoteli napisati ekonomsko korektno, bi morali pri drugi enačbi pred kapitalom pisati negativni predznak.

Iz zadnje formule vidimo, da lahko vedno izračunamo vrednost delničarskega kapitala, če le poznamo vrednost ostalih obveznosti in sredstev. Naslednje kar nas zanima je to, kako se lotiti vrednotenja  $\pi_t$ . Ker smo v vektorskem prostoru  $\mathcal{Y}$  z baznimi vektorji  $(e_k)_{k \in \mathbb{N}_n}$ , je smiselno definirati ceno  $\pi_t(e_k)$ . Ideja je ločiti operatorje gospodarstva in primerno definirati stanje ekonomije s slučajnim procesom  $(R_t)_{t \in \mathbb{R}} \in \mathbb{R}^m$ . Smisel upeljave  $R_t$  je, če imamo ogromno sredstev in obveznosti, skušamo te opisati z manj faktorji, zgolj zaradi poenostavitve. Pri tem lahko definiramo:

$$\pi_t(e_k) = f_k(R_t),$$

kjer je  $f_k : \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}$  dovolj regularna funkcija. Ta enačba je smiselna, ker je vrednotenje linearna funkcija, in če jo poznate na baznih vektorjih, jo poznate povsod. Zamisel upravljanja finančnega tveganja je ocenjevati in nadzorovati spremembe vrednosti SHE-ja. Če privzamemo, da čas  $t$  predstavlja leta, potem je običajno vsaj en zainteresiran za naslednjo količino:

$$PL_T = \pi_T(\mathcal{E}) - \pi_0(\mathcal{E}).$$

Časovni horizont je interval  $[0, T]$ . Banka običajno gleda tedensko, npr.  $T = 1/52$ , Solvency II pa gleda  $T = 1$ .

Formalno, za ocenitev finančnega tveganja v zavarovalništvu, so potrebni naslednji koraki:

- (1) Definiramo metodologijo vrednotenja  $\pi_t$ ,
- (2) Definiramo, kateri slučajni proces  $R_t$  modelira gospodarstvo, kar je zelo močna predpostavka,
- (3) Definiramo območje vseh obveznosti in sredstev,
- (4) Definiramo in izračunamo funkcijo  $(f_k)_{k \in \mathcal{N}_n}$ ,
- (5) Analiziramo možnosti bilance stanja  $x \in \mathcal{Y}$  in dekomponiramo vsakega od  $\mathcal{A}_i$  in  $\mathcal{L}_i$  v enotski vektor  $(e_k)_{k \in \mathcal{N}_n}$ ,
- (6) Definiramo, katero mero tveganja bomo uporabljali, npr. VaR,
- (7) Izvedemo model.

**4.2. Aproksimacije.** Običajno aproksimacijo začnemo s simplifikacijo funkcije  $f_k$  z uporabo Taylorjove aproksimacije. Ker nas zanima:

$$\begin{aligned} PL_T &= \pi_T(\mathcal{E}) - \pi_0(\mathcal{E}) \\ &= [\pi_T - \pi_0] \circ \left( \sum_{i \in S_A} \alpha_i A_i + \sum_{i \in S_L} \lambda_i L_i \right), \end{aligned}$$

uporabljamo naslednjo Taylorjevo aproksimacijo

$$\begin{aligned} \pi_T(e_k) - \pi_0(e_k) &= f_k(R_T) - f_k(R_0) \\ &\approx \nabla f_k(x) \Big|_{x=R_0} \times \Delta(R). \end{aligned}$$

Če velja ta formula za vse obveznosti in sredstva dobimo model, kjer so izgube in dobički linearni v faktorjih tveganja  $R$ . Če je bilanca stanja  $x = \sum_{k \in \mathcal{N}_n} \gamma_k e_k$ , lahko seštejemo po različnih  $(e_k)$  in dobimo naslednjo aproksimacijo:

$$\begin{aligned} \pi_T(x) - \pi_0(x) &= \sum_{k \in \mathcal{N}_n} \gamma_k \times (f_k(R_T) - f_k(R_0)) \\ &\approx \delta^T \times \Delta(R), \end{aligned}$$

kjer,

$$\delta = \sum_{k \in \mathcal{N}_n} \gamma_k \times \nabla f_k(x) \Big|_{x=R_0},$$

in  $x^T$  transponirana matrika ali vektor. Vidimo, da je rezultat odvisen samo do spremembe v faktorju tveganja.

Druga simplifikacija je z uporabo slučajnega procesa. Tako metoda merjenja tveganja uporablja večrazsežno normalno porazdelitev za  $Z = \Delta R$ . Zato imamo

$$Z \sim N(0, \Sigma)$$

kjer s  $\Sigma$  označujemo kovariančno matriko. To lahko izrazimo s standardnim odklonom vektorja  $s$  za vsakega od dejavnikov tveganja in korelacijske matrike  $\rho$ . V prvem koraku definiramo simetrično matriko  $S$ , pri čemer ne smemo pozabiti, da je  $S = S^T$ . Poleg tega moramo vedeti, da če je  $X_1 \sim N(\mu_1, \sigma_1)$  večrazsežna normalna porazdelitev in  $A$  in  $b$  sta matrika in vektor, potem vemo, da  $X_2 := A \times X_1 + b \sim N(A \times \mu_1 + b, A \times \sigma \times A^T)$ . Torej, linearna kombinacija normalno porazdeljenih vektorjev je tudi normalno porazdeljena. Z uporabo te fomule dobimo naslednje:

$$\Sigma = S \times \rho \times S,$$

Torej, ideja tega je, da dekomponiramo kovariančno matriko na tak produkt, da korelacijsko matriko pomnožimo iz leve in desne s simetrično matriko. Sedaj pa nas zanima izračun VaR stopnje zaupanja  $\alpha$  za naš  $PL$ . Vemo že, da ima  $Z$  normalno porazdelitev in da je  $PL$  neka linearna kombinacija  $Z_i, i = 1, \dots, n$ , tudi normalno porazdeljena. Da je njeno matematično upanje 0 je očitno, nas pa zanima varianca, saj je le ta pomembna pri izračunu VaR. V prvem koraku označimo

$$\varsigma = F_{N(0,1)}^{-1}(\alpha),$$

in posledično dobimo:

$$\begin{aligned} VaR_{PL}(\alpha) &= F_{N(0,1)}^{-1}(\alpha), \\ &= \varsigma \times \sqrt{(s \times \delta)^T \rho (s \times \delta)}. \end{aligned}$$

Opomba. Pri tem smo upoštevali, da če je  $X \sim N(a, \sigma^2)$ , je  $VaR_X(\alpha) = a + \sigma \times VaR_{N(0,1)}(\alpha)$ . Za izračun variance pa smo uporabili sledeče:

$$\begin{aligned} Z &= N(0, \Sigma) \\ PL &= a_1 Z_1 + \dots + a_n Z_n \\ (Z_1, \dots, Z_n) &\simeq N(0, \Sigma), \text{ zato} \\ a_1 Z_1 + \dots + a_n Z_n &\simeq N(0, \sigma^2), \end{aligned}$$

kjer moramo  $\sigma$  izračunati:

$$\sigma^2 = \vec{a}^T \Sigma \vec{a} = \vec{a}^T S^T \rho S \vec{a} = (S \vec{a})^T \rho S \vec{a},$$

kjer je drugi korak upoštevanje dekomponiranja  $\Sigma$  in tretji korak upoštevanje lastnosti transponiranja.

Vidimo, da lahko vrednost tveganja izračunamo s pomočjo preprostih matričnih multiplikacij. Treba je poudariti, da ima vsak model tudi napake in zato je tako pomembno razumevanje omejitev modela. Tveganje, da smo izbrali napačni oz. nepravi model imenujemo tveganje modela. Prav tako pa so rezultati vsakega modela odvisni od parametrov, ki smo jih izbrali. Tveganje, da smo izbrali netočne parametre pa imenujemo tveganje parametrov. To tveganje nastopi po tem ko smo model že izbrali.

**4.3. Izvajanje.** Za konkretno izvajanje modela tveganja za finančno tveganje imamo v principu tri različne pristope:

- (1) *Analitični pristop*, kakršen se uporablja pri Swiss solvency test. Tukaj se obvezen kapital izračuna na podlagi zaprte formule. Prednost je hitrejši čas računanja, ker je ta pristop izvedljiv samo za omejene razrede modela.
- (2) *Simulacijski model* (Monte Carlo pristop): Ta metoda je precej splošno ime za vse pristope merjenja tveganj, ki vključujejo simulacijo za spremembe faktorjev tveganja. Metoda kot taka je lahko pogojna ali brezpogojna, odvisno od tega kako je model sprejet. Prvi korak metode je izbira modela in kalibracija tega modela na zgodovinske podatke sprememb faktorjev tveganja. Seveda moramo pri tem izbrati model s katerim lahko hitro simuliramo, saj v drugi fazi ustvarimo  $m$  neodvisnih realizacij sprememb faktorjev tveganja za naslednje časovno obdobje. Na splošno je lahko  $m$  veliko večji od  $n$ , zato dobimo veliko večjo natančnost pri izračunih VaR ali ES, kot jo dobimo pri zgodovinski simulaciji. Tukaj lahko uporabljamo tudi bolj prefinjene metode, za povezave spremenljivk skupaj, kot so kopula metode, katere so opisane

bolj podrobno v nadaljevanju. Pomembno pri tem je, da ni treba predpostaviti skupne porazdelitve, ampak to porazdelitev modeliramo preko kopul, to pa nam da veliko širši krog možnosti modelov. Torej z drugimi besedami imamo širok nabor porazdelitev za vektor tveganj. Tukaj bi simulirali možne realizacije za  $R_T$ , potem bi izračunali  $PL$  in s tem dobili VaR.

- (3) *Zgodovinska simulacija*: V tem primeru se uporablja iz preteklosti ugotovljene finančne podatke, ki nam napovedujejo prihodnost. Ta pristop je izredno preprost za uporabo, saj ne rabimo vedeti kakšna je porazdelitev in ni potrebno delati strukture odvisnosti sprememb faktorjev tveganja. Vendar pa je uspeh pristopa močno odvisen od naše sposobnosti za zbiranje zadostnih ustreznih količin podatkov za vse dejavnike tveganja. Ko se novi dejavniki tveganja vpeljujejo v model lahko pride do težav. Težava je ponavadi zmanjšanje efektivne vrednosti  $n$  in posledično nam dajo ocene VaR in ES slabo natančnost. Želimo si, da bi bil  $n$  čim večji, saj želimo v zgodovinskem zapisu čim več ekstremnih scenarijev, zato da dobimo boljše ocene v repu porazdelitve izgub. Tukaj je potrebno tudi pripomniti, da se je obnašanje nekaterih finančnih spremenljivk znatno spremenilo v zadnjih petdesetih letih, kot npr. devizni tečajji, kateri so bili fiksirani do leta 1970, zdaj pa se spreminjajo in to je treba upoštevati.

Kot smo videli imamo različne metode s kateri lahko izvajamo upravljanje s finančnimi tveganji. Tukaj si bomo za primer pogledali enega od modelov. Uporabili bomo naslednje faktorje tveganja:

- Cene brezkuponskih obveznic za CHF, EUR, GBP in USD za 13 različnih dospelosti,
- volatilitnost obrestne mere,
- kreditni razmik (spread) za štiri različne bonitetne ocene,
- štiri različne valute v primerjavi s CHF: EUR, GBP, USD in YEN,
- sedem delniških indeksov,
- volatilitnost kapitala,
- nepremičnine, HEDGE skladi in indeksi zasebnega kapitala.

Pri tem je vsak od teh modeliran z normalno porazdelitvijo.

Poglejmo si zgled, kakšne faktorje tveganja se upošteva. V našem primeru imamo brezkuponske obveznice s 13 različnimi dospelostmi, en borzni indeks in tri kredite z različnimi bonitetnimi ocenami. To so naši faktorji tveganja, ki jih modeliramo. Imamo spremembe obrestnih mer, merjene v bazičnih točkah (bps), zanima pa nas volatilitnost.

Iz spodnje tabele vidimo, da je volatilitnost za delnice okoli 19%, in nižja kot je kreditna ocena višji oz. bolj volatilen je razmik/pribitek (angl. spread) pri kreditih. Pri kreditih gledamo dodatek na netvegano obrestno mero. To je primer za izračun v EUR, lahko se izračuna še v drugih valutah, kjer pa moramo upoštevati tudi valutno tveganje.



Risk Factor $RF_i$		Quantity	$\sigma(RF_i)$
EUR	1	bps	61.82
EUR	2	bps	72.08
EUR	3	bps	73.00
EUR	4	bps	73.12
EUR	5	bps	83.53
EUR	6	bps	70.43
EUR	7	bps	68.09
EUR	8	bps	65.93
EUR	9	bps	64.88
EUR	10	bps	63.54
EUR	15	bps	58.91
EUR	20	bps	60.94
EUR	30	bps	59.95
EURO STOXX		in%	18.78
Credit	AAA	bps	11.08
Credit	AA	bps	12.00
Credit	A	bps	23.80
Credit	BBB	bps	52.60

SLIKA 3. Primer faktorjev tveganja

Torej v okviru ene valute vzamemo v obzir brezkuponske obveznice s 13 različnimi pospelostmi. Modeliramo celo krivuljo obrestnih mer. Če poznamo obrestne mere kot funkcije dospelosti potem poznamo krivulje diskontnih faktorjev in znamo ocenit instrument. Torej lahko imamo veliko različnih obveznic, ampak važno je to, da poznamo zgoraj naštete stvari ostalo pa dobimo preko funkcije  $f$ , katero smo uporabili pri aproksimaciji.

$\rho_{i,j}$	EUR 5	EUR 10	EUR 20	STOXX	AA	BBB
EUR 5	1.00	0.89	0.66	0.36	-0.14	-0.23
EUR 10		1.00	0.73	0.32	-0.17	-0.21
EUR 20			1.00	0.16	-0.09	-0.09
STOXX				1.00	-0.45	-0.50
AA					1.00	0.61
BBB						1.00

SLIKA 4. Poenostavitev v korelacijsko matriko

Za dejansko izvedbo modela pa je potrebno na podlagi podatkov, iz slike 3, narediti korelacijsko matriko, prikazano na zgornji sliki, s pomočjo katere lahko potem naredimo ves izračun, kot je teoretično prikazan v opisanem osnovnem modelu finančnega tveganja.

4.4. **Kopule.** S pomočjo kopul modeliramo odvisnost med komponentami slučajnega vektorja faktorjev tveganj. Vsaka skupna porazdelitvena funkcija za slučajni vektor faktorjev tveganj implicitno vsebuje tako opis vedenja martingala od posameznega faktoja tveganja kot tudi opis njegove odvisnosti. To je seveda le eden od načinov za razumevanje odvisnosti v večrazsežnih modelih tveganja in je morda najbolj naravna. Kopule so zato zelo uporaben koncept. Kopule pomagajo pri razumevanju odvisnosti tudi v bolj globlji ravni. Omogočajo nam videti možne pasti ostalih pristopov k odvisnosti, kateri se osredotočajo le na korelacije. Kopule

izražajo odvisnost na kvantilni lestvici, katera je zelo uporabna za opisovanje odvisnosti ekstremnih vrednosti. V smislu upravljanja s tveganji so zelo naravne, saj nas že VaR vodi k razmišljanju o tveganju v smislu kvantilov. Pri upravljanju s tveganji imamo pogosto veliko boljše predstavo o mejnem vedenju posameznih dejavnikov tveganja kot o njihovi strukturi odvisnosti, zato so tudi pri tem kopule zelo uporabne. Pristop kopol se uporablja v npr. Monte-Carlo pristopu, kot je omenjeno že prej v delu.

**4.5. VaR.** Value-at-Risk je verjetno najbolj pogosto uporabljena mera tveganja v finančnih institucijah. Var je preprosta razširitev največje izgube, kar pritegne določene kritike. Ideja je enostavno zamenjati največjo izgubo z največjo izgubo, katera ni presežena z dano verjetnostjo.

**Definicija 4.1.** Naj bo dana stopnja zaupanja  $\alpha \in (0, 1)$ . VaR oziroma mera tveganja pri stopnji zaupanja  $\alpha$  je dana kot najmanjše število  $l$ , tako da verjetnost, da izguba  $L$  preseže  $l$ , ni večja od  $(1 - \alpha)$ . Formalno:

$$VaR_\alpha = \inf\{l \in \mathbb{R} : P(L > l) \leq 1 - \alpha\}$$

V verjetnostnem smislu je VaR preprosto kvantil porazdelitve izgub. Upoštevati moramo to, da v svoji definiciji VaR s stopnjo zaupanja  $\alpha$  ne daje nobenih informacij kaj se dogaja z izgubo, ki se pojavi z verjetnostjo manj kot  $1 - \alpha$ . To je očitna pomanjkljivost VaR kot mera tveganja. Zato je VaR dobila kot mera tveganja veliko kritik prav zaradi slabih lastnosti. V delu Artznerja je pokazano, da VaR ni koherentna, saj krši lastnost subaditivnosti, za katero pravijo, da jo ustrezna mera tveganja mora imeti. Drugi lastnosti, ki sta prav tako problem pri tej meri tveganja sta likvidnost in izbor primerne časovnega horizonta. Zavarovalnice se tipično vežejo za eno leto. Zaradi vseh teh pomankljivosti upravljalci tveganj raje uporabljajo pričakovani izpad (angl. expected shortfall), ta pa je tesno povezan z VaR. Pričakovani izpad ali krajše ES lahko zapišemo kot:

$$ES_\alpha = E(L \mid L \geq VaR_\alpha)$$

Torej vidimo, namesto da določimo stopnjo zaupanja  $\alpha$ , raje pogledamo VaR po vseh ravneh in imamo tako vpogled še v rep porazdelitve. Očitno je  $ES_\alpha$  odvisen samo od porazdelitve  $L$  in, da  $ES_\alpha \geq VaR_\alpha$ . Vendar kljub vsem prednostim je treba poudariti, da je pričakovani izpad bistveno težje izračunati kot VaR.

**4.6. Normalna porazdelitev.** Modeli finančnih tveganj so največkrat sami po sebi multivariatni. Spreminjanje vrednosti portfelja trgovanih instrumentov v določenem časovnem obdobju je odvisno od slučajnega vektorja sprememb faktorjev tveganja. V knjigi Quantitative risk management so naredili raziskavo in uporabili test normalnosti. Podatke so zbirali osem let, med leti 1993 in 2000, in jih oblikovali v dnevne, tedenske, mesečne in četrletne. Opazovali so asimetričnost in sploščenost vzorca. Dnevni, tedenski in mesečni rezultati so padli na testu normalnosti, predvsem zaradi prevelikih vrednosti pri sploščenosti vzorca. Pri četrletnih podatkih pa test sploščenosti ni zavrnil ničelne hipoteze normalnosti, medtem ko jo test asimetrije je. Tako da, obstaja nekaj dokazov, da so po četrta leta podatki blizu normalne porazdelitve. Takšni rezultati kot so opisani v tem preizkusu so povečini tipični tudi za finančne podatke. Iz tega lahko povzamemo, da v veliko primerih večrazsežna normalna porazdelitev ni najboljša izbira oziroma ni najboljši opis resničnega stanja. Poleg tega, da ima normalna porazdelitev močno simetrično obliko, je njena pomanjkljivost tudi ta, da so njeni repi so zelo ozki, kar povzroči, da ne dodeli zadosti teže

ekstremnim dogodkom. Boljša izbira porazdelitve je npr. eliptična porazdelitev, saj ima težji rep kot normalna porazdelitev. Torej velikokrat vzamemo za porazdelitev kar normalno porazdelitev, čeprav je prava porazdelitev težkorepa, kar seveda ne vrne pravih rezultatov. Sedaj pa si pogledajmo primer, kjer primerjamo model za dve različni porazdelitvi. Vzeli bomo normalno porazdelitev in  $t$  porazdelitev oziroma imenovano tudi studentovo porazdelitev. Za mero tveganja pa bomo vzeli  $VaR_\alpha$ . Studentova porazdelitev je simetrična porazdelitev s težkimi repi, torej so velike vrednosti bolj verjetne kot v normalnem modelu. Prav tako je bilo pokazano v veliko empiričnih študijah, da se dobro prilega. Vendar kljub temu se bi večina upravljalcev tveganj strinjala, da je  $t$  model bolj tvegan kot normalni model. Če pogledamo VaR pri 95% ali 97,5% stopnji zaupanja, se zdi normalna porazdelitev vsaj tako tvegana kot  $t$  model. Če pa je stopnja zaupanja 99% oziroma več, je tveganost večja pri repih modela  $t$ .

## SLOVAR STROKOVNIH IZRAZOV

**normal distribution** normalna porazdelitev  
**risk appetite** naklonjenost tveganju  
**SHE - Shareholders equity** vrednost delničarskega kapitala  
**confidence level** stopnja zaupanja - uporabljena pri VaR, označimo jo z  $\alpha$   
**risk management** upravljanje s tveganjem  
**risk-factors** faktorji tveganja  
**portfolio** portfelj  
**subadditivity** subaditivnost  
**risk exposure** izpostavljenost tveganju  
**approach** pristop

## LITERATURA

- [1] J. Peterlin, *Obvladovanje finančnih tveganj*, Zveza računovodij, finančnikov in revizorjev Slovenije, Ljubljana, 2005.
- [2] A.J. McNeil, R. Frey in P. Embrechts, *Quantitative risk management*, Princeton University Press, Princeton, 2005.
- [3] M. Koller, *Life insurance, risk management, essentials*, Springer, Berlin, 2011.
- [4] D. Murphy, *Understanding Risk : the theory and practice of financial risk management*, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2008.
- [5] *Finančno tveganje*, v: Finančni slovar, 2009-2015, [ogled 5. 8. 2016], dostopno na <http://www.financnislovar.com/definicije/financno-tveganje.html>.
- [6] Revija za zavarovalništvo in aktuarstvo, *Zavarovalniški horizonti*, verzija december 2014, [ogled 25. 8. 2016], dostopno na <http://www.zav-zdruzenje.si/wp-content/uploads/2014/12/Zavarovalniski-horizonti-december-2014.pdf>.