



Merja Mäkitalo

Vakuutusyhtiön taseen suojaus

59.

Shv-harjoitustyö

12.11.2001

Summary

The paper deals with the theory of Asset Liability Matching (ALM). The idea of this theory is to match the assets to the liabilities so that the flow of income and maturity proceeds from the assets coincide as good as possible with the outgo in respect of the liabilities. If we succeed in matching, the risks for the result and the solvency of the insurance company will reduce. We can also reduce the different kinds of risks in the balance sheet by using derivative instruments.

The theoretical background of ALM-theory is described in the second chapter of the paper. It also includes some examples of how to utilize the analysis of duration and convexity. There are many models for ALM like classical cash-flow matching, Redington's theory of immunization and the models of Wise and Wilkie.

The differences and the principles of derivative instruments are described in the third chapter of the paper. Derivative instruments are synthetic tools to hedge for e.g. interest and currency risks whereas ALM is the direct method to hedge. In addition of the static hedging the third chapter also presents the dynamic hedging by derivative instruments.

Sisällys

1. JOHDANTO	1
2. VASTUUVELAN JA SJOITUSOMAISSUUDEN YHTEENSOVITUS	2
2.1. ESIMERKKI SJOITUSTEN JA VASTUIDEN ONNISTUNEESTA JA EPÄONNISTUNEESTA YHTEENSOVITUKSESTA	8
2.2. VAKUUTUSYHTIÖN RAHALIKENTEEN ERILAISET RISKIT	10
2.2.1. Inflaatoriski	10
2.2.2. Korkoriski	11
2.2.3. Likviditeettiriski	14
2.2.4. Valuuttakurssiriski	15
2.2.5. Luottoriski	17
2.2.6. Arvonmuutosriski	18
2.3. SJOITUSTEN JA VASTUIDEN YHTEENSOVITTAMINEN VAIHEITTAIN	18
2.3.1. Vastuuvelan eri osien erityispiirteiden tunnistaminen ja siitä johtuvat erilaiset sijoitusvaatimukset	19
2.3.2. Eri sijoitusinstrumenttien erityispiirteiden tunnistaminen	20
2.3.3. Vakuutuksista ja sijoituksista syntyvien kassavirtojen ennustaminen	21
2.3.4. Uusien vakuutus tuotteiden markkinoille tuonnin vaikutus	22
2.3.5. Parempien sijoitusstrategioiden luominen sijoitusten ja vastuiden yhteensovittamiseksi	22
2.3.6. Olemassa olevien varojen uudelleen allokointi eri sijoituskohteisiin ja/tai vastuiden rakenteen muuttaminen	23
2.4. DURAATIO- JA KONVEKSIAANALYYSI	24
2.5. KLASSINEN KASSAVIRTOJEN YHTEENSOVITTAMISMENETELMÄ	33
2.6. REDINGTONIN IMMUNISAATIOTEORIA	34
2.7. TÄYDELLINEN IMMUNISAATIO	42
2.8. WISEN JA WILKIEN ALM-MALLIT	44
2.8.1. Wisen malli	45
2.8.2. Wilkien malli	47
2.9. ALM-TEORIAN KÄYTÄNNÖN SOVELLUS	50
3. SJOITUSSALKUN SUOJAUS	53
3.1. ERILAISSIA SUOJAUTUMISKEINOJA	56
3.1.1. Osakesalkun suojaus ostetuilla myyntioptioilla	57
3.1.2. Osakesalkun "suojaus" osto-optioita asettamalla eli nk. covered call -strategia	59
3.1.3. Osakesalkun suojaus osto-optioita asettamalla ja myyntioptioita ostamalla eli nk. sylinteri-strategia	61
3.1.4. Osakesalkun suojaus termiineillä	63
3.1.5. Osakesalkun suojaus indeksioptioilla	65
3.1.6. Dynaaminen salkunhallinta	66
3.1.7. Korkoriskiltä suojautuminen	68
3.1.8. Valuuttakurssiriskeiltä suojautuminen	72
LÄHDELUETTELO	75
LIITE 1	78
LIITE 2	79

1. Johdanto

Harjoitustyö jakaantuu kahteen osaan:

1. Vastuuvelan ja sijoitusomaisuuden yhteensovitus
2. Sijoitussalkun suojaus johdannaisinstrumenteilla.

Työn ensimmäisessä osassa käsitellään vastuuvelan ja sijoitusomaisuuden yhteensovittamista sekä ajallisesti että määrällisesti siten, että erilaiset taseeseen liittyvät riskit yhtiön tulokselle ja vakavaraisuudelle vähenevät. Tästä yhteensovituksesta käytetään yleisesti englanninkielistä lyhennettä ALM eli Asset Liability Matching. ALM-teoriassa keskeisiä ovat duraation ja konveksisuuden käsitteet. Työssä on esitelty erilaisia ALM-malleja kuten klassinen kassavirtojen yhteensovitus, Redingtonin immunisaatioteoria sekä Wisen ja Wilkien mallit. Esitettyä teoriaa on havainnollistettu käytännön esimerkeillä.

Työn toisessa osassa on käsitelty sijoitussalkun suojausta johdannaisinstrumentteja käyttäen. Suojauksen onnistumiseksi on tunnettava hyvin eri johdannaisinstrumenttien käyttötarkoitukset ja erityispiirteet. Esitettyä teoriaa on havainnollistettu lukuisilla esimerkeillä.

Kiitän tämän SHV-harjoitustyön ohjauksesta aktuaari Pertti Näyskää.

2. Vastuuvelan ja sijoitusomaisuuden yhteensovitus

Vakuutusyhtiön velkojen eli taseen vastattavien puolella suurin erä on vakuutustekninen vastuuvelka. Vakuutusyhtiön tulee yhtiön varoja sijoittaessaan ottaa huomioon, että vastuuvelka tulee katetuksi annettuja lakeja, asetuksia ja määräyksiä noudattaen. Vastuuvelkaa kattaessaan tulee vakuutusyhtiön ottaa huomioon ennen kaikkea se, millaista vakuutusliikettä yhtiö harjoittaa ja minkälainen on vastuuvelan rakenne. Vastuuvelan kattamista säätelevät toisaalta Vakuutusyhtiölaki, Vakuutusyhtiölain nojalla annettu Asetus ensivakuutusliikettä harjoittavan vakuutusyhtiön vastuuvelan katteesta sekä Vakuutusvalvontaviraston antama Määräys- ja ohjekokoelma kotimaisille vakuutusyhtiöille.

Vakuutusyhtiölaissa (L 28.12.1979/1062) on säädetty (VYL 10 luku 3b§), että vakuutusyhtiön hallituksen on laadittava yhtiön varojen sijoittamista koskeva suunnitelma (**sijoitus-suunnitelma**). Vakuutusyhtiölakia täydentää tältä osin Vakuutusvalvontaviraston Määräys- ja ohjekokoelmassa annetut tarkemmat määräykset sijoitussuunnitelman laatimisesta. Vakuutusyhtiölain muutoksen (L 17.3.1995/389) yksityiskohtaisissa perusteluissa (HE:330/1994) edellytetään, että sijoitussuunnitelmaa laadittaessa on otettava huomioon myös omien pääomien määrä ja vakuutusyhtiölain 11 luvun 7§:n vaatimukset. Lisäksi perusteluissa sanotaan, että sijoitussuunnitelmaan on liitettävä yhtiön vakuutusmatemaatikon lausunto siitä, että sijoitettaessa yhtiön vastuuvelkaa vastaavat varat sijoitussuunnitelman mukaisesti vastuuvelan kate täyttää yhtiön vastuuvelan luonteen edellyttämät vaatimukset ja että 11 luvun 7 §:n vaatimukset täyttyvät sijoitustoiminnan osalta. Vakuutusyhtiölain 11 luvun 7§:ssä sanotaan mm. seuraavaa: "Vakuutusyhtiön toimintapääoma, jälleenvakuutus ja muut yhtiön vakavaraisuuteen vaikuttavat seikat on järjestettävä vakuutetut edut turvaavalla tavalla, ottaen huomioon tuottojen ja kulujen todennäköinen vaihtelu sekä arvioitavissa olevat muut epävarmuustekijät". Täten on olemassa raamit, joiden rajoissa vakuutusyhtiö voi

sijoittaa vastuuvelan katteena olevia varojaan. On otettava huomioon esim. solvenssivaatimukset, katemääräykset, likviditeettivaatimukset ja vakuutusteknisen vastuuvelan tuotto-vaatimukset. Varoja sijoittaessaan vakuutusyhtiö ottaa edellä mainittujen vaatimusten lisäksi huomioon vielä asettamansa oman pääoman tuottovaatimukset.

Vakuutusyhtiölain nojalla annetussa Asetuksessa ohjeistetaan, miten vakuutusyhtiöiden tulee kattaa vastuuvelkansa (A ensivakuutusliikettä harjoittavan vakuutusyhtiön vastuuvelan katteesta 24.3.1995/461). Katettava vastuuvelka on karkealla tasolla määritellen jälleenvakuuttajien osuudella vähennetty vakuutusteknisen vastuuvelan bruttomäärä, joka on katettava sataprosenttisesti. Sosiaali- ja terveysministeriö sekä Vakuutusvalvontavirasto antamassaan Määräys- ja ohjekokoelmassa ovat antaneet määräykset siitä, millaista omaisuutta katteena voidaan käyttää. Lisäksi on määrätty, kuinka suuri eri omaisuuserien osuus saa katteesta olla eli on säädetty enimmäismäärät eri omaisuuslajeille ja miten eri omaisuuserien katearvot määritetään.

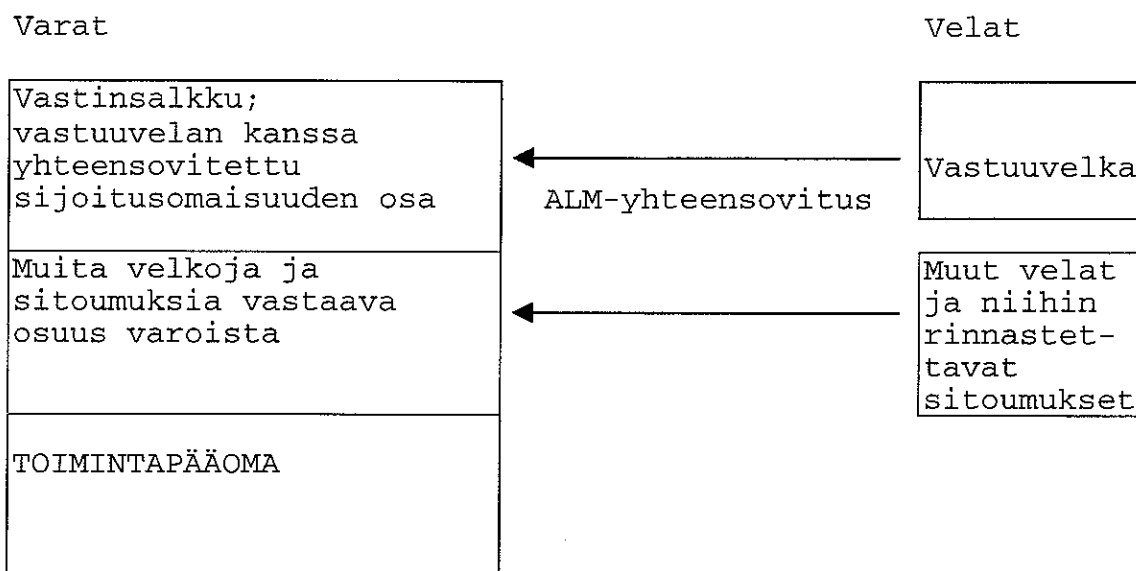
Epästabiilit sijoitusmarkkinat ja muuttuvat korot asettavat suuria vaatimuksia sijoituskohteiden valinnalle. Vakuutusyhtiön tulee pyrkiä tasapainottamaan taseessa olevat vastuut ja sijoitukset niin hyvin, että erilaiset riskit kuten korko- ja valuuttariskit vähenevät tai eliminoiduvat kokonaan. Taseen vastaaviin sisältyvät sijoitukset käsittävät mm. kiinteistöjä, osakkeita ja lainasaamisia, jotka reagoivat kukin hyvinkin erilaisella herkkyydellä ja viipeellä esim. korko- ja inflaatiomuutoksiin. Esim. kiinteistöjen arvot saattavat reagoida nopeastikin inflaatiomuutoksiin, kun taas osakkaiden arvojen riippuvuus inflaatiomuutoksesta on heikompi lyhyellä aikavälillä. Vastuuvelan ja sijoitusomaisuuden ajallista ja määrällistä yhteensovittamista siten, että erilaiset taseeseen liittyvät riskit yhtiön tulokselle ja vakavaraisuudelle vähenevät, kutsutaan englanninkielisellä termillä **Asset Liability Matching (ALM)**. Saatavien ja velkojen epätasapainoa kutsutaan termillä

Mismatching.

EU:ssa ollaan lähivuosina (arviolta vuonna 2005) ottamassa käyttöön IAS:n eli kansainvälisen laskentastandardin mukaista tilinpäätösstandardia. Kyseinen tilinpäätösstandardi tulee pakolliseksi pörssiyhtiöille ja muille yhtiöille soveltaminen tultaneen sallimaan. IAS-vakuutusstandardi kuitenkin valmistunee käyttöönotettavaksi vasta parisen vuotta myöhemmin yleisen IAS-tilinpäätösstandardin käyttöönoton jälkeen. IAS:n mukaisessa tilinpäätöksessä sekä varat että velat tulee arvostaa käypiin arvoihin. Aktuaariyhdistysten kansainvälisen yhdistyksen IAA:n määritelmän mukaan käypään arvoon arvostetun vastuuvelan kanssa yhteensovitettu **käypään arvoon arvostettu sijoitusomaisuuden vastinsalkku** (fair value immunizing replicating portfolio) on sellainen, joka minimoi käypien arvojen nettomuutoksen koron muuttuessa. Käypien arvojen nettomuutoksella tarkoitetaan sijoitusomaisuuden käyvän arvon ja vastuuvelan käyvän arvon erotuksen muutosta. Jos sijoitusmarkkinat olisivat täydelliset, olisi aina löydettävissä vastuuvelkaan nähden täysin yhteensojiva sijoitusomaisuuden vastinsalkku. Mismatching-riski minimoituu, jos vastuuvelan ja vastinsalkun duraatio ja konveksisuus ovat yhtäsuuret. Duraation ja konveksisuuden käsitteisiin palaamme kappaleessa 2.4.

Sitä määrää, jolla vakuutusyhtiön varojen on katsottava ylittävän vakuutusyhtiön vastuuvelan ja muiden velkojen sekä niihin rinnastettavien sitoumusten määrän kutsutaan vakuutusyhtiön toimintapääomaksi. Toimintapääoma toimii eräänlaisena puskurina, jota saatetaan tarvita esim. silloin, kun vastuuvelka ja sen kanssa yhteensovitettu sijoitusomaisuuden osa eli **vastinsalkku** (replicating portfolio) ovat epätasapainossa joko ajallisesti tai määrällisesti. Epätasapainon syynä voi olla vastuuvelan estimointivirhe, koska vastuuvelka on joka tapauksessa arvio. Vastuuvelka voi osoittautua riittämättömäksi myös muuttuneen vahinkokehityksen takia. Esim. lama pidentää työkyvyttömyyseläkkeiden kestoa, koska korkean työttömyyden takia ei töitä ole tarjolla ja työkyvyttömällä ei ole motivaatiota tervehtyä,

koska hänellä ei ehkä ole enää työpaikkaansa jäljellä. On erittäin tärkeää pystyä hallitsemaan vastuuvelan ja sijoitusomaisuuden vastinsalkun Mismatching-riskiä, jotta yhtiö pysyy solventtina. Varojen ja velkojen keskinäistä suhdetta havainnollistaa Kuvio 1:



Kuvio 1.

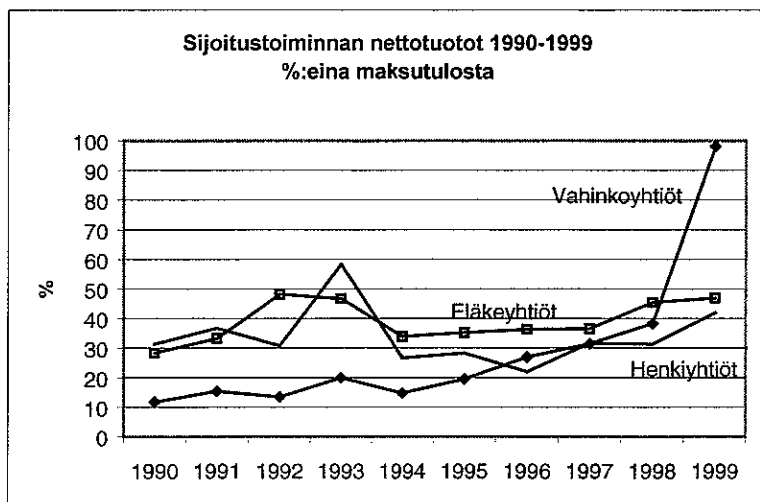
Sijoitusomaisuuden ja vastuuvelan tasapainottaminen lähtee liikkeelle siitä, että ensin pyritään ennustamaan mahdollisimman tarkasti vastuuvelan erääntymisajankohdat ja erääntyvät määrät. Tämän jälkeen on pyrittävä valitsemaan sellaiset sijoitusinstrumentit, jotka sekä maturiteeteiltaan että määriltään mahdollisimman hyvin vastaavat vastuuvelkaa. Täsmäyttäminen tulee tehdä valuuttakohtaisesti eli tietyssä valuutassa oleva vastuu katetaan samassa valuutassa olevalla ja vastuun kanssa ajallisesti yhtäpitkällä ja määrällisesti yhteensopivalla sijoituksella. Jos vastuiden ja sijoitusten yhteensovitus onnistuu, maksettavat korvaukset voidaan rahoittaa erääntyvillä sijoituksilla ja vastuuvelan lisäyksistä tehdään uusia sijoituksia, jotka kestoltaan ovat yhteneväisiä vastuiden kanssa. Jos yhteensovitus onnistuu täydellisesti, puhutaan **täydellisestä immunisatiota**. Mismatching-riski pienenee, jos vakuutusliikkeen volyymi kasvaa jatkuvasti, koska kasvavalla kassavirralla

voidaan maksaa vanhojen vuosien vastuita. Vastuiden ja sijoitusten yhteensovituksen tärkeys korostuu varsinkin vakuutusliikkeen volyymin pienentyessä. Sijoitussalkku voidaan rakentaa esim. obligaatioista, joiden maturiteetit ja määrät pystytään ennustamaan hyvinkin tarkasti. Toisaalta kiinteistöt ja osakkeet antavat obligaatioita paremman inflaatio suojan, mutta niiden yhteensovittaminen vastuiden kanssa on taas vaikeampaa.

Sijoituskohteita valittaessa on otettava huomioon sekä turvaavuus- että tuottonäkökohdat. Turvaavuusnäkökulmassa korostuu ennen kaikkea yhtiön vakavaraisuuden varmistaminen. Toisaalta turvaavuusvaatimuksen kanssa on yhteensovitettava tuottotavoite: minimituottovaade vs. kilpailun asettama tuottovaade. Perustekorko asettaa minimituottovaateen. Samoin on huolehdittava varojen asianmukaisesta hajauttamisesta, monipuolisuudesta ja rahaksi muutettavuudesta eli likvidiydestä. Katemääräyksillä pyritään turvaamaan sijoitusten riittävää hajauttamista ja monipuolisuutta, jotta ei syntyisi riskikeskittymiä. Vastuuvelan pituus asettaa omat vaatimuksena sijoitusten likvidiydelle. Ns. lyhyitä vastuita ovat esim. yksityistalouksien riskivakuutukset vahinkoyhtiöissä ja ns. pitkiä vastuita ovat esim. henkilövahinkojen elinkorot.

Vakuutusyhtiöiden sijoitustoiminnasta saatavat tuotot ovat merkittävä osa vakuutustoiminnan rahoituksesta. Vuonna 1999 sijoitustoiminnan nettotuotot suhteessa maksutuloon olivat eläkevakuutusyhtiöissä 47 prosenttia, vahinkovakuutusyhtiöissä 98 prosenttia ja henkivakuutusyhtiöissä 42 prosenttia (Vakuutusyhtiöiden Keskusliiton vakuutustaloudellinen katsaus; sijoitustoiminta 1999). Vuosi 1999 oli vahinkoyhtiöillä poikkeuksellinen, mikä selittyy Pohjola-yhtiöiden tekemällä Nokia-osakkeiden myynneillä ja arvonkorotuksella. Pitkällä aikavälillä henki- ja eläkeyhtiöiden sijoitustoiminnan nettotuottojen osuus maksutulosta on ollut suurempi kuin vahinkoyhtiöillä. Sijoitustoiminnan nettotuottojen

osuutta maksutulosta vuosina 1990-1999 havainnollistaa seuraava kuvio 2.



Kuvio 2. Sijoitustoiminnan nettotuotot %:eina maksutulosta vuosina 1990-1999.

Havainnollistetaan aluksi esimerkillä vastuiden ja sijoitusten yhteensovittamista kappaleessa 2.1. Kappaleessa 2.2. tarkastellaan lähemmin vakuutusyhtiön rahaliikenteen erilaisia riskejä ja mistä ne aiheutuvat. Kappaleessa 2.3. esitetään sijoitusten ja vastuiden yhteensovittaminen vaihteittain. Kappaleessa 2.4. käsitellään duraatio- ja konveksianalyysiä. Kappaleissa 2.5., 2.6., 2.7. ja 2.8. on esitetty erilaisia menetelmiä kassavirtojen yhteensovittamiseksi. Toinen tärkeä rahaliikenteen riskienhallinnan työkalu ALM-työkalun ohella on johdannaisinstrumentit, joita käsitellään kappaleessa 3. Kaikkia rahaliikenteen riskejä (esim. operatiivinen riski) vastaan ei ole olemassa erityistyökaluja. Tällöin riskienhallinta on lähinnä riskin määrän hallintaa.

2.1. Esimerkki sijoitusten ja vastuiden onnistuneesta ja epäonnistuneesta yhteensovituksesta

ALM-käsitteen selventämiseksi tarkastellaan esimerkkiä, jossa molempien vahinkovakuutusyhtiöiden A ja B vastuiden keskimääräinen kesto on sama 10,9 vuotta. Yhtiöiden sijoituskannan rakenne on erilainen: yhtiön A sijoitusten keskimääräinen juoksuaika (kts. kaava 2.4.1) on 5,3 vuotta ja yhtiön B 11,5 vuotta. Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, että yhtiöiden A ja B vakuutuskanta pysyy ennallaan tarkasteluajanjaksona. Olkoon tarkasteluajanjakson pituus 33 vuotta ja käytetty diskonttauskorko 11 % vuodessa. Esimerkissämme käytetty diskonttauskorko on epärealistisen korkea nykyoloissa, mutta kyseinen korko on valittu pelkästään erojen esillesaamiseksi yhtiöiden A ja B välillä.

Vuosi	Korvaukset+liikekulut-maksutulo	Korkotulo+pääomanpalautus	
		A	B
3	300	1050	300
8	800	750	675
13	900	375	1500
18	900	75	1500
23	600	0	810
28	400	0	0
33	300	0	0
Nykyarvo	1021	1201	1201

Taulukko 1.

Kummankin yhtiön nettovarallisuuden nykyarvo on sama eli 180 diskonttauskoron ollessa 11%. Koron muuttuessa vakuutusyhtiöiden A ja B nettovarallisuuden nykyarvot eivät enää olekaan yhtä suuret, mikä taas johtuu sijoituskannan erilaisesta rakenteesta:

Korko	Nettovarallisuus		Nettovarallisuus prosentteina vastuista	
	A	B	A	B
14	271	118	35	15
13	248	136	29	16
12	218	157	23	17
11	180	180	18	18
10	132	206	12	18
9	72	236	6	19
8	-3	269	0	19
7	-98	306	-6	19
6	-216	346	-12	20
5	-365	389	-18	19
4	-551	435	-24	19

Taulukko 2.

Yllä olevasta esimerkistä voimme todeta, että koron vaihdellessa vakuutusyhtiön B nettovarallisuus suhteessa vastuisiin ei juurikaan vaihtelee. Yhtiön A nettovarallisuus sen sijaan vaihtelee erittäin paljon. Lisäksi yhtiö A ei todennäköisesti täytä vakavaraisuusvaatimuksia koron laskiessa alle 10 prosentin. On vaikea määritellä aivan eksaktisti sitä rajaa, missä yhtiö A on insolventti.

Vastuuvelkaa laskettaessa käytettävä korko tulee valita turvaavasti siten, että vastuuvelkalaskelmissa käytetty korko ei ylitä tätä vastuuvelkaa kattavan omaisuuden turvaavasti määriteltä tuottotasoa. Lisäksi korkokantaa valittaessa on otettava huomioon kaikki vastuuvelkaa mahdollisesti korottavat tekijät, kuten esimerkiksi inflaatio. Kuten edellä mainittiin, 11 prosentin diskonttauskorko nykyoloissa on aivan epärealistinen. Sosiaali- ja terveysministeriö on määritellyt vastuuvelan laskennassa käytettävän korkeimman sallitun korkokannan erikseen henki- ja vahinkovakuutuksen osalta (sosiaali- ja terveysministeriön määräys henki- ja vahinkovakuutusyhtiön vastuuvelkaa laskettaessa noudatettavista periaatteista ja käytettävän koron enimmäismäärästä). Henkivakuutusten vastuuvelkalaskelmissa sallittavan korkokannan ylärajaan vaikuttaa vakuutuksen myöntämisaikajankohta ja se, onko kyseessä ylijäämän jakoon osallistuva vai osallistumaton vakuutus vai onko kyseessä

sijoitussidonnainen vakuutus. Ylijäämän jakoon osallisten henkivakuutusten vastuuvelkalaskelmissa ei saa käyttää yli 3,5 prosentin korkokantaa 1.1.1999 jälkeen myönnettyjen vakuutusten osalta. Ennen 1.1.1999 myönnettyjen ylijäämän jakoon osallisten henkivakuutusten vastuuvelkalaskelmissa sallitulle ylimmälle korkokannalle on oma säännöstönsä (4,5% tai 3,5%). Vahinkovakuutuksen vastuuvelkalaskelmassa korkoutusta saa käyttää vain korvausvastuulaskelmassa ja siinäkin vain vastuuvelka-asetuksessa määritellyin edellytyksin (A vakuutusyhtiön vastuuvelan laskentaperiaatteista 5.3.1999/248). Jos vahinkovakuutusyhtiön korvausvastuulaskelmassa sovelletaan korkoutusta, ei korko saa ylittää 4 %:n korkokantaa.

2.2. Vakuutusyhtiön rahaliikenteen erilaiset riskit

Vakuutusyhtiön rahaliikenteen erilaisia riskejä ovat inflaatoriski, korkoriski, likviditeettiriski, valuuttakurssiriski ja luottoriski sekä arvomuutosriski. Pääsääntöisesti sijoitustoiminnassa riski on sitä suurempi, mitä suurempi on tuotto-odotus. Sijoitusriskejä voidaan pienentää, mutta ei täysin poistaa, hajauttamalla sijoituksia eri kohteisiin ja eri sijoitustyyppeihin sekä valitsemalla ensiluokkaisia sijoituskohteita. Täydellinenkaan osakesalkun hajauttaminen (jos ylipäänsä mahdollistakaan) ei kuitenkaan poista sitä riskiä, minkä osakemarkkinoiden yleinen romahdus voi aiheuttaa. Seuraavassa on tarkasteltu kunkin edellä mainitun riskin erityispiirteitä.

2.2.1. Inflaatoriski

Odottamaton inflaatio voi tuottaa ongelmia etenkin nimellisten sijoitusvälineiden haltijoille, joiden reaalitytuotoon odottamaton inflaatio suoraan vaikuttaa. Esimerkiksi sijoituslainoilla ei ole inflaatio suojaa, jolloin sijoituslainojen reaaliarvo voi alentua, vaikka nimellisarvo ei alenisikaan. Jos korkokehitys poikkeaa suuresti inflaatiokehityksestä, voi reaalitytuotto olla jopa negatiivinen. Tä-

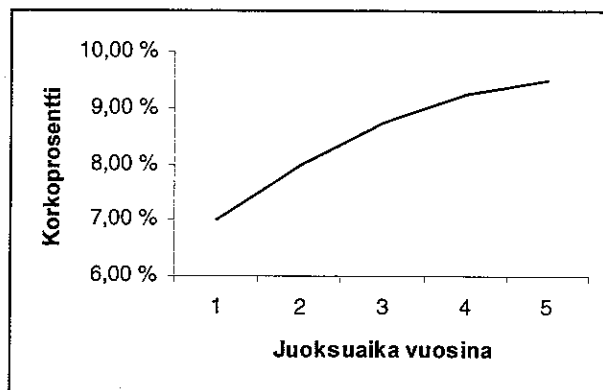
ten sijoituskohteiden valintaan vaikuttaa oleellisesti odotettavissa oleva inflaatio- ja korkokehityksen suhde. Vuonna 1999 perustetun Euroopan talous- ja rahaliiton (EMU) yhdeksi keskeiseksi tavoitteeksi asetettiin matala inflaatio, joten periaatteen tasolla korkean inflaation vaara ei ole suuri. Tosin käytännön tasolla riskistä voidaan ehkä puhua. Joulukuussa 2000 Suomen inflaatio oli 3,5 prosenttia. Inflaatio on Suomessa tällä hetkellä selvästi euromaiden keskitason yläpuolella. Suomen kuluttajahintojen ripeän nousun syynä on ollut viime aikoina EU:n keskimääräistä nopeampi talouskasvu ja se, että öljyn hinnannousun vaikutus on Suomessa suurempi kuin EU:ssa keskimäärin (lämmitys, pitkät etäisyydet). Yhdenmukaistetun kuluttajahintaindeksin mukaan euromaiden inflaatio oli 2,6 prosenttia joulukuussa 2000 eli yli Euroopan Keskuspankin asettaman inflaatiotavoitteen, joka on kaksi prosenttia. Korkea inflaatio voi aiheuttaa vakuutusyhtiölle vakavaraisuusongelmia, sillä oma pääoma ei automaattisesti seuraa hintatason nousua kuten korvausmeno. Tästä seuraa, että yhtiön vastuunkantokyky, joka on oman pääoman, varausten, arvostuserojen ja tasoitusmäärän summa suhteessa vakuutusmaksutuottoihin, pienenee. Vastuunkantokyvyn pienenemistä voidaan eliminoida kasvattamalla joko tasoitusmäärää tai toimintapääomaa inflaation aiheuttamaa vajausta vastaavasti.

2.2.2. Korkoriski

Useat eri tekijät vaikuttavat vallitsevaan korkotasoon. Tärkeimpiä niistä ovat inflaatio ja valtion harjoittama talous- ja rahapolitiikka sekä Euroopan Keskuspankin ja vähenevässä määrin Suomen Pankin tekemät korkotasopäätökset sekä kansainväliset valuutta- ja korkomarkkinat. Myös sijoitusajanjakson pituudella on vaikutusta korkotasoon (lyhyet ja pitkät korot) samoin kuin sijoitukseen tai lainaan liittyvä riski ja epävarmuus nostavat korkotasoa. Lisäksi korkotasossa on myös puhdasta satunnaismuutusta.

Korkoriskiä voidaan mitata kolmella vaihtoehtoisella mitalla. Nämä mitat ovat volatilitteetti, elastisuus ja kurssiriski, joista ensin mainittu on yleisimmin käytetty korkoriskin mitta. **Volatilitteetti** ilmaisee sijoitusvälineen hinnanmuutoksen prosenteissa, kun korkotaso muuttuu yhdellä prosenttiyksiköllä. Jos taas halutaan tutkia sijoitusvälineen prosentuaalista hinnanmuutosta siinä tapauksessa, kun korkotaso muuttuukin yhden prosentin eikä yhden prosenttiyksikön, käytetään **elastisuutta** korkoriskin mittana. Esim. jos velkakirjan hintaelastisuus on -6%, nousee velkakirjan hinta +6% koron laskiessa yhden prosentin. Koron noustessa yhden prosentin velkakirjan hinta laskee vastaavasti 6 prosenttia. Korkoriskin mittana käytetty **kurssiriski** ilmoittaa sijoitusvälineen hinnan muutoksen markkoina, kun korkotaso muuttuu yhdellä prosenttiyksiköllä. Pääsääntöisesti kurssiriski eli hinnan muutosriski on sitä suurempi, mitä pitempi on jäljellä oleva juoksuaika.

Eri sijoitusvälineiden ja samojen sijoitusvälineiden eri juoksuaikojen välisiä korkoeroja kuvataan usein **tuottokäyrällä** (yield curve), missä todelliset (efektiiviset) korot kuvataan juoksuajan funktiona. Esimerkiksi eri juoksuaikaisten sijoitustodistusten korkoerot saattavat olla hyvinkin huomattavat. Tuottokäyrä kuvaa markkinoiden korkovaatimuksia ja siis epäsuorasti markkinoiden korkoodotuksia. **Odotushypoteesin** mukaan tuottokäyrä on nouseva (Kuvio 3.), jos korkotason oletetaan nousevan ja jos korkotason oletetaan laskevan, on tuottokäyrä laskeva. Nousevaa tuottokäyrää voidaan selittää myös **hintariskiteorialla**: Pitkän instrumentin valinneet sijoittajat vaativat suurempaa tuottoa kuin lyhyen instrumentin valinneet, koska pitkään instrumenttiin sisältyy suurempi epävarmuus.



Kuvio 3. Korkoeroja kuvaava tuottokäyrä.

Yleensä tuottokäyrä on nouseva eli mitä pitempi juoksuaika, sitä suurempi korkoprosentti. Korkean inflaation vallitessa tuottokäyrä tosin voi olla laskeva, mikä selittyy sillä, että lyhyet korot ovat korkealla korkean inflaation vuoksi ja pitkällä aikavälillä inflaation oletetaan laskevan "normaalille" tasolle, jolloin pitkät korot ovat alempana kuin lyhyet korot. Tuottokäyrä voi olla myös tasainen, jolloin sijoitusmarkkinoilla samoin kuin inflaation tasossa ei oleteta tapahtuvan dramaattisia muutoksia.

Korkoriskin voidaan ajatella jakaantuvan kahteen epävarmuustekijään, jotka ovat **uudelleensijoitusriski** (reinvestment risk) ja **sijoituksen likvidoinnissa syntyvä riski** (disinvestment risk). Ensiksimainittu riski syntyy silloin, kun tulevaisuudessa erääntyvät sijoitukset saatetaan joutua uudelleensijoittamaan pienemmällä korolla. Vakuutusyhtiöllä uudelleensijoitusriskejä syntyy kahdella tavalla: joko nettokassavirta on positiivinen tai tehtyjen sijoitusten keskimaturiteetti on lyhyempi kuin vastuiden keskimaturiteetti, jolloin varat joudutaan sijoittamaan uudelleen ennen vastuiden realisoitumista ehkä pienemmällä tuottotasolla kuin aiemmassa sijoituksessa. Jos taas tulevaisuudessa syntyvä nettokassavirta on negatiivinen tai sijoitusten keskimaturiteetti pitempi kuin vastuiden keskimaturiteetti, saatetaan joutua realisoimaan sijoituksia alemmilla hinnoilla kuin on aikanaan hankittu johtuen korkotason noususta.

Jos varat ja velat ovat korkoriippuvuudeltaan paljon toisistaan poikkeavat, saattaa syntyä huomattava korkoriski kuten edellä olevassa kappaleen 2.1. esimerkissä todettiin. Henki- ja eläkevakuutusyhtiöiden on huolellisesti valittava se korko, jonka yhtiö takaa vakuutukseen syntyvälle säästölle eli vastuuvälille. Korkokantaa määrättäessä tulee pitää mielessä se, että yhtiön tulee saada vähintään sen suuruinen korko sijoituksilleen. Koska vakuutus sopimukset ovat useinkin hyvin pitkiä kestoaltaan, on korkokanta syytä valita riittävän alhaiseksi.

Taseen korkoriskiä voidaan pienentää muuttamalla sijoitus-salkun duraatiota (kappale 2.4.) siten, että sijoitukset ovat yhteensopivia ajallisesti velkojen kanssa. Taseen korkoriskiä voidaan pienentää myös käyttämällä termiinisopimuksia ja koronvaihtosopimuksia salkun suojauksessa korkoriskiltä (kappale 3.1.7.).

2.2.3. Likviditeettiriski

Likvidi sijoitusväline on sellainen, joka voidaan muuttaa rahaksi milloin tahansa ilman, että siitä koituu huomattavasti lisäkustannuksia sijoittajalle. Ts. likvidillä sijoitusvälineellä on oltava toimivat jälkimarkkinat, jotta sille muodostuu jatkuvasti, kysynnän ja tarjonnan määräämä markkinahinta. Esimerkiksi kiinteistöomaisuus voi aiheuttaa likviditeettiriskin silloin, kun kyseistä omaisuutta ei pystytä realisoimaan taloudellisen laman aikana. Likviditeettivaatimus edellyttää, että vakuutusyhtiöllä on rahaa joko kassassaan tai muuten helposti realisoitavissa kunakin hetkenä sen verran, kuin lyhytaikaisten velkojen maksu edellyttää. Likviditeettiriski koskee korvauksia ja muita yhtiön velvoitteita kuten palkkoja sekä taseen vastattavaaeristä lähinnä muuta velkaa. Katastrofivahinkojen ja suurvahinkojen osalta likviditeetti tulee turvata jälleenvakuutussuojalla. Vakuutus alalla likviditeettiriski ei yleensä ole niin suuri kuin muilla aloilla, sillä kassavirta on tulojen ja menojen ajoittumisesta johtuen yleensä positiivi-

nen. Likviditeettiongelmia vakuutustoiminnassa voi syntyä erityisesti silloin, kun vakuutusten myynti alkaa kangerrella ja kassavirta menee negatiiviseksi eli vakuutusmaksu- ja tulee kassaan vähemmän kuin mitä maksetaan korvauksina kassasta ulos. Kassavirran voi kääntää negatiiviseksi myös korkotason nousu, jolloin vakuutusten takaisinostot lisääntyvät vakuutuksenottajien etsiessä parempia sijoituskohteita. Likviditeettiriskejä saattaa syntyä kolmesta eri syystä:

- sijoituksia on liian vähän suhteessa velkoihin
- sijoitusvälinettä koskevat säännöt ja määräykset ovat niin monimutkaiset, että muuntaminen rahaksi ei onnistu riittävän nopeasti
- vakuutusyhtiön varat eivät ole riittävän likvidit suhteessa velkoihin, ts. ei ole toimivia jälkimarkkinoita.

2.2.4. Valuuttakurssiriski

Ulkomaanrahan määräiset saamiset ja velat voivat aiheuttaa valuuttakurssiriskejä. Vakuutusyhtiölle voi syntyä valuuttakurssiriskejä, jos yhtiö harjoittaa ulkomaista jälleenvakuutustoimintaa tai harjoittaa ulkomailla ensivakuutustoimintaa.

Euroopan talous- ja rahaliiton EMUn toteutumisen myötä on valuuttakurssiriski poistunut niiden valuuttojen osalta, jotka liittyivät EMUun. Jäljelle on jäänyt kuitenkin EMUun liittymättömien valuuttojen kuten esim. punnan, Ruotsin ja Tanskan kruunun sekä dollarin ja jenin valuuttakurssiriski.

EU:n vakuutustoimintaa koskevien direktiivien voimaan astumisen myötä on ulkomailla harjoitettavan ensivakuutustoiminnan harjoittaminen helpottunut, sillä direktiivit sallivat vakuutustoiminnan harjoittamisen kotimaan ulkopuolella joko sijoittautumisoikeuden tai vakuutuspalvelujen vapaan tarjonnan perusteella. Ulkomainen jälleenvakuutustoiminta on valuuttakurssiriskien vuoksi siinä mielessä ongelmalli-

nen, että aikaviive saatujen vakuutusmaksujen ja viimeisten korvausten välillä saattaa olla pitkä.

Valuuttakurssiriskejä syntyy silloin, kun vakuutus sopimuksia tehdään eri valuutoissa kuin sijoituksia eli vastuuvelan katteena olevat sijoitukset ovat eri valuutassa kuin vastuuvelka. Valuuttakurssiriskin rajoittamiseen liittyviä määräyksiä sisältyy sekä sosiaali- ja terveysministeriön yhtiön vastuuvelan katetta koskevaan asetukseen (A ensivaakuutusliikettä harjoittavan vakuutusyhtiön vastuuvelan katteesta 24.3.1995/461) että Vakuutusvalvontaviraston ohjeisiin (Määräys- ja ohjekokoelma kotimaisille vakuutusyhtiöille Dnro 2/002/1999).

Sosiaali- ja terveysministeriön yhtiön vastuuvelan katetta koskevan asetuksen 12 § 1 momentin mukaan "vastuuvelka on katettava sen valuutan määräisin varoin, jossa vakuutusyhtiön on täytettävä vakuutussopimukseen perustuvat sitoumukset". Vahinkovakuutusyhtiön sitoumuksissa käytettävä valuutta määräytyy Vakuutusvalvontaviraston määräys- ja ohjekokoelman mukaisesti. Edelleen asetuksen 12 §:ssä säädetään, että kyseisen pykälän "1 momentissa säädettyä ei sovelleta, jos vakuutusyhtiö sen mukaan olisi velvollinen pitämään varoja tietyssä valuuttana määrän, joka vastaa enintään 7 prosenttia muina valuuttoina olevista vastuuvelan katteeseen luetuista varoista". Asetuksen 1 momenttia rajoittaa vielä kyseisen pykälän 3 momentti, jonka mukaan "enintään 20 prosenttia tietyssä valuutassa täytettäviä sitoumuksia vastaavan vastuuvelan katteesta saa olla muita varoja kuin tämän valuutan määräisiä tai sellaisia varoja, jotka on suojattu valuuttakurssien muutoksilta".

Vakuutusvalvontaviraston ohjeiden mukaan vakuutusyhtiön, jolla on ulkomaan valuutan määräisiä velkoja tai varoja, on huolehdittava siitä, ettei yhtiön minkään valuutan määräinen valuuttariski pääse muodostumaan kohtuuttoman suureksi suhteessa yhtiön riskinkantokykyyn. Yhtiön hallituksen tulee päättää yhtiön valuuttaliikkeen järjestämisessä nouda-

tettavista periaatteista. Valuuttakurssiriskin rajoittamiseksi vakuutusyhtiöllä on oltava toimintapääoman vähimmäismäärää vastaava määrä euron tai vastuuvelan muun pääarvotan määräisiä varoja.

2.2.5. Luottoriski

Yritysten luotonkysynnän voimakkaasti laskiessa vakuutusyhtiöitä voisi vaikkapa kiinnostaa kotitalouksien luototus esim. asuntolainan muodossa. Näin vakuutusyhtiön rooli täyden palvelun talona korostuisi: asiakas voisi hoitaa sekä vakuutus- että laina-asiansa samassa paikassa. Asiakaslunon myöntämisedellytyksenä voisi olla esim. kokonaisasiakkuus eli asiakkaan vakuutusten edellytettäisiin olevan kyseisessä vakuutusyhtiössä ja asiakkaan vakuutusmaksujen määrän edellytettäisiin ylittävän jonkin ennalta määritellyn rajan. Onhan tosin nykyisinkin kotitalouksille myönnetty lainoja, mutta vain vakuutuskirjaa vastaan. Juridisille henkilöille vakuutusyhtiöt ovat myöntäneet sijoituslainoja ja työeläkeyhtiöt lisäksi takaisinlainoja. Lainanannosta voi vakuutusyhtiölle syntyä luottotappio lainanottajan maksukyvyttömyyden vuoksi. Luottotappio voi syntyä myös siten, että lainanottajan antamat vakuudet osoittautuvat laadultaan epäkuranteiksi. Lainanottajan tullessa maksukyvyttömäksi vakuudet saattavat osoittautua täysin riittämättömiksi. Eräänlaisena vakuutusyhtiön luottoriskinä voidaan pitää myös luottotappioita vakuutusmaksusaatavista. Jos jatkuvan vahinkovakuutuksen vakuutusehdoissa on määrätty, että vakuutuksenantajan vastuu ei lakkaa ennen vakuutuskauden päättymistä, vaikka vakuutuskautta koskevaa maksua ei olisikaan suoritettu, vakuutuksenantaja saa periä vakuutusmaksun viivästyskorkoineen ulosottotoimin ilman tuomiota tai päätöstä noudattaen, mitä verojen ja maksujen perimisestä ulosottotoimin annetussa laissa säädetään. Jos vakuutusmaksua ei saada perittyä maksajan ollessa varaton tai tuntematon, kirjataan vakuutusmaksusaatava luottotappioksi.

2.2.6. Arvonmuutosriski

Sijoitusten arvot markkinoilla muuttuvat päivittäin, mikä on normaalia arvonmuutosta. Talouden nousukausi ja taantuma saattavat vaikuttaa kokonaisuutena merkittävästi sijoitusten arvoihin. Kiinteistöjen arvon muutos riippuu mm. kiinteistön sijainnista, aiotusta käyttötarkoituksesta, viranomaisten päätöksistä ja vuokramarkkinoista. Esimerkkinä viranomaisten päätösten kielteisestä vaikutuksesta omaisuuden arvoon voisi olla se, ettei yhtiön omistuksessa olevalle tontille saada rakennusoikeutta, jolloin tontin arvo laskee. Arvonalenemisen äärimuoto on pääoman menettäminen kokonaan. Tästä esimerkkinä voisi olla vakuutusyhtiön hallussa olevien osakkeiden arvon mitätöityminen sen vuoksi, että yhtiö, jonka osakkeita omistetaan, menee konkurssiin.

2.3. Sijoitusten ja vastuiden yhteensovittaminen vaiheittain

Vakuutusmatemaatikolla ja sijoitusjohdolla saattaa olla erilaiset näkemykset vastuiden katteeksi valittavista sijoitusinstrumenteista. Toisaalta vastuut tulisi olla katettu mahdollisimman turvaavasti ja toisaalta sijoitusten tuotto tulisi maksimoida. Sijoitusinstrumenttien valinnassa tulee ottaa huomioon kyseisten instrumenttien hinta, jotta katteeksi ei tulisi ylihinnoiteltuja sijoituksia. Tavoitteena on löytää optimitilanne, jossa molemmat intressit olisi mahdollisimman hyvin täytetty. Yhtiöön sijoittavaa kiinnostaa ennen kaikkea yhtiön kannattavuus, jonka tunnuslukuna yleisesti käytetään suuretta **ROE** (return on equity) eli **oman pääoman tuottoprosenttia**. Sijoituskohteita valittaessa ei saa tuijottaa vain sijoituksen tuottoprosenttia, vaan huomioon tulee ottaa mm. sijoitukseen liittyvät erilaiset riskit kuten korko- ja luottoriski, sijoitusinstrumentin hinta ja oman pääoman tuottovaatimus. **Portfolioteoriassa**, joka on teoria siitä, mihin varat tulisi sijoittaa, sijoitusstrategia on tiivistetty tuoton odotusarvon ja varianssin käsitteisiin: tuoton mittana käytetty odotusarvo

tulee maksimoida ja riskin mittana käytetty varianssi minimoida. Portfolioteorian heikkoutena on se, että se unohtaa sijoitusten yhteensovittamisen vastuiden kanssa ajallisesti ja määrällisesti toisin kuin ALM.

Sijoitusten ja vastuiden yhteensovittaminen lähtee liikkeelle vastuuvelan eri osien erityispiirteiden analysoinnista ja päättyy uusien sijoitusstrategioiden luontiin ja käytännön toteutukseen. Sijoitusten ja vastuiden yhteensovitus (ALM) ei ole vain keino riskien minimointiin vaan myös keino nettovarallisuuden lisäämiseen.

2.3.1. Vastuuvelan eri osien erityispiirteiden tunnistaminen ja siitä johtuvat erilaiset sijoitusvaatimukset

Vakuutus sopimuksista vakuutusyhtiölle syntyvien vastuiden maturiteetit eli juoksuajat vaihtelevat. Korvausvastuuseen ja vakuutusmaksuvastuuseen nähden maturiteeteiltaan sopivia sijoituskohteita etsittäessä on pyrittävä jakamaan korvausvastuu ja vakuutusmaksuvastuu eri luokkiin vastuuvelan oletetun keston mukaan. Vastuiden ja sijoitusten yhteensovituksen kannalta keskeisimpiä ovat pitkäkestoisimmat korvausvastuun osat. Pisimmät maturiteetit on perinteisesti henkilövahingoista syntyvillä eläkkeillä. Pitkä maturiteetti asettaa erityiset vaatimukset valittaville sijoituskohteille, kun sijoitusten ja vastuiden maturiteettien tulisi vastata mahdollisimman hyvin toisiaan ja aktuaarin tekemät ennusteet vastuiden purkautumisnopeudesta ovat joka tapauksessa arvioita. Eläkkeiden maksuaikataulut sekä korvausmäärät ovat melko hyvin arvioitavissa, joten vuotuisten kassavirtojen nykyarvot ja sitä kautta "teholliset" juoksuajat eli duraatiot pystytään helpohkosti laskemaan (duraatiokäsitteeseen palataan kappaleessa 2.4.). Vahinkovakuutusyhtiössä elinkorkoja on lakisääteisessä tapaturmavakuutuksessa, liikennevakuutuksessa, muussa tapaturmavakuutuksessa ja sairausvakuutuksessa sekä vastuuvakuutuksessa.

Esine-, vastuu- ja oikeusturvavahinkojen in casu -varausten purkautumisen ennustaminen on erityisen vaikeaa, koska eksakteja maksuajankohtia ja korvausmääriä ei ole helppo määrittää. Vuotuisten kassavirtojen määrittämisessä voidaan hyödyntää selviämiskolmioita, joiden avulla voidaan arvioida missä tahdissa eri tyyppisten vahinkojen korvauksia tulee maksuun ja kuinka monta vuotta keskimäärin kuluu, että vahinko on kokonaan loppuunmaksettu. Jos oikeusturvavahingossa on kyse yhdellä kertaa kokonaisuudessaan maksuun tulevastahingosta, voidaan maksuajankohdan ja korvausmäärän arviona käyttää esim. mahdollisen oikeuskäsittelyn pitopäivää ja oikeusproessin tuloksena maksettavaksi tulevaa arvioitua korvausmäärää. Myös kollektiivivarausten vuotuisten kassavirtojen arvioinnissa voidaan hyödyntää selviämiskolmioita.

Omat ongelmansa asettavat sellaiset vakuutus sopimukset, joihin sisältyy takaisinosto-oikeus. Takaisinostojen määrää ja purkautumisnopeutta on hyvin vaikea ennustaa, koska takaisinostojen määrään vaikuttavat oleellisesti mm. verotukselliset seikat ja yleisen korkotason muutokset kuten edellä kappaleessa 2.2.3. todettiin. Toisen ongelman asettavat yksilölliset eläkevakuutukset, joissa eläkkeen varhentaminen on vakuutus sopimuksen mukaan mahdollista. Henkivakuutukset puolestaan asettavat suuret likviditeettivaatimukset sijoituksille erityisesti henkivakuutukseen sisältyvän kuolemantapausturvan takia. Yksilölliset henki- ja eläkevakuutukset, joille on taattu tietty tuotto ja lainausmahdollisuus vakuutus kirjaa vastaan, ovat oma vastuulajinsa erityispiirteineen ja sijoitusvaatimuksineen.

2.3.2. Eri sijoitusinstrumenttien erityispiirteiden tunnistaminen

Valittaessa eri sijoitusinstrumenttien välillä tulee tuntee hyvin erilaisten instrumenttien erityispiirteet, jotta voidaan päättää, mitkä sijoitusinstrumentit parhaiten soveltuvat kunkin vastuuvelan osan kattamiseen. Esim. kiinteistöjä

voidaan käyttää sellaisen vastuuvelan (esim. eläkevakuutuksen) katteena, jolla on pitkä maturiteetti. Kiinteistöt ovat perinteisesti olleet hyviä ja arvostettuja sijoituskohteita. Ne ovat antaneet sijoittajille vakaita tuottoja suhteellisen vähäisin riskein, inflaatiosuojaa sekä erinomaisen mahdollisuuden sijoitussalkun riskien hajauttamiseen. Kiinteistösijoittamisella on kuitenkin omat ongelmansa: informaatiota ei ole riittävästi tarjolla, kiinteistösijoitukset ovat epälikvidejä ja kiinteistösijoittaminen vaatii korkeaa ammattitaitoa. Osakesijoitukset ovat puolestaan hyvinkin likvidejä ja niitä voidaan käyttää esim. kuolemanvaravakuutuksen katteena.

2.3.3. Vakuutuksista ja sijoituksista syntyvien kassavirtojen ennustaminen

Vakuutuksista syntyvillä kassavirroilla tarkoitetaan vakuutusmaksuja, joista on vähennetty korvaukset ja liikekulut. Sijoituksista syntyvillä kassavirroilla tarkoitetaan sijoitusten nettotuottoa lisättynä pääoman palautuksilla. Kassavirtalaskelmat tulisi pyrkiä tekemään useiksi vuosiksi eteenpäin erilaisilla korkokannoilla käyttäen sekä kiinteitä että vaihtuvia korkokantoja. Ennustamisessa tulee olettaa, että yhtiö saa uutta vakuutuskantaa tai että vakuutuskanta pysyy ennallaan. Lähtökohtana kuitenkin tulee olla se, että nykyisen vakuutuskannan oletetaan tuottavan kassavirtaa.

Sekä vakuutusten että sijoitusten synnyttämät kassavirrat reagoivat koron muutoksiin, mutta useinkin erilaisella intensiteetillä. Esim. jos korko nousee äkillisesti, osakkeiden kurssit yleensä laskevat ja esim. sijoitusvakuutusten osalta maksutulo saattaa laskea sijoittajien etsiessä tuottavampia sijoituskohteita. Samaten takaisinostot saattavat lisääntyä. Lainsäädännölliset muutokset ja taloudelliset suhdanteet voivat lisätä vakuutusten päättävyyttä kuten esimerkiksi vakuutusten raukeamista. Kuitenkin kyseiset kassavirrat pienenevät eri tavalla. Lyhyellä aikavälillä

sijoituksista syntyvä kassavirta pienenee oletettavasti enemmän kuin vakuutusten synnyttämä kassavirta, kun taas tarkasteluajanjakson ollessa pitkä käy päinvastoin.

Kassavirtalaskelmien teossa voidaan käyttää erilaisia analyysejä apuna kuten duraatio- ja konveksianalyysiä, joilla voidaan mitata sijoitusten ja vastuiden korkoherkkyyttä. Jos sijoitusten ja vastuiden **korkoherkkyys** on erilainen eli näiden arvot eivät muutu saman verran koron muuttuessa, syntyy korkoriski (vrt. kappaleen 2.1. esimerkki). Duraation ja konveksisuuden käsitteisiin palaamme kappaleessa 2.4.

2.3.4. Uusien vakuutustuotteiden markkinoille tuon- nin vaikutus

Markkinoille tulevat uudet vakuutustuotteet ovat asiakkaan kannalta entistä joustavampia: vakuutusmaksut voidaan maksaa joustavasti asiakkaan valitseman maksusuunnitelman mukaan ja takaisinoston ehdot ovat joustavammat. Mitä enemmän vakuutukseen tulee joustavuutta, sitä vaikeammaksi ja siten myös kalliimmaksi tulee vakuutusyhtiölle sijoitusten ja vastuiden tasapainottaminen. Jos vakuutuksen maksut ja korvaukset on ennalta sovittu kiinteiksi ja takaisinostoja ei sallita, vastuut pystytään arvioimaan huomattavasti luotettavammin kuin joustavamaksuisten vakuutusten vastuut. Silloin myös varojen ja vastuiden yhteensovittaminen onnistuu paremmin pienemmällä riskillä ja sitä kautta vaikutus tulee asiakkaalle näkyviin halvempina vakuutusmaksuina. Vakuutuksen joustavuudella on siten kääntöpuolensa.

2.3.5. Parempien sijoitusstrategioiden luominen si- joitusten ja vastuiden yhteensovittamiseksi

Kun edellä olevat neljä eri vaihetta on analysoitu, voidaan lähteä tutkimaan, voidaanko olemassaolevat sijoitukset ja vastuut yhteensovitaa turvaavammin ja tuottavammin. Esim. jos vastuuvastusta suurin osa on kiinteämaksuisten vakuutusten muodostamaa vastuuvastua, voi yhtiön sijoitusstrate-

gia olla painottunut maturiteeteiltaan pitkiin sijoituskohteisiin. Jos taas vastuuvälästä suurin osa on joustavamak-suisten vakuutusten muodostamaa vastuuvälää, tulee sijoitusstrategia olla painottunut maturiteeteiltaan lyhyisiin sijoituskohteisiin. Yhä suuremmat likviditeettivaatimukset ovat osaltaan vaikuttaneet siihen, että sijoitustoiminta on alkanut painottua maturiteeteiltaan lyhyisiin sijoituksiin.

Työeläkeyhtiöiden sijoitustoiminta on kokenut vuosien saatossa perusteellisen rakennemuutoksen: sijoituskannasta yhä suuremman osan muodostavat valtion joukkovelkakirjat. Tämä johtuu siitä, että yritykset ovat entistä vähemmän ottaneet uusia lainoja eläkevakuutusyhtiöiltä ja maksaneet myös vanhoja lainoja pois parantaakseen taseitaan. Näin valtion joukkovelkakirjoista on tullut varsin huomattava osa eläkevakuutusyhtiöiden sijoitustoiminnassa. Tässä on kuitenkin korkoriskinsä, sillä korkotason laskiessa myös joukkovelkakirjojen tuottotaso laskee ja korkotason noustessa olemassaolevan joukkovelkakirjakannan arvo laskee.

2.3.6. Olemassaolevien varojen uudelleen allokointi eri sijoituskohteisiin ja/tai vastuiden rakenteen muuttaminen

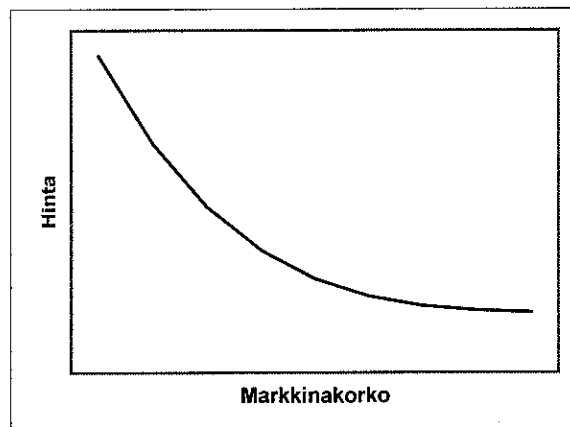
Varoja voidaan allokoida uudelleen vaihtamalla sijoitusinstrumentteja toisiin tai sijoitusinstrumenttien rakennetta voidaan muuttaa neuvottelemalla sopimusehtoja uusiksi.

Vastuiden rakennetta voidaan muuttaa jälleenvakuutusjärjestelyin siten, että yhtiö kasvattaa tai pienentää omalla vastuullaan olevaa riskiä. Vastuiden rakennetta voi muuttaa myös vakuutusten sopimusehtoja uusimalla/muuttamalla. Jälleenvakuutuksella voidaan siirtää vakuutukseen perustuvaa vastuuta toiselle vakuutusyhtiölle. Jälleenvakuutuksella on erittäin tärkeä merkitys yhtiön vakavaraisuuden säilymisen ja maksuvalmiuden kannalta. Vakuutuslakilain mukaan vakuutuksenantajalla on oikeus muuttaa vakuutusehdoissa yksi-

löidyillä perusteella vakuutusmaksua ja muita sopimusehtoja. Jos tällaista mainintaa ei ole vakuutusehdoissa, ei kyseisiä muutoksia vakuutus sopimukseen sallita. Vakuutuksenantajalla on lisäksi oikeus tehdä vakuutusehtoihin vähäisiä muutoksia, joilla ei ole vaikutusta vakuutus sopimuksen keskeiseen sisältöön.

2.4. Duraatio- ja konveksianalyysi

Joukkovelkakirjan korkoherkkyyden mittaamiseen voidaan käyttää **juoksuaikaa** (term to maturity). Juoksuajaltaan pitkän joukkovelkakirjan hinta vaihtelee tavallisesti enemmän kuin juoksuajaltaan lyhyen joukkovelkakirjan. Markkinakorkojen noustessa on myös velkakirjan odotetun tuoton noustava, mistä taas seuraa joukkovelkakirjan hinnan lasku. Koska joukkovelkakirjan hinta on kassavirtojen nykyarvo, markkinakoron noustessa pienenee yhteenlaskettu kassavirtojen nykyarvo eli joukkovelkakirjan hinta. Sijoittaja ei tiedä varmuudella, mitä velkakirjasalkusta voisi markkinoilla tulevaisuudessa saada, jos sen joutuu realisoimaan ennen lainan erääntymistä. Markkinakoron ja joukkovelkakirjan hinnan keskinäistä suhdetta kuvaa seuraava kuvio 4., joka on muoltaan konvekksi:



Kuvio 4. Joukkovelkakirjan hinnan riippuvuus vallitsevasta markkinakorosta.

Kuten kuviosta 4. näemme, konveksisuudesta seuraa, että velkakirjan hinta nousee, kun markkinakorko pienenee ja vastaavasti markkinakoron kasvaessa velkakirjan hinta las-

kee. Mitä pitempi juoksuaika, sitä suurempi todennäköisyys markkinakorkojen muutoksiin, sitä kautta velkakirjan odotetun tuoton muutoksiin ja edelleen velkakirjan markkina-arvon muutoksiin. Juoksuaika ei ole kuitenkaan tarkka korkoherkkyyden mittari, koska se kertoo vain ajan viimeiseen maksusuoritukseen, mutta ei ota huomioon juoksuaikana tapahtuvia kassavirtoja. Monessa tapauksessa nimittäin huomattava osa velkakirjan kassavirroista maksetaan ennen erääntymispäivää. Esim. jos meillä on kaksi 10 vuodeksi otettua joukkovelkakirjaa, joiden kuponkikorot ovat 5% ja 10%, ei korkoherkkyyden mittana käytettävä juoksuaika tee eroa näiden velkakirjojen välillä vaan molempien osalta juoksuaika on sama kymmenen vuotta.

Korkoherkkyyttä voidaan mitata tarkemmin **duraatiolla** eli tehollisella juoksuajalla. Duraatiolla pyritään kuvaamaan velkakirjan "todellista" pituutta. Duraatio ottaa huomioon myös ne kassavirrat, jotka tulevat jo ennen juoksukauden loppua. Yleisemmin käytetty duraatiomitta on **Macauley-duraatio**, joka on kassavirtojen nykyarvoilla painotettu keskimääräinen juoksuaika. Velkakirjan Macauley-duraatio (vuosina) on täten

$$\sum_{t=1}^n \frac{t \times PVCF_t}{k \times PVTCF} = \frac{1 \times PVCF_1 + 2 \times PVCF_2 + K + n \times PVCF_n}{k \times PVTCF} \quad (2.4.1)$$

missä

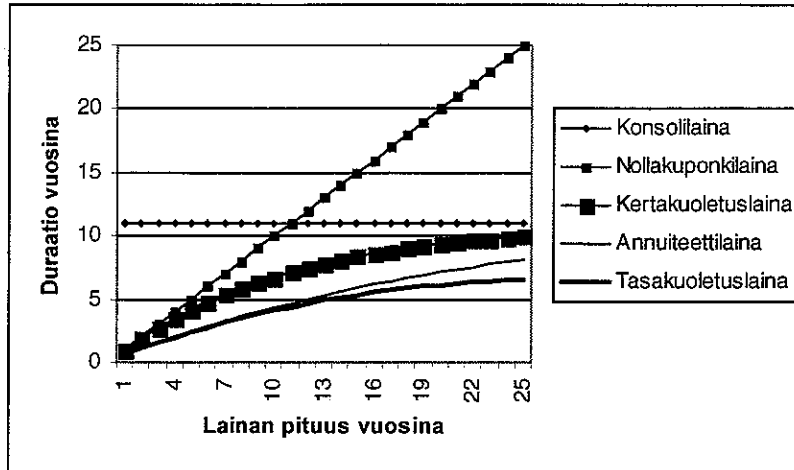
- k = kassavirtojen lukumäärä vuodessa
(esim. k=2, jos maksupäiviä on vuodessa kaksi ja k=12, jos maksupäiviä on vuodessa 12)
- n = kassavirtojen lukumäärä koko juoksuaikana
(vuosien lukumäärä juoksuaikana x k)
- t = maksuajankohta (t=1, ..., n)
- PVCF_t = hetkellä t olevan kassavirran nykyarvo
(kassavirrat diskontattuna nykyhetkeen;
käytettävä diskonttauskorko on velkakirjan
vuotuinen tuottoprosentti; tuottoprosentilla tarkoitetaan velkakirjan liikkeellelaskun hetkellä

ollutta tuottoprosenttia olettaen, että velkakirja
ja pidetään juoksuajan loppuun)

PVTCF = kassavirtojen nykyarvot yhteenlaskettuna

Macaulay-duraatio on additiivinen. Näin sijoitussalkun duraatio voidaan laskea yksittäisten velkakirjojen duraatioiden painotettuna keskiarvona. Esim. jos salkun arvosta on velkakirjan A osuus 50,2% ja velkakirjan B osuus 49,8% duraatioiden ollessa 4,0 ja 8,9 vastaavasti, on salkun duraatio tällöin $0,502 \times 4,0 + 0,498 \times 8,9 = 6,4$. Painot riippuvat yksittäisten velkakirjojen nykyarvojen suhteellisista osuuksista ja korkorakenteen stokastisesta mallista. Duraatiota voidaan käyttää, kun halutaan rajata tai muuttaa velkakirjasalkun korkoriskiä. Ostamalla ja myymällä velkakirjoja siten, että sijoitussalkun duraatio pienenee, vähennetään sijoitusten korkoriskiä. Vastaavasti kun duraatiota suurennetaan, sijoitussalkun korkoherkkyys kasvaa.

Juoksuajan vaikutus duraatioon vaihtelee eri tyyppisillä lainoilla, mutta yleensä mitä pitempi on juoksuaika eli maturiteetti, sitä suurempi on duraatio. Erilaisten lainatyyppien duraatioiden kehitys suhteessa juoksuaikaan on esitetty kuviossa 5. Nimellis- ja markkinakorko-oletus on 10%. Korot maksetaan vuosittain. Annuiteettilainaa ja tasa-kuoletuslainaa oletetaan lyhennettävän neljä kertaa vuodessa.

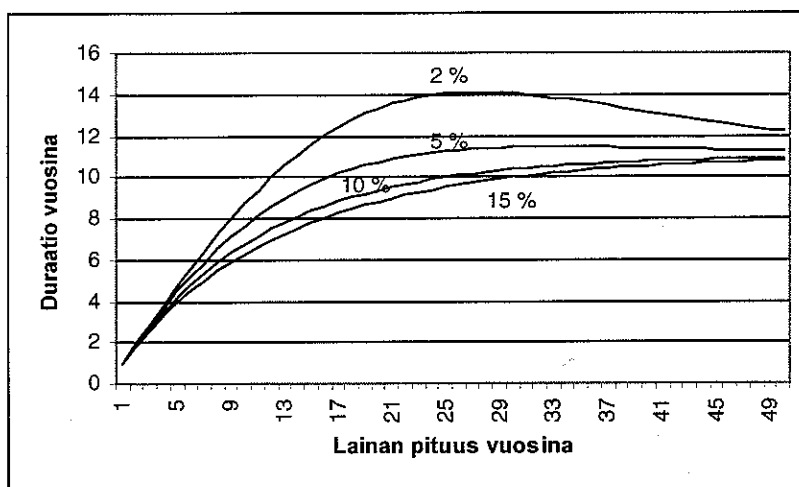


Kuvio 5. Erilaisten lainatyyppeiden duraatiokehitys suhteessa juoksuaikaan.

Liitteessä 1 on taulukoituna kuviossa 5 esitettyjen lainojen duraatiokehitys. Vain **nollakuponkilainalla** Macaulay-duraatio on sama kuin lainan maturiteetti. Koska nollakuponkilainalle ei makseta korkoa lainan juoksuaikana ja lainalla on vain yksi maksusuoritus, joka maksetaan eräpäivänä, on Macaulay-duraatio sama kuin juoksuaika. Nollakuponkilaina myydään emissiohetkellä alle nimellisarvonsa. Sijoittajan tuotto toteutuu vasta laina-ajan lopussa tai kun paperi myydään kesken laina-ajan. **Kertakuoletuslainan** duraatio on pitempi kuin **annuiteettilainan**, jonka duraatio on toisaalta pitempi kuin **tasakuoletuslainan**. Tasakuoletuslainan duraatio on lyhyempi kuin annuiteettilainan, koska pääoman takaisinmaksut ovat suuremmat lainan alussa. Kertakuoletuslainalla tarkoitetaan lainaa, joka maksaa kuponkikorkoa vuosittain ja lainan pääoma maksetaan takaisin yhtenä eränä lainan erääntymishetkellä.

Erikoistapaus on **konsolilaina eli perpetuaalilaina**, missä pääomaa ei makseta takaisin lainkaan, vaan korkovirta jatkuu ikuisesti. Konsolilainan duraatio on yksinkertaisesti $(1+r)/r$, missä r on markkinakorko. Yleensä mitä suurempi on kuponkikorko ja kuponginmaksufrekvenssi, sitä pienempi on duraatio. Kuponkikoron vaikutusta duraatioon havainnollis-

taa Kuvio 6 (numeeriset arvot liitteessä 2), jossa kuvataan kertakuoletuslainan Macaulay-duraation riippuvuutta lainan pituudesta eri nimelliskoroilla markkinakoron ollessa 10%. Kun kertakuoletuslainan maturiteetti kasvaa, lainojen duraatiot lähestyvät raja-arvoa, joka riippuu vain markkinakorosta. Kertakuoletuslainan maturiteetin kasvaessa kohti ääretöntä, saadaan konsolilaina, jonka pääomaa ei makseta takaisin koskaan. Kertakuoletuslainan duraation raja-arvo on siten sama kuin konsolilainan duraatio $(1+r)/r$. Tässä esimerkissä raja-arvo on siten 11 vuotta, kun markkinakorko on 10%.



Kuvio 6. Kertakuoletuslainan duraation riippuvuus lainan pituudesta eri nimelliskoroilla markkinakoron ollessa 10%.

Myös yleinen korkotason nousu pienentää duraatiota, koska tällöin diskontataan velkakirjan tulevat kassavirrat korkealla korolla, mikä pienentää näiden nykyarvoja. Tällöinhän ne maksut, jotka ajoittuvat lähitulevaisuuteen ovat arvokkaita. Macaulay-duraatio on yleensä pienempi kuin juoksuaika. Lainan tehollista juoksuaikaa lyhentää sekä lainan lyhennykset että ennen eräpäivää maksetut korot (lainasta tulee "etupainotteisempi").

Macaulay-duraatiosta saadaan **modifioitu duraatio** jakamalla Macaulay-duraatio tekijällä $1+y/k$, missä y on velkakirjan

vuotuinen tuottoprosentti. Koska jakajana oleva $1+y/k$ on hyvin lähellä arvoa 1, Macaulay- ja modifioitu duraatio ovat useimmiten melkein pä yhtäsuuret.

Koska sekä Macaulay-duraatio että modifioitu duraatio antavat sijoitusvälineen keskimääräisen juoksuajan, voidaan näitä duraatioita käyttää arvioitaessa eri sijoitusvälineiden uudelleensijoitusriskiä (kts. 2.2.2.). Oletetaan, että sijoitussalkussa on kaksi joukkovelkakirjaa A ja B, joilla on sama tuottoprosentti, mutta eri duraatiot. Olkoon A:n duraatio 5 vuotta ja B:n vastaavasti 10 vuotta. Tällöin velkakirja B antaa tuottoa kaksi kertaa niin kauan kuin velkakirja A. Velkakirjaan A liittyy uudelleensijoitusriski, jos korot ovat laskusuunnassa. Toisaalta velkakirja A on likvidimpi kuin velkakirja B, millä saattaa olla merkitystä, jos tarvitaan käteisvaroja.

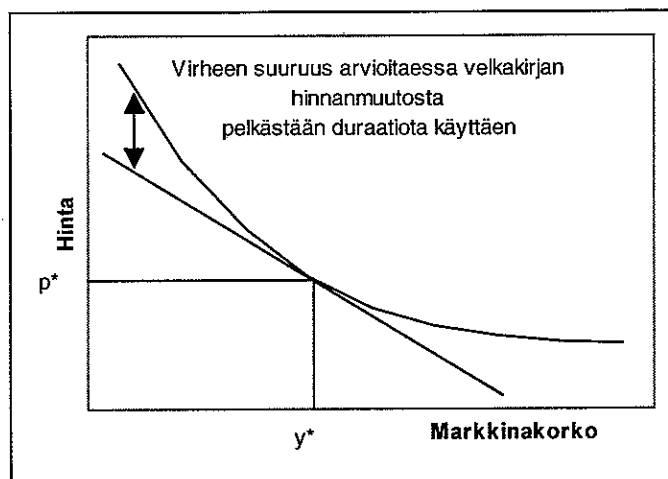
Modifioidusta duraatiosta voidaan edelleen johtaa sijoitusvälineen hinnanmuutos prosentteina korkotason muuttuessa, joka on

$$-\frac{1}{1+(y/k)} \times \text{Macaulay-duraatio} \times \text{korkotason muutos prosenttiyksikköinä/100} \times 100$$

$$= -\text{Modifioitu duraatio} \times \text{korkotason muutos prosenttiyksikköinä} \quad (2.4.2)$$

Kaavasta (2.4.2) voidaan nähdä, että jos korkotaso muuttuu yhdellä prosenttiyksiköllä, on volatilitteetti (vrt. kappale 2.2.2.) yhtä suuri kuin modifioitu duraatio. Tästä saamme hyvän muistisäännön modifioidulle duraatiolle: Modifioitu duraatio on sijoitusvälineen prosentuaalinen hinnanmuutos koron muuttuessa yhdellä prosenttiyksiköllä. Jos siis velkakirjan modifioitu duraatio on viisi, velkakirjan arvo muuttuu noin viisi prosenttia koron muuttuessa yhdellä prosenttiyksiköllä. Prosentteina ilmaistu velkakirjan hinnanmuutos ei ole tarkka koron muuttuessa useilla prosenttiyksiköillä, koska modifioitu duraatio ei approksimoi riittävän tarkasti.

Kun velkakirjan hinnanmuutosta arvioidaan duraation avulla, oletetaan oikeastaan, että markkinakoron ja hinnan yhteys on lineaarinen. Pienillä koron muutoksilla tämä toimii hyvin, mutta suurilla muutoksilla approksimaatiovirhe kasvaa eikä duraatio ole riittävä korkoherkkyyden mittari. Ongelma on se, että duraatiolla pyritään linearisoimaan epälineaarista ilmiötä. Korkotason muuttuessa useilla prosenttiyksiköillä, sijoitusvälineen prosentuaalisen hinnanmuutos saadaan tarkemmin käyttäen duraation lisäksi vielä konveksisuutta, jolloin selitysaste lisääntyy huomattavasti. Markkinakoron ja hinnan suhde on todellisuudessa **konvekksi** eli markkinakorko-hinta -kuvaaja on alaspäin kupera. Lisätään nyt edellä olevaan kuvioon 4. tangentti pisteeseen y^* . Duraatiolla approksimointi vastaa liikkumista tangentilla.



Kuvio 7. Joukkovelkakirjan markkinakorko-hinta -kuvaaja. Kuviota 4. on täydennetty piirtämällä pisteeseen (y^*, p^*) tangentti.

Mitä loivempi tangentti on, sitä pienempi duraatio. Markkinakoron kasvaessa duraatio pienenee samoin kuin velkakirjan hinta ja vastaavasti markkinakoron pienentyessä duraatio kasvaa samoin kuin velkakirjan hinta. Kuvaajassa tangentin etäisyys vaakasuorasta akselista antaa velkakirjan hinnan. Velkakirjalla on hinta p^* markkinakoron ollessa y^* . Mitä kauemmaksi siirrymme markkinakorosta y^* (markkinakorko joko pienenee tai kasvaa), sitä huonomman approksimaation kuvaa-

jalle piirretty tangentti ja siten duraatio antaa velkakirjan uudelle hinnalle. Markkinakoron pienentyessä useita prosenttiyksiköjä saadaan duraatiota käyttämällä pienempi hinnanmuutos kuin mitä se todellisuudessa on. Samoin markkinakoron kasvaessa useita prosenttiyksiköjä saadaan duraatiota käyttämällä suurempi hinnanmuutos kuin mitä se todellisuudessa on. Velkakirjan uudelle hinnalle saadaan parempi approksimaatio lisäämällä duraatioon vielä konveksisuuden vaikutus.

Velkakirjan konveksisuus (vuosina) on

$$\frac{1}{[1+(y/k)]^P} \sum_{t=1}^n \frac{t \times (t+1) \times PVCF_t}{k^2 \times PVTCF} = \frac{1 \times 2 \times PVCF_1 + 2 \times 3 \times PVCF_2 + K + n \times (n+1) \times PVCF_n}{[1+(y/k)]^P \times k^2 \times PVTCF} \quad (2.4.3)$$

missä kaavassa käytetyt termit ovat samat kuin Macaulay-duraation kaavassa (2.4.1) käytetyt. Duraatio antaa ensimmäisen approksimaation sijoitusvälineen prosentuaaliselle hinnanmuutokselle ja konveksisuus selittää lähes kaiken jäljelle jäävästä hinnanmuutoksesta. Duraatio- ja konveksisuuskaavat perustuvat Taylorin sarjakehitelmään: duraatio vastaa sarjakehitelmän ensimmäistä termiä ja konveksisuus vastaa sarjakehitelmän toista termiä. Mitä enemmän sarjakehitelmän termiä otetaan mukaan, sitä tarkempi approksimaatio saadaan sijoitusvälineen hinnanmuutokselle. Olkoon esimerkiksi 40 vuoden laina, jonka korko muuttuu yhden prosenttiyksikön. Duraatio selittää hinnanmuutoksesta noin 89%. Ottamalla konveksisuus mukaan saadaan hinnanmuutoksesta selitettyä kaikkiaan 99%.

Konveksisuudesta johtuva sijoitusvälineen prosentuaalinen hinnanmuutos saadaan kaavasta

$$0,5 \times \text{konveksisuus} \times (\text{korkotason muutos prosenttiyksikköinä}/100)^2 \times 100 \quad (2.4.4)$$

Sijoitusvälineen prosentuaalinen hinnanmuutos perustuen sekä duraatioon että konveksisuuteen on yksinkertaisesti näiden summa eli

$$= -\text{Modifioitu duraatio} \times \text{korkotason muutos prosenttiyksikköinä} \\ + 0,5 \times \text{konveksisuus} \times (\text{korkotason muutos prosenttiyksikköinä}) \quad - (2.4.5)$$

Selvennetään vielä edellä olevien kaavojen käyttöä esimerkillä. Velkakirjan nimellisarvo on 100, kuponkikorko 6% maksetaan puolivuositain ja juoksuaika on 10 vuotta. Velkakirjan vuotuinen tuotto prosentti on alun perin kaksi prosenttia. Huomaa, että velkakirjan tuotto prosentin ollessa pienempi kuin kuponkikorko, on velkakirjan hinta yli 100%. Tuotto prosentti nousee viiteen prosenttiin. Miten paljon velkakirjan hinta laskee?

t	Juoksuaika	Kassavirta	Nykyarvo	Nykyarvo*t	Nykyarvo*t*(t+1)
1	0,50	3	2,97	2,97	5,94
2	1,00	3	2,94	5,88	17,65
3	1,50	3	2,91	8,74	34,95
4	2,00	3	2,88	11,53	57,67
5	2,50	3	2,86	14,28	85,65
6	3,00	3	2,83	16,96	118,73
7	3,50	3	2,80	19,59	156,75
8	4,00	3	2,77	22,17	199,55
9	4,50	3	2,74	24,70	246,98
10	5,00	3	2,72	27,17	298,89
11	5,50	3	2,69	29,60	355,14
12	6,00	3	2,66	31,97	415,57
13	6,50	3	2,64	34,29	480,06
14	7,00	3	2,61	36,56	548,45
15	7,50	3	2,59	38,79	620,63
16	8,00	3	2,56	40,97	696,45
17	8,50	3	2,54	43,10	775,79
18	9,00	3	2,51	45,19	858,51
19	9,50	3	2,49	47,23	944,50
20	10,00	103	84,50	1689,92	35488,27
			136,20	2191,60	42406,12

Taulukko 3. Velkakirjan duraation ja konveksisuuden määrittäminen.

Käyttämällä kaavoja (2.4.1), (2.4.2), (2.4.4) ja (2.4.5) saadaan velkakirjan duraatioksi 8,0, konveksisuudeksi 76,31 ja hinnan muutokseksi -20,46% ja siten velkakirjan hinta

laskee 136,20 markasta 108,33 markkaan, kun tuottoprosentti nousee kolme prosenttiyksikköä. Jos hinnanmuutoksen approksimaationa olisi käytetty vain duraatiota, olisi velkakirjan hinnanmuutos ollut suurempi (-23,90%) kuin mitä se todellisuudessa on (vertaa s.30).

Sijoitusinstrumentteja valittaessa olisi tärkeää selvittää näiden instrumenttien tuottokäyrät (kts. 2.2.2.) duraation ja konveksisuuden lisäksi. Sijoitusten ja vastuiden tuottokäyrien tulisi olla mahdollisimman samansuuntaiset, jolloin yleisen korkotason nousu tai lasku muuttaisi tuottokäyriä paralleelisti. Vaikka sijoitusten ja vastuiden duraatiot ja konveksisuudet olisivat samat, ei korkoriskiltä suojautuminen kuitenkaan ehkä onnistu, jos yleisen korkotason muutos muuttaa eri määrällä sijoitusten ja vastuiden arvoja (**tuottokäyräriski**).

Kuten edellä kappaleessa 2.3.6. mainittiin sijoitusten ja vastuiden yhteensopivuutta voidaan parantaa muuttamalla vastuiden ja sijoitussalkun rakennetta. Näin vastuiden ja sijoitusten duraatiot saadaan paremmin yhteneviksi. Tätä menetelmää kutsutaan suoraksi menetelmäksi. Synteettiseksi menetelmäksi kutsutaan menetelmää, jossa vastuiden ja sijoitusten yhteensopivuutta parannetaan eli vähennetään taseen korkoriskiä käyttäen erilaisia johdannaisinstrumentteja kuten termiineitä, korkoswappeja ja korko-optioita suojausmielessä. Koska täydellistä taseen suojaukseen ei ole mahdollista saada eikä järkeväkään tavoitella syntyvien kustannusten vuoksi, on päämäärä suojauksessa pienentää sijoitusten hinnan volatilitteettia. Johdannaisinstrumentteihin palaamme kappaleessa 3.

2.5. Klassinen kassavirtojen yhteensovittamismenetelmä

Klassinen tapa on muodostaa sijoitussalkku kiinteäkorkoisista instrumenteista (esim. obligaatioista) siten, että joka hetki saatavien kassavirta on vähintään yhtä suuri

kuin velkojen kassavirta. Lisäksi sijoitussalkun kustannukset pyritään minimoimaan.

Merkitään

$L(t)$ = velkojen kassavirta hetkellä t

$C(t,j)$ = tyyppiä j olevien obligaatioiden kassavirta hetkellä t

$P(j)$ = tyyppiä j olevien obligaatioiden ostohinta

$N(j)$ = tyyppiä j olevien obligaatioiden lukumäärä sijoitussalkussa eli portfolioissa

Ongelma voidaan muotoilla siten, että on löydettävä sellainen obligaatioista muodostuva portfolio $\{N(j)\}$, että kokonaiskustannus

$$\sum_j N(j) \times P(j) \quad (2.5.1)$$

minimoituu sekä samanaikaisesti saatavien kassavirta on vähintään yhtä suuri kuin velkojen kassavirta eli

$$\sum N(j) \times C(t,j) \geq L(t) \quad (2.5.2)$$

kaikilla t :n arvoilla ja

$$N(j) \geq 0 \quad (2.5.3)$$

kaikilla j :n arvoilla.

Tämä on epälineaarinen optimointiongelma. Teoriaa on tarkemmin esitelty lähteessä Kocherlakota et al. (1988).

2.6. Redingtonin immunisaatioteoria

Redington yleisti saatavien ja velkojen tasapainottamisteoriaa esittämällä immunisaatioteorian vuonna 1952. Kyseisen teorian perusidea on se, että valittaessa sijoituskohteet annetuilla kriteereillä saatavien ja velkojen tasapainotila

tulee immuuniksi lieville koron muutoksille. Redingtonin malli olettaa, että saatavat ja velat erääntyvät kiinteinä ajankohtina.

Merkitään saatavien kassavirtaa (sijoitusten tuottama tuotto ja pääoman palautukset) symbolilla A_t ja velkojen kassavirtaa (vakuutuskorvaukset lisättynä liikekuluilla ja vähennettynä vakuutusmaksuilla) symbolilla L_t , missä t viittaa aikaan. Nettokassavirta saadaan vähentämällä saatavien kassavirrasta velkojen kassavirta. Jos nettokassavirta on positiivinen, ylittää saatavien kassavirta velkojen kassavirran ja ylite voidaan uudelleensijoittaa. Tähän sisältyy korkoriski, sillä korot voivat olla alempana kuin varoja aiemmin sijoitettaessa on ollut. Jos taas nettokassavirta on negatiivinen, ylittää velkojen kassavirta saatavien kassavirran. Tämä voi aiheuttaa varojen likvidointia ja jälleen voi syntyä korkoriski (vrt. 2.2.2.).

Oletetaan, että annetulla korkointensiteetillä δ_o saatavien ja velkojen nykyarvot ovat samat eli

$$V_A(\delta_o) = V_L(\delta_o) \quad (2.6.1)$$

missä

$$V_A(\delta_o) = \sum v^t A_t ; \quad V_L(\delta_o) = \sum v^t L_t \quad (2.6.2)$$

ja

$$v^t = e^{-\delta_o t} \quad (2.6.3)$$

Velkojen nykyarvon laskennassa käytettävä diskonttaus korko on valittava turvaavasti siten, että käytetty diskonttauskorko ei ylitä kyseisen velan katteena olevan omaisuuden sijoitustuottojen tasoa.

Oletetaan seuraavaksi, että korkointensiteetti kasvaa määrällä ε uuden korkointensiteetin ollessa täten $\delta_o + \varepsilon$. Näin saadaan muuttuneet nykyarvot $V_A(\delta_o + \varepsilon)$ ja $V_L(\delta_o + \varepsilon)$. Kuvatkoon $f(\delta_o + \varepsilon)$ nettokassavirtaa eli

$$f(\delta_o + \varepsilon) = V_A(\delta_o + \varepsilon) - V_L(\delta_o + \varepsilon). \quad (2.6.4)$$

Taylorin teoreeman mukaisesti saamme, että

$$V_A(\delta_o + \varepsilon) - V_L(\delta_o + \varepsilon) \approx (V_A(\delta_o) - V_L(\delta_o)) + \varepsilon \frac{d(V_A(\delta_o) - V_L(\delta_o))}{d\delta_o} \quad (2.6.5)$$

Taylorin sarjan ensimmäinen termi häviää, koska $V_A(\delta_o) = V_L(\delta_o)$ kaavan (2.6.1) mukaisesti. Jos nettokassavirta $f(\delta_o + \varepsilon)$ pysyy edelleen nollana koron muuttuessa määrästä δ_o määrään $\delta_o + \varepsilon$, on Taylorin teoreeman toisen termin oltava ≈ 0 . Tällöin ensimmäiset derivaatat ovat yhtä suuret eli

$$\frac{dV_A}{d\delta_o} = \frac{dV_L}{d\delta_o} \quad (2.6.6)$$

ts. derivaattojen erotus saavuttaa nollakohdan arvolla δ_o , ja

$$V_A(\delta_o + \varepsilon) - V_L(\delta_o + \varepsilon) \approx V_A(\delta_o) - V_L(\delta_o) \quad (2.6.7)$$

Tällöin nettokassavirta pysyy melkein pä samana, vaikka korko muuttuukin hiukan.

Jatkoa varten kirjoitetaan Taylorin teoreemasta näkyviin vielä kolmas termi

$$V_A(\delta_o + \varepsilon) - V_L(\delta_o + \varepsilon) \approx (V_A(\delta_o) - V_L(\delta_o)) + \varepsilon \frac{d(V_A(\delta_o) - V_L(\delta_o))}{d\delta_o} + \frac{\varepsilon^2}{2!} \frac{d^2(V_A(\delta_o) - V_L(\delta_o))}{d\delta_o^2}$$

(2.6.8)

Ennestään tiedämme, että jos

$$f'(\delta_0) = 0 \quad (2.6.9)$$

eli ensimmäiset derivaatat ovat yhtäsuuret arvolla δ_0 (Taylorin sarjan toinen termi) ja

$$f''(\delta_0) > 0 \quad (2.6.10)$$

eli toisten derivaattojen erotus on positiivinen arvolla δ_0 (Taylorin sarjan kolmas termi), niin funktio

$$f(\delta) = V_A(\delta) - V_L(\delta) \quad (2.6.11)$$

saavuttaa arvon nolla, kun $\delta = \delta_0$, mikä on samalla funktion minimikohta. Täten on olemassa δ_0 :n sellainen ympäristö, että jos δ on tässä ympäristössä, on

$$f(\delta) = V_A(\delta) - V_L(\delta) > 0 \quad (2.6.12)$$

Jos edellä esitetyt ehdot täyttyvät, on velkojen ja saatavien tasapainotila immuuni lieville koron muutoksille. Kun saatavien nykyarvo ylittää velkojen nykyarvon syntyy ylijäämää.

Funktion $f(\delta_0)$ ensimmäinen ja toinen derivaatta ovat auki kirjoitettuna

$$f'(\delta_0) = \sum t \times v' \times A_t - \sum t \times v' \times L_t \quad (2.6.13)$$

ja

$$f''(\delta_0) = \sum t^2 \times v' \times A_t - \sum t^2 \times v' \times L_t \quad (2.6.14)$$

korkointensiteetin ollessa δ_0 . Jotta funktiolla olisi mini-kohta arvolla $\delta = \delta_0$, on edellä olevan nojalla oltava

$$f''(\delta_0) > 0 \quad (2.6.15)$$

Sanallisesti tulkittuna tämä tarkoittaa, että saatavien maksusuoritusten on oltava ajallisesti ainakin yhtä hajaantuneita duraation ympärille kuin velkasuoritusten. Edelleen on oltava $f'(\delta_0) = 0$, toisin sanoen

$$\sum t \times v' \times A_t = \sum t \times v' \times L_t \quad (2.6.16)$$

Kaavan (2.6.16) sanalliseksi tulkitsemiseksi muokataan sitä vielä hieman. Kaavoista (2.6.1) ja (2.6.16) seuraa, että

$$\frac{\sum t \times v' \times A_t}{\sum v' \times A_t} = \frac{\sum t \times v' \times L_t}{\sum v' \times L_t} \quad (2.6.17)$$

Kaava (2.6.17) tarkoittaa, että saatavien ja velkojen keskimääräisten kestoajkojen on oltava samat. Vertaa kaavaa (2.6.17) edellä esitettyyn Macaulay-duraation kaavaan (2.4.1). Keskimääräinen kesto aika eli duraatio on kassavitojen nykyarvoilla painotettu keskimääräinen juoksuaika. Kuten edellä kappaleessa 2.4. mainittiin, duraatio ilmaisee kassavirran nykyarvon herkkyyden korkotason muutoksen suhteen.

Saatavien A_i ja velkojen L_i modifioitujen duraatioiden avulla saadaan määrättyä nettoduraatio. Tässä alaindeksi i viittaa sijoitusluokkaan i ja alaindeksi j viittaa velkaerään j . Nettoduraatiota kutsutaan myös duraatiokuiluksi, jos sen arvo poikkeaa nolasta. Sitä suurempi korkoriski, mitä enemmän nettoduraatio poikkeaa nolasta. Tavoitteena tulee olla duraatiokuilun minimointi. Nettoduraation kaava on

$$\sum \frac{A_i}{S} \times D_{A_i} - \sum \frac{L_j}{S} \times D_{L_j} \quad (2.6.18)$$

missä $S = \sum A_i - \sum L_j$ ja D_{A_i} ja D_{L_j} ovat saatavaerien ja velkaerien modifioidut duraatiot vastaavasti. Kaavan havainnollistamiseksi otetaan esimerkki. Esimerkkiä on yksinkertaistettu olettamalla, että kaikilla saatavaerillä on sama modifioitu duraatio 3,2 ja kaikilla velkaerillä on sama modifioitu duraatio 2,2.

	<i>Arvo (mk)</i>	<i>Modifioitu duraatio</i>	<i>Arvon muutos (mk), kun korko nousee yhden prosenttiyksikön</i>	<i>Arvo (mk) koron nousun jälkeen</i>
<i>Varat $\sum A_i$</i>	10 000	3,2	-320	9 680
<i>Velat $\sum L_j$</i>	8 000	2,2	-176	7 824
<i>Ylijäämä S</i>	2 000	7,2	-144	1 856

Taulukko 4.

Huomaa, että ylijäämän modifioitu duraatio ei siis ole saatavien ja velkojen duraatioiden erotus, joka tässä esimerkissä on 1,0. On syytä muistaa, että duraatiokuilu mittaa kuitenkin vain kyseisen hetken riskiä, mutta ei anna välitöntä informaatiota tulevasta kehityksestä.

Jotta saatavien ja velkojen tasapaino olisi immuuni koron muutoksille, on saatavat A_i valittava siten, että ehdot (2.6.1), (2.6.15) ja (2.6.17) ovat samanaikaisesti voimassa.

Tarkastellaan Redingtonin immunisaatioteoriaa esimerkin valossa. Oletetaan, että henkivakuutusyhtiö on myöntänyt elämänvaravakuutuksen, jonka vakuutusaika on kymmenen vuotta. Yksinkertaistetaan esimerkkiä siten, että jätetään kuolleisuus ottamatta huomioon. Olkoon vakuutusajan päättyessä maksettava vakuutussumma 10 000 mk, joka maksetaan siinä

tapauksessa, että vakuutettu on vakuutusajan päättyessä elossa. Jotta vakuutusyhtiö voisi täyttää vakuutussopimuksesta syntyneen velvoitteensa, yhtiö sijoittaa vakuutusmaksut joukkovelkakirjoihin. Osa vakuutusmaksuista sijoitetaan viiden vuoden päästä erääntyvään joukkovelkakirjaan ja vakuutusmaksusta yhtiölle jäävä ylijäämä sijoitetaan 15 vuoden päästä erääntyvään joukkovelkakirjaan. Korkointensiteettin δ_o ollessa 0,08 saadaan velan nykyarvoksi

$$V_L(\delta_o) = e^{-\delta_o t} \times L_t = e^{-0,08 \times 10} \times 10000 \approx 4493.$$

Olkoon λ_1 määrä, joka erääntyy viiden vuoden pituisesta joukkovelkakirjasta ja vastaavasti λ_2 määrä, joka erääntyy viidentoista vuoden pituisesta joukkovelkakirjasta. Jotta saatavien ja velkojen tasapainotilanne olisi immuuni koron vähäisille muutoksille, tulee kaavojen (2.6.1), (2.6.6) ja (2.6.9) olla samanaikaisesti voimassa. Näin saadaan yhtälöt

$$V_A(\delta_o) = \lambda_1 \times e^{-0,08 \times 5} + \lambda_2 \times e^{-0,08 \times 15} = 10000 \times e^{-0,08 \times 10} = V_L(\delta_o)$$

ja

$$\frac{dV_A}{d\delta_o} = 5 \times \lambda_1 \times e^{-0,08 \times 5} + 15 \times \lambda_2 \times e^{-0,08 \times 15} = 100000 \times e^{-0,08 \times 10} = \frac{dV_L}{d\delta_o}$$

Näistä saadaan, että

$$\lambda_1 = 5000 \times e^{-0,40} \approx 3352$$

ja

$$\lambda_2 = 5000 \times e^{0,40} \approx 7459.$$

Näillä arvoilla toisten osittaisderivaattojen erotus

$$\frac{d^2 V_A}{d\delta_o^2} - \frac{d^2 V_L}{d\delta_o^2}$$

$$= 25 \times \lambda_1 \times e^{-0,08 \times 5} + 225 \times \lambda_2 \times e^{-0,08 \times 15} - 1000000 \times e^{-0,08 \times 10}$$

$$= 25 \times 5000 \times e^{-0,80} [1 + 9 - 8]$$

on positiivinen. Täten sijoittajan tulee ostaa nimellisarvoltaan 3352 mk oleva viiden vuoden joukkovelkakirja ja nimellisarvoltaan 7459 mk oleva viidentoista vuoden joukkovelkakirja. Molempien nykyarvo on sama 2247 mk ja siten kokonaisinvestointi on 4494 mk, mikä on velan nykyarvo.

Immunisaation toteuttaminen ei ole ongelmatonta, koska

- on päätettävä, minkä suuruista korkoa on järkevää käyttää nykyarvojen laskennassa. Kaikki kassavirrat oletetaan diskontattavan samalla korolla.
- immunisaatioteoriassa ei tutkita mitenkään saatavien ja velkojen tuottokäyriä; tuottokäyrien pitäisi muuttua paralleelisti koron muuttuessa.
- sijoitussalkun rakennetta pitää jatkuvasti muuttella, jotta immunisaatiotila olisi koko ajan voimassa. On väärin olettaa, että sijoitussalkun duraatio lyhenee samassa suhteessa jäljellä olevan juoksuaajan kanssa. Toisin sanoen kun juoksuaika vähenee vuodella, duraatio ei vähene vuodella eli suhde ei ole 1:1. Kuinka usein sijoitussalkun rakennetta sitten muutetaan, riippuu korkoriskin ja transaktiokulujen keskinäisestä suhteesta.
- on vaikea täsmällisesti ennustaa saatavien ja velkojen erääntymisajankohtia, erääntyviä määriä sekä erääntymisen todennäköisyyttä.
- ei ole ehkä saatavilla duraatioiltaan riittävän pitkiä sijoituksia.
- edellä esitetty immunisaatioteoria perustui vain lieviin koron muutoksiin. Entä jos korko nousee tai laskee paljon? Silloin immunisaatioteoria ei enää päde. Seuraavassa kappaleessa esitetään täyden immunisaation periaatteet.

2.7. Täydellinen immunisaatio

Redingtonin immunisaatioteoria perustui oletukseen, että esitetty teoria pätee vain jos koronmuutokset ovat pieniä. Jos taseen korkoriski pystytään poistamaan täydellisesti, on kyseessä taseen täydellinen immunisointi korkomuutoksia vastaan. Täydellisen immunisaation määritelmän mukaisesti velkojen ja saatavien tasapainotila on riippumaton korkokehityksestä. Täydellistä immunisaatiota on käytännössä mahdotonta toteuttaa jo pelkästään siksi, ettei ole mahdollista ennustaa täysin eksaktisti vastuiden erääntymisajankoh- tia ja erääntyviä määriä (stokastisuus) ja myös siksi, et- tei ole tarjolla riittävän pitkiä sijoitusvälineitä esim. eläkevastuiden yhteensovitukseen. Tulevaisuuteen liittyy lisäksi monia epävarmuustekijöitä kuten korkojen ja inflaa- tion vaihtelu.

Oletetaan, että yhtiön velka L erääntyy hetkellä t_1 ja yh- tiön saatavat erääntyvät kahdessa osassa: määrä A erääntyy hetkellä $t_1 - a$ ja määrä B erääntyy hetkellä $t_1 + b$. Olkoon a ja b positiivisia ja yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, että $a \leq t_1$. Oletetaan lisäksi, että täsmälleen kaksi arvoista A , B , a ja b tunnetaan. Jotta saatavien ja velkojen tasapaino- tila olisi immuuni koron muutoksille, on sekä saatavien ja velkojen nykyarvojen oltava samat että myös nykyarvojen en- simmäiset derivaatat tulee olla samat. Tarkastellaan nyky- arvoja hetkellä t_1 , jolloin saadaan yhtälöt

$$V_{\text{saatatavat}}(\delta_o) = Ae^{\delta_o a} + Be^{-\delta_o b} = L = V_{\text{velat}}(\delta_o) \quad (2.7.1)$$

ja

$$\frac{dV_{\text{saatatavat}}}{d\delta_o} = Aae^{\delta_o a} - Bbe^{-\delta_o b} = 0 = \frac{dV_{\text{velat}}}{d\delta_o} \quad (2.7.2)$$

Olkoon nyt $V(\delta)$ ajanhetkellä 0 olevien saatavien nykyarvo vähennettynä velkojen nykyarvolla korkointensiteetin ollessa δ eli

$$V(\delta) = e^{-\delta_1} (Ae^{\delta a} + Be^{-\delta b} - L) \quad (2.7.3)$$

Nyt yhtälöiden (2.7.1) ja (2.7.2) nojalla $V(\delta_0) = 0$ ja $V'(\delta_0) = 0$. Muokataan seuraavaksi yhtälöä (2.7.3) seuraavasti

$$\begin{aligned} V(\delta) &= e^{-\delta_1} [Ae^{\delta_0 a} e^{(\delta - \delta_0)a} + Be^{-\delta_0 b} e^{-(\delta - \delta_0)b} - L] \\ &= e^{-\delta_1} \left[Ae^{\delta_0 a} e^{(\delta - \delta_0)a} + A \frac{a}{b} e^{\delta_0 a} e^{-(\delta - \delta_0)b} - \left(Ae^{\delta_0 a} + A \frac{a}{b} e^{\delta_0 a} \right) \right] \\ &= e^{-\delta_1} Ae^{\delta_0 a} \left[e^{(\delta - \delta_0)a} + \frac{a}{b} e^{-(\delta - \delta_0)b} - \left(1 + \frac{a}{b} \right) \right] \end{aligned} \quad (2.7.4)$$

yhtälöiden (2.7.1) ja (2.7.2) nojalla.

Tarkastellaan nyt funktion $f(x) = e^{ax} + \frac{a}{b} e^{-bx} - \left(1 + \frac{a}{b} \right)$ merkkiä. Selvästi nähdään, että $f(0) = 0$. Funktion ensimmäinen derivaatta $f'(x) = a(e^{ax} - e^{-bx})$. Nyt on

$$f'(x) = \begin{cases} > 0, \text{ kun } x > 0 \\ = 0, \text{ kun } x = 0 \\ > 0, \text{ kun } x < 0 \end{cases}$$

Täten $f(x) > 0$ kaikilla $x \neq 0$. Tästä seuraa, kun $x = \delta - \delta_0$, että $V(\delta) > 0$ kaikilla $\delta \neq \delta_0$.

2.8. Wisen ja Wilkien ALM-mallit

Redingtonin immunisaatioteoria perustui kolmeen perusole-tukseen: tuottokäyrä on tasainen, saatavat ja velat erään-tyvät kiinteinä ajankohtina ja korkotasossa tapahtuu vain pieniä muutoksia. Boyle yleistä Redingtonin immunisaatio-teoriaa muodostamalla koroille stokastisen mallin. Wise puolestaan yleistä teoriaa edelleen inflaationsidonnaisiin eläkerahastoihin ja muodosti stokastisen mallin sekä in-flaatiolle että sijoitustuotoille. Wisen mallissa vastui-siin nähden yhteensopiva sijoitussalkku saadaan seuraavin ehdoin:

- 1) lopullisen ylijäämän odotusarvon on oltava nolla
- 2) lopullisen ylijäämän varianssi tulee minimoida

Lopullisella ylijäämällä tarkoitetaan sitä jäljelle jäävää varojen määrää, kun kaikki vastuut on kuoletettu. Wisen mallin puutteena voidaan pitää sitä, että se ei ottanut lainkaan huomioon vastuiden ja sijoitusten yhteensovituksessa sijoitusten hintaa. Näin kyseisen mallin tuottama si-joitussalkku ei välttämättä ole tehokas ("efficient") eli salkku voi muodostua esim. ylihinnoitelluista osakkeista. Wilkie poisti tämän puutteen konstruoimassaan mallissaan.

2.8.1. Wisen malli

Wise havainnollisesti immunisaation, portfolioteoriamenetelmän ja ALM:n eroa seuraavasti:

Menetelmä	Menetelmän tavoite	Mahdollisten sijoitussalkkujen lukumäärä kyseisessä menetelmässä
Täydellinen immunisaatio	täydellinen sijoitusten ja vastuiden yhteensovitus ajallisesti ja määrällisesti ottaen huomioon vastuiden luonne	nolla
Portfolioteoriamenetelmä	minimoidaan varianssi annetulla odotusarvolla tai maksimoidaan odotusarvo annetulla varianssilla ottamatta lainkaan huomioon sijoitusten yhteensopivuutta vastuiden kanssa	ääretön määrä
ALM	sijoitusten ja vastuiden yhteensovitus ajallisesti ja määrällisesti ottaen huomioon vastuiden luonne. Päämäärään päästään minimoimalla lopullisen ylijäämän varianssi	yksi

Taulukko 5.

Wisen ALM-malli rakentuu suljetulle eläkerahastolle eli rahasto ei kasva uusilla eläketapauksilla. Erilaiset taloudelliset ja sosiaaliset tekijät voivat kuitenkin kasvattaa rahastoa samoin kuin inflaatio. Suljetun rahaston elinikä on siten äärellinen ja on helpompi arvioida lopullista ylijäämää tai vajausta.

Jos sijoitussalkku on täydellisesti yhteensovitettu vastuiden kanssa, lopullinen ylijäämä tulee olemaan nolla ilman vaihtelua. Sijoitussalkku on **"positiivisesti harhattomasti yhteensovitettu"** ("positive unbiased match"), jos lopullisen ylijäämän odotusarvo on nolla ja lopullisen ylijäämän toinen momentti minimoituu (vertaa edellä oleviin Wisen esittämiin kahteen yhteensovituskriteeriin). Termillä positiivinen suljetaan negatiiviset sijoitukset eli lainaksi ottaminen pois. Harhattomuudella taas tarkoitetaan ehtoa,

joka on asetettu lopullisen ylijäämän odotusarvolle eli sen on oltava nolla. Sijoitussalkku on **"positiivisesti yhteensovitettu"** ("positive match"), jos lopullisen ylijäämän toinen momentti minimoituu, mutta lopullisen ylijäämän odotusarvo ei välttämättä ole nolla. Wise osoitti, että on olemassa täsmälleen yksi vastuuden kanssa yhteensopiva positiivinen sijoitussalkku.

Merkitään seuraavassa vektoreita ja matriiseja lihavoidulla. Olkoon nyt sijoitusvälineitä S_i yhteensä n kappaletta. Merkitään x_i :llä sijoitusvälineeseen S_i sijoitettua määrää. Merkitään kirjaimella L vastuuta, joka purkautuu m vuoden aikana. Purkautuvien vastuuden yhteismäärä L hetkellä T on satunnaismuuttuja R_L , jonka odotusarvo on E_L ja varianssi $V_L = \sigma_L^2$. Sijoitusten lopulliset tuotot hetkellä T ovat satunnaismuuttujia R_i odotusarvolla E_i ja varianssilla $V_i = \sigma_i^2$. Sijoitusvälineiden i ja j välistä kovarianssia ja korrelaatiokerrointa merkitään symboleilla $C_{ij} = \rho_{ij}\sigma_i\sigma_j$ ja ρ_{ij} vastaavasti. Olkoon varianssi/kovarianssimatriisi V , missä

$$V = \begin{pmatrix} V_1 & C_{12} & K & C_{1n} \\ C_{21} & V_2 & K & C_{2n} \\ K & K & K & K \\ C_{n1} & C_{n2} & K & V_n \end{pmatrix}$$

Koska $C_{ij} = C_{ji}$, on matriisi symmetrinen.

Merkitään $\mathbf{r}' = (R_1, R_2, \dots, R_n)$, $\mathbf{e}' = (E_1, E_2, \dots, E_n)$ ja $\mathbf{x}' = (x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Lopullinen ylijäämä R hetkellä T saadaan kaavasta

$$R = \mathbf{x}' \cdot \mathbf{r} - R_L = \mathbf{r}' \cdot \mathbf{x} - R_L \quad (2.8.1)$$

Vastaavasti lopullisen ylijäämän odotusarvo E on

$$E = \mathbf{x}' \cdot \mathbf{e} - E_L = \mathbf{e}' \cdot \mathbf{x} - E_L \quad (2.8.2)$$

ja varianssi V on

$$V = \mathbf{x}' \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{x} - 2 \mathbf{x}' \cdot \mathbf{c} + V_L \quad (2.8.3)$$

missä $\mathbf{c} = (C_{1L}, C_{2L}, \dots, C_{nL})$.

Merkitään vielä G :llä lopullisen ylijäämän $\mathbf{R}$ toista momenttia $E(\mathbf{R}^2)$, joka todennäköisyysteorian mukaisesti on $V + [E(\mathbf{R})]^2$ eli varianssin ja odotusarvon neliön summa, toisin sanoen

$$G = E^2 + V \quad (2.8.4)$$

Wisen määritelmän mukaan sijoitussalkku on "positiivisesti harhattomasti yhteensovitettu" ("positive unbiased match"), jos lopullisen ylijäämän odotusarvo $E=0$, ehdolla että G minimoituu ja kukin $x_i \geq 0$ ($i=1, 2, \dots, n$).

Koska Wisen mallissa ei ollut mukana sijoitusten hintoja, ei ratkaisu välttämättä ole tehokas.

2.8.2. Wilkien malli

Täydennetään Wisen mallia vielä sijoitusvälineiden S_i markkinahinnoilla P_i . Merkitään $\mathbf{p}' = (P_1, P_2, \dots, P_n)$. Sijoitussalkun kokonaismarkkinahinta on siten

$$P = \mathbf{x}' \cdot \mathbf{p} = \mathbf{p}' \cdot \mathbf{x} \quad (2.8.5)$$

Wilkie määritteli tehokkaan sijoitussalkun kolmidimensioisessa avaruudessa (P, E, V) , missä

P = sijoitussalkun yhteenlaskettu markkina-arvo tai hinta; määritelty kaavalla (2.8.5)

E = lopullisen ylijäämän odotusarvo hetkellä T ; määritelty kaavalla (2.8.2)

V = lopullisen ylijäämän varianssi; määritelty kaavalla (2.8.3)

seuraavasti:

Sijoitussalkku ei ole tehokas, jos on löydettävissä toinen sijoitussalkku (P, E, V) -avaruudessa, jolla on

- sama hinta P ja odotusarvo E , mutta alempi varianssi V
- sama hinta P ja varianssi V , mutta suurempi odotusarvo E
- sama odotusarvo E ja varianssi V , mutta pienempi hinta P
- sama hinta P , mutta suurempi odotusarvo E ja pienempi varianssi V
- sama odotusarvo E , mutta pienempi hinta P ja pienempi varianssi V
- sama varianssi V , mutta pienempi hinta P ja suurempi odotusarvo E
- pienempi hinta P , suurempi odotusarvo E ja pienempi varianssi V

Sijoitussalkun tehokasta valintaa voi rajoittaa käytettävissä olevan rahan määrä $P_{\max}$ eli

$$P \leq P_{\max} \quad (2.8.6)$$

Kuten edellä kappaleessa 2.3. todettiin, vakuutusmatemaatikon ja sijoitusjohdon intressit sijoitustoiminnan suhteen voivat olla ristiriidassa. Vakuutusmatemaatikon näkökulmasta tehokas sijoitussalkku saavutetaan silloin, kun lopullisen ylijäämän odotusarvolle E asetetaan ensin vaatimus (esim. $E=0$ tai $E>0$) ja lopullisen ylijäämän varianssi V minimoidaan suhteessa hintaan P eli

$$\frac{\partial V}{\partial P} = 0 \quad (2.8.7)$$

Sijoitusjohdon mielestä tehokas sijoitussalkku saavutetaan silloin, kun sijoitussalkun hinnan ollessa P (ko. hinta P voi muodostua useasta erilaisesta x_i :iden kombinaatiosta) minimoidaan lopullisen ylijäämän varianssi V suhteessa odotusarvoon E eli

$$\frac{\partial V}{\partial E} = 0$$

(2.8.8)

Täten aktuaari kiinnittää odotusarvon E ja etsii tasapainoa hinnan P ja varianssin V välillä joko niin, että sijoitus-salkuista joilla on sama hinta P valitaan se, jolla on pienin varianssi V tai sijoitussalkuista joilla on sama varianssi V valitaan se, jolla on pienin hinta P . Sijoitusjohtaja taas kiinnittää hinnan P ja etsii tasapainoa odotusarvon E ja varianssin V välillä.

2.9. ALM-teorian käytännön sovellus

Lasketaan seuraavalle korvausten selviämiskolmiolle duraa-
tio:

	k+0	k+1	k+2	k+3	k+4	k+5	k+6	k+7	k+8
1988	2874	10234	4864	1174	375	316	97	29	-4
1989	3678	12376	4319	1308	463	110	78	80	57
1990	4519	14162	4772	1532	334	85	31	32	-112
1991	6182	14968	6301	1679	233	243	124	-8	-47
1992	5679	17134	6673	1342	820	-48	30	-51	32
1993	7149	18108	5662	2567	608	12	183	-47	
1994	7871	20937	11356	4183	945	404	-174		
1995	7827	23545	16217	3741	1548	-701			
1996	6348	23171	11872	4392	1399				
1997	7177	20880	10431	3280					
1998	7216	23946	11156						
1999	7236	20151							
2000	7152								

	k+9	k+10	k+11	k+12
1988	25	-29	-50	19
1989	68	-75	-41	
1990	6	-52		
1991	-125			
1992				
1993				
1994				
1995				
1996				
1997				
1998				
1999				
2000				

Inflaatiokorjataan selviämiskolmio vuoden 2000 tasoon elin-
kustannusindeksillä. Tulevaisuuden inflaatio-oletuksena on
2,5%. Täydennetään selviämiskolmio inflaatiokorjatulla pe-
räkkäisten askelmien menetelmällä (Chain Ladder):

	k+0	k+1	k+2	k+3	k+4	k+5	k+6	k+7	k+8
1988	3907	13052	5489	1356	422	349	105	31	-5
1989	4691	14885	4987	1473	510	120	84	86	61
1990	5435	16352	5373	1689	364	91	33	34	-117
1991	7137	16854	6949	1831	251	2613	131	-9	-49
1992	6394	18897	7279	1449	880	-51	32	-53	32
1993	7884	19753	6114	2756	644	12	190	-47	-20
1994	8586	22609	12193	4438	988	418	-174	11	-27
1995	8452	25280	17203	3913	1600	-701	97	13	-31
1996	6816	24580	12418	4541	1399	88	89	12	-29
1997	7613	21840	10783	3280	945	80	82	11	-26
1998	7547	24754	11156	3400	1041	88	90	12	-29
1999	7480	20151	9685	2973	910	77	79	11	-25
2000	7152	21381	10064	3090	946	80	82	11	-26

	k+9	k+10	k+11	k+12
1988	26	-30	-52	19
1989	71	-78	-41	21
1990	6	-52	-53	23
1991	-125	-67	-62	27
1992	-7	-72	-67	29
1993	-7	-79	-73	32
1994	-10	-107	-98	43
1995	-11	-124	-115	50
1996	-10	-114	-105	46
1997	-10	-104	-96	42
1998	-10	-115	-106	46
1999	-9	-100	-93	40
2000	-10	-104	-97	42

Oletetaan vielä, että korvaukset maksetaan keskellä korvausvuotta. Olkoon diskonttauskorko 4%. Täten Macaulay-duraatio -kaava (2.4.1) antaa duraatioksi 1,36 vuotta. Vastuuvelan duraatio on siten melko lyhyt. Vastuuvelan katteeksi sopii ennemminkin esimerkiksi joukkovelkakirjalainat kuin kiinteistöt, sillä joukkovelkakirjat ovat hyvin likviidejä ja soveltuvat näin ollen lyhytaikaisen vastuuvelan katteeksi paremmin kuin kiinteistöt.

Selvittämällä näin eri vakuutuslajien vastuiden maturiteetit ja jakamalla vastuut eri luokkiin maturiteettien mu-

kaan, voidaan olemassaolevia varoja mahdollisesti allokoida uudelleen. Näin voidaan parantaa vastuuvelan ja sijoitusomaisuuden keskinäistä yhteensopivuutta. Yhteensovitus voidaan tehdä vielä tarkemmalla tasolla kuin mitä edellä on esitetty: eri vakuutuslajien kokonaiskorvausten selviämiskolmiosta muodostetaan eri korvauslajien selviämiskolmiot ja näin saaduista kolmioista selvitetään tulevaisuuden kassavirrat vuositasolla (kolmioiden lävistäjät) ja kutakin kassavirtaa vastaan yhteensovitetään ajallisesti ja määrällisesti sopivaa sijoitussalkku.

3. Sijoitussalkun suojaus

Rahoitusmarkkinoilla on sekä **perinteisiä rahoitusinstrumentteja** kuten esimerkiksi joukkovelkakirjoja ja osakkeita että **johdannaisinstrumentteja**, joista esimerkkeinä voisi mainita optiot, termiinit ja swapit eli koron- ja valuutanvaihtosopimukset. Näitä johdannaisinstrumentteja voidaan käyttää useisiin tarkoituksiin: salkun suojaukseen (hedging), arvonnousulla spekulointiin eli tuoton tavoitteluun (trading), arbitraasin hyödyntämiseen, portfolion riskin muuttamiseen sekä sijoitusten tai maksuvalmiuden hoidon tehostamiseen. **Arbitraasilla** tarkoitetaan esim. arvopaperin tai valuutan ostoa ja myyntiä riskittömän tuoton saamiseksi käyttäen hyväksi eri pörssien ja markkinoiden tilapäisiä hinnoittelueroja. Esim. jos arvopaperilla on eri markkinoilla eri hinta, ostetaan markkinoilta, joilla arvopaperin hinta on alempi ja myydään markkinoilla, joilla hinta on korkeampi. Termillä **hedging** tarkoitetaan suojautumista erilaisilta liiketoimintaan tai omaisuuserään kohdistuvilta riskeiltä, joita ovat mm. valuuttakurssi-, osake- ja korkoriskit. Hedging-sopimukset voidaan jakaa yksilöityä taseerää kuten osakkeita suojaaviin sopimuksiin (specific hedge) ja tase-erien muodostamaa nettopositiota suojaaviin sopimuksiin (structural hedge).

Sijoitussalkkua voidaan suojata toisaalta hajauttamalla riskiä eri sijoituskohteisiin ja toisaalta olemassaolevaa salkkua voidaan suojata johdannaisinstrumenteilla. Suojautumisen idea johdannaisinstrumentteja käytettäessä on ostaa kaksi vastakkaisiin suuntiin ja mahdollisesti samalla määrällä reagoivaa instrumenttia kuten esim. osakesalkku ja myyntioptio. Sitä parempi suojaus saadaan, mitä suurempi itseisarvoltaan on johdannaisinstrumentin ja sijoitussalkun negatiivinen korrelaatio. Tällöin jos osakesalkun arvo laskee, myyntioption arvon nousu kompensoi osakesalkun arvon laskua. Suojauksen onnistuminen riippuu siitä, pystytäänkö löytämään sellainen sijoitusta suojaava johdannaisinstrumentti, jonka herkkyys esim. korko- tai valuuttamuutoksiin

on samanlainen suojattavan sijoituksen kanssa. Sijoitussalkun suojaamiseen on tarjolla useita erilaisia tapoja kuten terminointi, ostettu myyntioptio/indeksimyyntioptio ja asetettu osto-optio /indeksiosto-optio. Lisäksi osto- ja myyntioptioita eri tavoin yhdistelemällä voidaan muodostaa valtaisa määrä erilaisia suojausmenetelmiä, joista esimerkkinä on kappaleessa 3.1.3. käsitelty sylinteri-strategia.

Käytettäessä johdannaisinstrumentteja osakesalkun suojauksessa voidaan pienentää sekä kurssilaskun aiheuttamaa tappiota että kaupankäynnin määrää osakkeilla, mikä puolestaan vähentää kaupankäyntikuluja. Lisäksi salkulle voi saada lisätuottoa kurssien pysyessä paikallaan (esim. osto-optioita asetettaessa).

Johdannaisinstrumenttien käytön haittapuolena ovat johdannaiskaupasta aiheutuvat kulut, jotka koostuvat **preemiosta** eli option hinnasta sekä välittäjän ja markkinapaikan maksuista ja palkkioista. Salkun pitkäaikainen suojaaminen "syö" salkun tuottoja. Rajoitteita saattaa esiintyä myös markkinoiden epälikvidisyyden takia. Isoille salkuille ei pystytä saamaan johdannaissuojaa joko lainkaan tai niiden hinta nousee kohtuuttomaksi. Johdannaisinstrumenteilla on usein hyvin lyhyt maturiteetti suojautumistarpeen kestoon nähden. Mitä pitempi on vastuiden maturiteetti, sitä järkevämpää on suojautua korkoriskiä vastaan yhteensovittamalla vastuut ja sijoitusomaisuus sekä ajallisesti että määrällisesti kuin että käytettäisiin korkoriskiltä suojautumiseen johdannaisinstrumentteja. Johdannaisinstrumentit ovat usein hyvin monimutkaisia. On syytä tuntea erittäin hyvin niiden riskit ja mahdollisuudet ennen niiden soveltamista.

Vakuutusvalvontaviraston ohjeissa (Määräys- ja ohjekokoelma kotimaisille vakuutusyhtiöille Dnro 2/002/1999) on johdannaisopimusten käyttöä koskevia yleisohjeita ja ohjeet johdannaisopimusten käsittelystä kirjanpidossa, tilinpäätöksessä ja liitetiedoissa (Määräys- ja ohjekokoelman kappale 4.5.), ohjeet johdannaisopimusten käytöstä vastuuvelan

katteena (Määräys- ja ohjekokoelman kappale 2.2.3.4.) sekä johdannaissopimusten huomioonottamisesta toimintapääomaa pienentävissä erissä (Määräys- ja ohjekokoelman kappale 3.2. ja A vakuutusyhtiön toimintapääomaan luettavista eristä 24.3.1995/462 2§:n 7 kohta). Johdannaissopimuksia käytettäessä on ennen kaikkea pidettävä mielessä, että niiden käyttö ei saa vaarantaa yhtiön vakavaraisuutta. Johdannaissopimusten käyttö vastuuvelan katteena olevan omaisuuden yhteydessä on sallittua siltä osin kuin johdannaissopimus on tehty suojaamaan katteena olevan omaisuuden arvoa arvon alenemista vastaan. Suojaavan johdannaissopimuksen ja suojattavan tase-erän tai avoimen position arvonmuutosten välillä on oltava riittävä negatiivinen korrelaatio. Korrelaatiota ei voida pitää riittävänä mikäli se on suurempi kuin -0,8 (-80%). Korrelaatiota on seurattava ja jos suojaus ei ole tehokasta, on käyttötarkoitus muutettava suojaavasta ei-suojaavaksi. Tilinpäätöksen liitetiedoissa on selvitettävä johdannaissopimusten käyttö suojaustarkoitukseen ja muuhun tarkoitukseen. Johdannaissopimusten käyttö vastuuvelan katteena on sallittua myös silloin, kun johdannaissopimukset (termiinit) liittyvät arvopaperilainaus-sopimuksiin, joissa asianomainen vakuutusyhtiö antaa lainaksi vastuuvelkansa luetteloituun katteeseen kuuluvia arvopapereita.

Johdannaisiin liittyy monia riskejä: markkinariski, luottoriski, likviditeettiriski, operatiivinen riski ja oikeudellinen riski. Johdannaissopimuksen arvo voi muuttua, jos markkinoilla valuutat, korot tai hinnat muuttuvat. Luottotappio taas voi syntyä, jos vastapuoli ei selviydy velvoitteistaan. Jos johdannaissopimusta ei saada suljetuksi lainkaan tai ei saada suljettua nopeasti, syntyy likviditeettiriski. Operatiivisen riskin voi aiheuttaa sisäisen valvonnan puutteellisuus. Johdannaissopimusten solminen, kirjominen ja niiden valvonta on oltava eri henkilöiden vastuulla. Oikeudellinen riski syntyy kaupan osapuolten ollessa erimielisiä johdannaissopimusten sitovuudesta.

Osakemarkkinoilla on kaksi riskin päätyyppiä: yrityskohtainen riski ja markkinariski. Yrityskohtainen riski muodostuu yrityksen tilan kehittymisestä, johon vaikuttavat mm. yrityksen liikeidea, kannattavuus ja rahoitusrakenne. Yrityskohtaista riskiä voidaan pienentää sijoittamalla varoja useisiin osakkeisiin. Hajauttamisesta saatava hyöty on sitä suurempi, mitä pienempi on osakkeiden välinen korrelaatio. Täten hajauttaminen kannattaa tehdä mahdollisimman erilaisiin yhtiöihin, ei esimerkiksi vain yhden toimialan yhtiöihin. Osakesalkun riskin pieneneminen kuitenkin hidastuu, kun salkkuun lisätään osakkeita ja liiallisen hajauttamisen haittana on osakesalkun hallitsemisen vaikeutuminen. Lisäksi täysin hajautettu salkkukaan ei ole täysin riskitön. Jäljelle jää vielä markkinariski. Markkinariski tarkoittaa koko osakemarkkinoita koskevia muutoksia. Markkinarisktiin vaikuttaa kansantalouden yleinen tila ja suhdannenäkymät kuten inflaatio-odotukset, vallitseva korkotilanne ja verotus.

Osakkeisiin liittyviltä yrityskohtaisilta riskeiltä voidaan suojautua esim. osakeoptioilla ja markkinariskiltä voidaan taas suojautua indeksioptioilla ja -futuureilla. Osakeoptiot ovat yhteen, tiettyyn osakesarjaan kohdistuvia sopimuksia, kun taas indeksioptiot perustuvat useasta eri osakkeesta lasketun indeksin kehitykseen. Korkoriskiltä voidaan suojautua korko-optioilla ja -termiineillä ja valuuttariskeiltä voidaan suojautua valuuttaoptioilla ja -termiineillä. Kuten edellä aiemmin on todettu, taseen korkoriskiltä voi suojautua tehokkaasti minimoimalla vastaavien ja velkojen duraatiokuilun (kts. 2.6.).

3.1. Erilaisia suojautumiskeinoja

Seuraavassa on esitetty yleisimmät suojausstrategiat suojattaessa osakkeita yrityskohtaisia riskejä (kappaleet 3.1.1., 3.1.2., 3.1.3., 3.1.4.) ja markkinariskejä (kappale 3.1.5.) vastaan. Lisäksi on esitetty obligaation suojausta korkoriskiltä (kappale 3.1.7.) sekä valuuttamääräisen

saatavan ja velan suojausta valuuttakurssiriskiltä (kappale 3.1.8.). Kappaleessa 3.1.6. on esitetty dynaamisen salkunhallinnan filosofiaa. Kaikissa jatkossa esitettävissä esimerkeissä on välityskulut jätetty ottamatta huomioon.

3.1.1. Osakesalkun suojaus ostetuilla myyntioptioilla

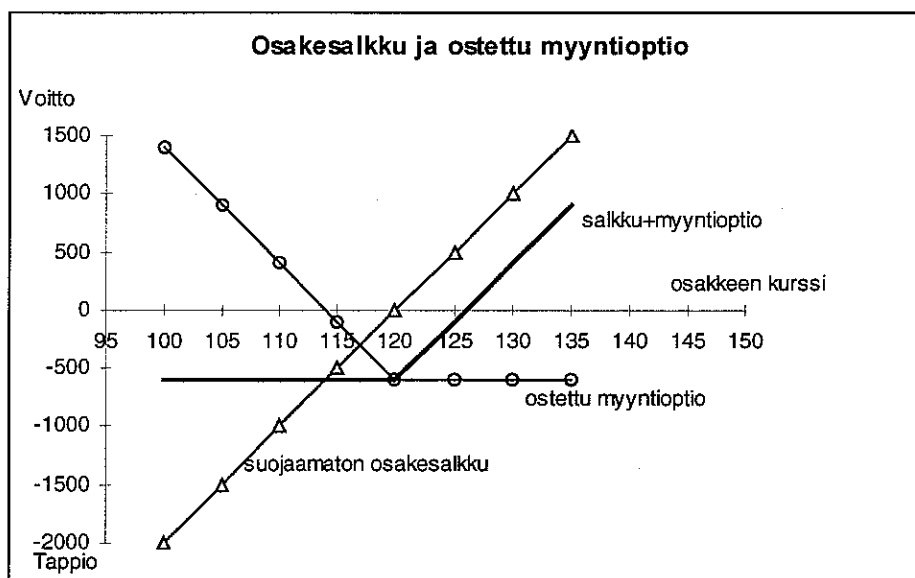
Myyntioptiot antavat haltijalle oikeuden myydä pohjatuotteen lunastushintaan joko milloin tahansa option voimassaoloaikana (**amerikkalainen optio**) tai vain option päättymispäivänä (**eurooppalainen optio**). Myyntioption ostaminen on tehokas ja vaivaton tapa suojautua voimakkailta osakekursien laskuilta. Myyntioption ostajan on päätettävä, kuinka paljon hän rajoittaa riskiä ja kuinka suuresta voittopotentiaalista hän luopuu.

Tarkastellaan kokonaissalkun arvoa osakkeen eri arvoilla, kun sijoittajalla on salkussaan 100 kappaletta osakkeita, joiden sen hetkinen kurssi on 120 markkaa. Osakesalkun suojaksi kurssilaskun varalta sijoittaja on ostanut myyntioptioita, joiden pohjatuotteen eli tässä tapauksessa osakkeen lunastushinta, ns. toteutushinta, on 120 markkaa. Myyntioptio siis antaa ostajalleen oikeuden myydä osakkeet 120 markan kappalehintaan. Tästä oikeudesta option ostaja maksaa option asettajalle eli myyjälle korvauksen eli preemion, joka tässä esimerkissä on 6 markkaa optiolta. Kaupat on tehty sadan kappaleen erissä.

Osakkeen	Option arvo	Option hankintameno	Tulos optioista	Tulos osakkeista	Kokonais- tulos
100	2000	600	1400	-2000	-600
110	1000	600	400	-1000	-600
115	500	600	-100	-500	-600
120	0	600	-600	0	-600
130	0	600	-600	1000	400
135	0	600	-600	1500	900

Taulukko 6.

Option osalta tulos on positiivinen vasta osakkeen kurssin alittaessa option lunastushinnan ja option hankintamenon erotuksen. Tässä esimerkissä tämä kriittinen piste (break-even point) on 114 markkaa eli 120 markan lunastushinta vähennettynä option 6 markan hankintamenolla. Osakekurssin laskiessa option arvo nousee ja suojaamattoman osakesalkun arvo laskee. Kun osakesalkku on suojattu ostetuilla myyntioptiolla kurssilaskua vastaan, on suojatun osakesalkun suurin mahdollinen tappio optioiden hankintameno lisättynä myyntioptioita ostettaessa salkussa olleiden osakkeiden kurssin ja myyntioptioiden määrittelemän osakkeiden lunastushinnan erotuksella. Toisaalta osakkeen hinnan noustessa voitto on option hankintamenon verran pienempi kuin siinä tapauksessa, että salkkua ei olisi suojattu. Kuviossa 8. on edellisen esimerkin voitto-tappiokuvaajat.



Kuvio 8. Osakesalkkun suojaus ostetuilla myyntioptioilla.

Optiota voidaan verrata vakuutukseen, koska optiolla ikään kuin vakuutetaan osakesalkku kurssilaskua vastaan. Option hankintameno vastaa vakuutusmaksua. Tästä nimitys "preemio" (vrt. engl. "premium"). Erona vakuutukseen on kuitenkin se, että vakuutuksenottaja voi vakuutuksella ainoastaan pienentää riskiä, kun optioilla kuten muillakin johdannaisilla riskitasoa voidaan periaatteessa säännellä suuntaan tai

toiseen. Mikäli kurssilasku ei toteudu, optio raukeaa arvottomana. Samalla tavoin vakuutuksenottaja vakuuttaa esim. kotinsa palon varalta ja jos korvaukseen oikeuttava vahinko tapahtuu vakuutuskauden aikana, vakuutuksenottaja saa vakuutuskorvauksella katettua ainakin osan syntyneestä vahingosta. Toisaalta optio toimii vaihtoehtona osakkeiden myynnille. Jos sijoittajalla kuitenkin on "varma" näkemys siitä, että hänen hallussaan olevien osakkeiden kurssit tulevat laskemaan lähitulevaisuudessa, kannattaa hänen myydä osakkeensa pois eikä ostaa myyntioptiota, sillä näin hän säästää myyntioption hankintahinnan. Mikäli sijoittaja myy osakkeensa pois ja kurssi vastoin hänen olettamustaan nousee, hänen laskennallinen tappionsa nousee sitä suuremmaksi, mitä korkeammaksi osakkeen kurssi nousee. Sijoittaja ei näin enää pääse hyötymään kurssinoususta myytyään osakkeet. Kun sijoittaja otaksuu osakekurssin laskevan maltillisesti ja/tai väliaikaisesti (varsinkin yrityksen tilinpäätösvaiheessa), hän voi osakkeiden myymisen tai myyntioption ostamisen sijaan asettaa osto-option. Myyntioption ostamisen etu osto-option asettamiseen nähden on kuitenkin se, että myyntioption ostaessaan sijoittaja saa periaatteessa rajattoman suojan kurssilaskua vastaan.

3.1.2. Osakesalkun "suojaus" osto-optioita asettamalla eli nk. covered call -strategia

Sijoittaja, joka odottaa tasaista tai lievästi laskevaa kurssikehitystä, voi hyödyntää markkinat asettamalla osto-optioita. Osto-optioita asetettaessa suojaus muodostuu asettamisesta saadusta kassavirrasta. Ts. saatu preemio kompensoi osakkeiden kurssilaskusta sijoittajalle syntyvää tappiota. Jos kurssikehitys vastoin sijoittajan näkemystä onkin voimakkaasti laskeva, on osto-option asettajan kokonaistappio sitä suurempi, mitä enemmän kurssi laskee. On syytä muistaa, että osto-option asettaminen vaatii vakuuksia, koska asettaja on sitoutunut myymään osakkeet option ostajalle lunastushintaan. Vakuuksien asettaminen poistaa osto-option ostajalta riskin option asettajan maksukyvyttö-

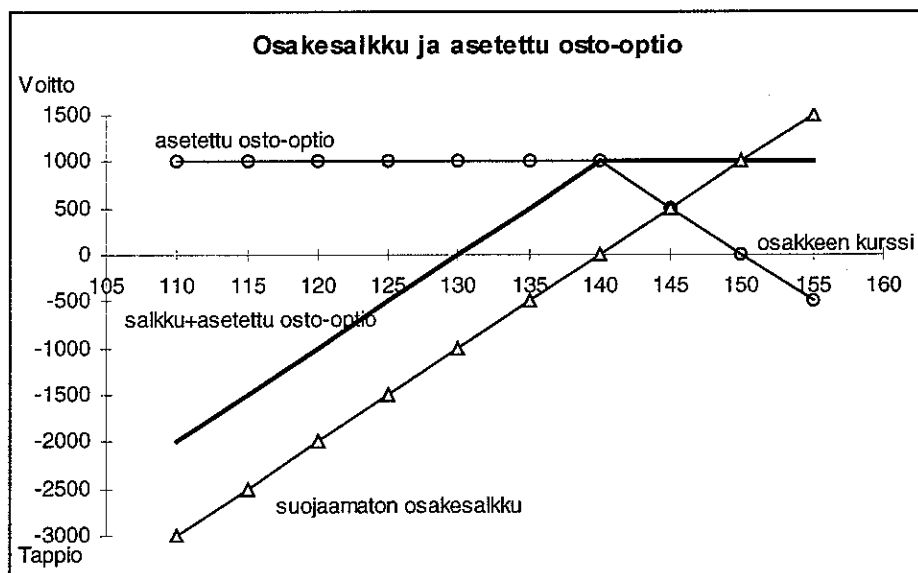
myydestä. Osakkeiden ollessa kyseessä on normaali menettely antaa osakkeet vakuudeksi.

Tarkastellaan kokonaissalkun arvoa osakkeen eri arvoilla, kun sijoittajalla on salkussaan 100 kappaletta osakkeita, joiden kurssi on 140 markkaa. Osakesalkun suojaksi lievän kurssilaskun varalta sijoittaja on asettanut osto-optioita, joiden pohjatuotteen lunastushinta on 140 markkaa. Osto-option ostokurssi on 10 markkaa. Kaupat on tehty sadan kappaleen erissä.

Osakkeen kurssi	Option arvo	Option preemiotulo	Tulos optioista	Tulos osakkeista	Kokonais- tulos
115	0	1000	1000	-2500	-1500
125	0	1000	1000	-1500	-500
130	0	1000	1000	-1000	0
135	0	1000	1000	-500	500
145	-500	1000	500	500	1000
155	-1500	1000	-500	1500	1000

Taulukko 7.

Sama asia voidaan esittää graafisesti Kuviossa 9., missä kokonaisposition voitto-tappioprofiili on kuvattu tummenne-tulla viivalla:



Kuvio 9. Osakesalkun suojaus osto-optioita asettamalla.

Option asettajan saama preemio kompensoi kurssilaskun vaikutusta. Tässä esimerkissä osakkeen kurssi voi laskea alkuperäisestä 140 markasta 130 markkaan ilman, että sijoittajalle syntyy tappiota. Jos osakesalkkua ei olisi "suojattu" osto-optioita asettamalla, tappiota olisi alkanut syntyä heti osakekurssin mentyä alle 140 markan.

Option asettajan on seurattava aktiivisesti positionsa kehitystä. Jos osakekurssit alkavat laskea voimakkaasti, voi option asettaja helpoimmin suojautua sulkemalla positionsa. Tällöin option asettaja eliminoo velvoitteensa. Sulkeminen tapahtuu siten, että positio katetaan identtisellä mutta vastakkaisella toimenpiteellä. Osto-option asettaja siis ostaa ehdoiltaan samanlaisen osto-option kuin hän on aiemmin asettanut. Kun sijoittajalla on samanlainen sekä myyty että ostettu optio, kuittautuvat velvollisuudet ja oikeudet eli positio sulkeutuu. Osakkeiden omistajan on edelleenkin suojauduttava position sulkemisen jälkeen esimerkiksi asettamalla uusi osto-optio, jolla on uusi alhaisempi lunastushinta. Tätä suojautumiskeinoa kutsutaan alaspäin rullaamiseksi. Alasrullaus antaa suojaa kurssien edelleenlaskua vastaan, ja jos kurssilasku pysähtyy, saadaan salkusta tuottoja.

3.1.3. Osakesalkun suojaus osto-optioita asettamalla ja myyntioptioita ostamalla eli nk. sylinteri-strategia

Helpoin tapa lisätä kappaleessa 3.1.2. esitetyn nk. covered call -strategian antamaa suojaa on ostaa myyntioptioita. Nk. sylinteri-strategia on halpa ja tehokas tapa suojata osakesalkku kurssilaskua vastaan. Sylinteri-strategia on vain yksi esimerkki osto- ja myyntioptioita yhdistelemällä muodostetuista yhdistelmästrategioista.

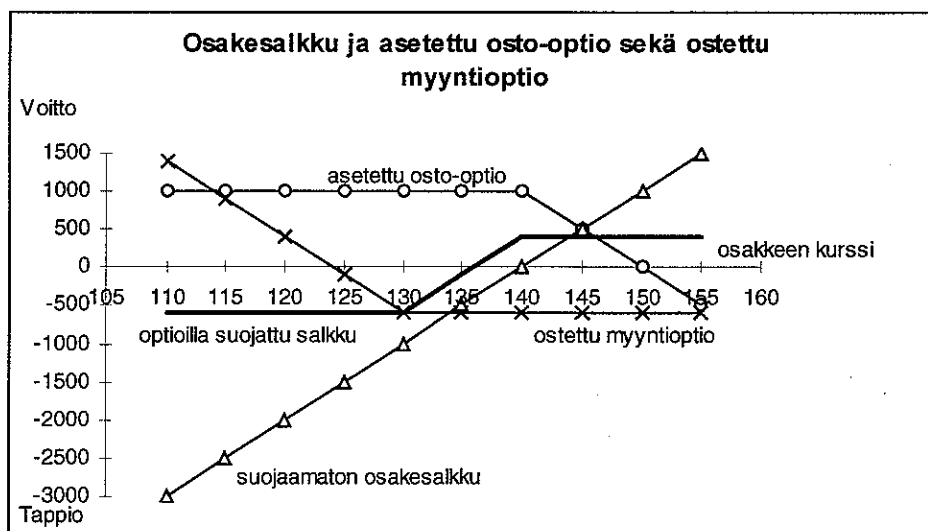
Jatketaan kappaleen 3.1.2. esimerkkiä siten, että asetettujen osto-optioiden antamaa suojaa lisätään vielä myyntiop-

tioita ostamalla. Olkoon myyntioptioiden pohjatuotteen lunnastushinta 130 markkaa ja myyntikurssi 6 markkaa.

Osakkeen kurssi	Asetettu osto-optio			Ostettu myynti-optio			Tulos osakkeesta	Kokonais- tulos
	Arvo	Preemio- tulo	Tulos	Arvo	Preemio- meno	Tulos		
115	0	1000	1000	1500	-600	900	-2500	-600
125	0	1000	1000	500	-600	-100	-1500	-600
130	0	1000	1000	0	-600	-600	-1000	-600
135	0	1000	1000	0	-600	-600	-500	-100
136	0	1000	1000	0	-600	-600	-400	0
140	0	1000	1000	0	-600	-600	0	400
145	-500	1000	500	0	-600	-600	500	400
150	-1000	1000	0	0	-600	-600	1000	400
155	-1500	1000	-500	0	-600	-600	1500	400

Taulukko 8.

Seuraavassa kuviossa 10. on vielä edellisen esimerkin voit-to-tappiokuvaajat.



Kuvio 10. Osakesalkun suojaus osto-optioita asettamalla ja myyntioptioita ostamalla.

Sylinteri-strategia rajoittaa sekä tappiota että voittoa. Tässä esimerkissämme tappio rajoittuu 600 markkaan ja voitto rajoittuu 400 markkaan.

3.1.4. Osakesalkun suojaus termiineillä

Toisin kuin optio termiini on molempia osapuolia sitova sopimus. Option ostajallahan on oikeus, mutta ei velvollisuutta toteuttaa kauppa, kun taas termiinin ostajalla on aina velvollisuus toteuttaa kauppa. Jos sijoittaja arvelee osakekurssien laskevan, hän voi osakesalkun myymisen tai edellä mainittujen optiostrategioiden sijaan vaihtoehtoisesti myydä termiineitä. Jos salkku on kokonaan suojattu, kurssien laskiessa termiinit kompensoivat kokonaan osakkeiden kurssilaskun synnyttämän tappion. Päinvastaisessa tapauksessa eli osakekurssien noustessa myydyn termiinin arvo laskee.

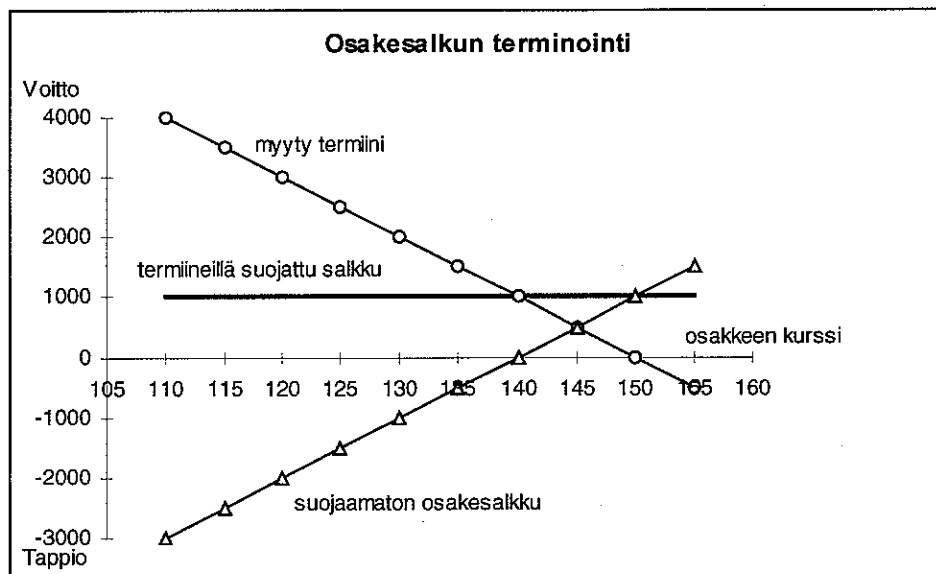
Sijoittajan kannalta termiinien myyminen osakesalkun myymisen sijaan on parempi vaihtoehto useastakin syystä: Osakesalkun realisointi voi viedä aikaa ja siitä puolestaan aiheutuu lisäkuluja. Sijoittaja voi olettaa kurssilaskun olevan tilapäinen. Jos hän kurssilaskun pelossa myy osakkeet ja taas ostaa, on kulujen osuus paljon suurempi kuin jos hän käyttäisi termiineitä. Terminoinnin ero osakkeiden myymiseen nähden on se, että terminoinnissa ei tarvitse maksaa osakkeiden myymisestä ja takaisinostamisesta aiheutuvia kuluja. Samoin kuin osakesalkun myydessään menettää sijoittaja myös termiineitä myydessään kurssien noususta syntyvän voittomahdollisuuden. Jos sijoittajan odotukset kurssilaskun suhteen kuitenkin muuttuvat, hän voi vastakaisella operaatiolla eli ostamalla termiineitä sulkea positionsa ja hyötyä kurssinoususta. Erona option sulkemiseen on se, että termiinin sulkemisen yhteydessä ei suoriteta maksuja, vaan maksut realisoituvat vasta suljettujen termiinien päättymispäivän jälkeen. Yksi sijoittajan motiiveista voi olla myös se, ettei hän äänivaltasyistä halua myydä osakkeitaan.

Tarkastellaan kokonaissalkun arvoa jälleen esimerkin avulla. Olkoon sijoittajalla salkussaan 100 kappaletta osakkeita, joiden kurssi on 140 markkaa. Suojatakseen salkkunsu osakekurssin laskulta sijoittaja myy termiineitä, joiden ostokurssi on 150 markkaa. Kaupat on tehty sadan kappaleen erissä.

Osakkeen kurssi	Termiinin arvo	Termiinin myyntitulo	Tulos termiineistä	Tulos osakkeista	Kokonais- tulos
115	-11500	15000	3500	-2500	1000
125	-12500	15000	2500	-1500	1000
130	-13000	15000	2000	-1000	1000
135	-13500	15000	1500	-500	1000
145	-14500	15000	500	500	1000
155	-15500	15000	-500	1500	1000

Taulukko 9.

Sama asia voidaan esittää jälleen kuvaajalla Kuviossa 11.:



Kuvio 11. Osakesalkun suojaus termiineillä.

Esimerkissämme salkku oli kokonaan suojattu, jolloin kursien laskiessa termiinit kompensoivat kokonaan osakkeiden

kurssilaskun synnyttämän tappion. Päinvastaisessa tapauksessa eli osakekurssien noustessa termiinien arvo laskee. Salkun arvo lukkiutuu tietylle tasolle. Esimerkissämme salkun arvo pysyy koko ajan 1000 markan tasolla olipa osakkeen kurssi mikä tahansa.

3.1.5. Osakesalkun suojaus indeksioptioilla

Kuten edellä mainittiin, osakkeisiin liittyviltä yhtiökohtaisilta riskeiltä suojaudutaan osakeoptioilla ja koko osakemarkkinoita koskevalta riskiltä voidaan suojautua indeksii- eli korioptioilla. Indeksioptioilla voidaan suojata joko koko osakesalkku tai vain yksittäinen osake.

Osakesalkun suojauksessa käytettyjen indeksioptioiden pohjatuotteena on osakkeista laskettu indeksi. Indeksii kuvaa osakemarkkinoiden yleisestä käyttäytymistä. Osakeindeksi lasketaan tietystä joukosta osakkeita, joiden oletetaan heijastavan yleistä markkinatilannetta. Osakeindeksin perustaksi valitaan vaihdetuimmat osakkeet. FOX-osakeindeksin (Finnish Options Index) perustana on 25 Helsingin pörssissä eniten vaihdettua osaketta. FOX-indeksi on painorajoitteinen eli yhden yhtiön paino indeksissä on rajoitettu 20 prosenttiin (elokuun alusta 2001 yhden osakkeen painoraja laskee kymmeneen prosenttiin). Ennen 1.11.1995 FOX-indeksissä ei ollut osakekohtaista painorajoitusta. Tämä aiheutti ongelmia, koska yhden yhtiön osakkeilla (esim. Nokian) saattoi olla suuri painoarvo indeksissä ja kyseisen yhtiön osakkeen heilahtelu saattoi heilauttaa indeksiä kovastikin. Painorajoittamaton indeksi sopi huonosti hajautetun osakesalkun suojaukseen. Indeksioptiot antavat sitä paremman suojauksen osakesalkulle, mitä paremmin suojattavan osakesalkun rakenne vastaa sitä osakekoria, josta osakeindeksi on laskettu.

Aikaisemmin esitetyt optiostrategiat ovat käytettävissä myös indeksituotteilla. Esimerkiksi indeksioso-option asettamista voidaan käyttää osakkeiden suojaukseen samalla

tavalla kuin osakeosto-optiotakin. Osto-optioita asettamallaan suojauduttiin lievältä kurssilaskulta. Suojaus muodostuu samalla tavalla kuin osakeosto-optioillakin asettamisesta saadusta kassatulosta.

3.1.6. Dynaaminen salkunhallinta

Edellä esitetyt suojautumisstrategiat (myyntioption ostaminen, osto-option asettaminen ja sylinteri-strategia) olivat luonteeltaan staattisia. Osakesalkun **staattinen suojaus** antaa suojaa optioiden päättymispäivään asti. Staattisessa suojauksessa oletetaan, että optiot pidetään päättymispäivään asti. **Dynaaminen salkunhallinta** edellyttää sijoittajalta jatkuvaa varallisuuden uudelleen allokointia markkinoiden liikkuesssa. Dynaaminen salkun suojaus on kannattavaa lähinnä silloin, kun osakesalkku on suuri. Pienet osakesalkut kannattaa suojata myyntioptioita ostamalla ja/tai osto-optioita asettamalla ja lisäksi kannattaa käyttää indeksi-optioita, jollei salkku ole erityisen painottunut tiettyyn osakkeeseen. Dynaamisessa suojauksessa salkun haltija perustaa arvopaperisalkulle suojan ja muuttaa sitä tarpeen mukaan optimoidakseen salkun arvon.

Osakesalkun suojaus voidaan tehdä esimerkiksi indeksimyyntioptioita ostamalla. Indeksioptioiden lukumäärä määräytyy neljän tekijän perusteella, jotka ovat salkun markkina-arvo, osakkeen beta-arvo, indeksin päivänarvo ja option delta-arvo. **Osakkeen beta-arvo** mittaa osakkeen ns. markkinariskiä eli osakkeen heilahtelevuutta suhteessa koko markkinasalkun heilahtelevuuteen, jota kuvataan usein yleisindeksillä. Jos osakkeen beta on yksi, heilahtelee osakkeen tuotto täysin samassa suhteessa yleisindeksin kanssa. Mikäli taas osakkeen beta on esim. kaksi, reagoi osakkeen kurssi kaksi kertaa niin voimakkaasti kuin yleisindeksi. Johtopäätöksenä voisi sanoa, että osakkeen markkinariski on sitä suurempi, mitä suurempi on betakerroin. **Option delta** taas kuvaa, kuinka paljon option hinta keskimäärin muuttuu, kun osakkeen hinta muuttuu yhden yksikön. Osto-option arvo

muuttuu saman suuntaan kuin osakkeen arvo ja täten osto-option delta on positiivinen. Jos siis osakkeen arvo nousee, nousee myös osto-option arvo. Myyntioption hinta käytäytyy päinvastaisesti osakkeen hintaan nähden ja siten myyntioption delta on negatiivinen. Osto-option delta saa arvoja väliltä 0 ja 1. Mikäli osto-option delta on 0,5, osto-option hinta nousee 0,50 markkaa osakkeen hinnan noustessa markan. Myyntioption delta puolestaan saa arvoja väliltä -1 ja 0. Mikäli myyntioption delta on -0,5, myyntioption arvo nousee 0,50 markkaa osakkeen hinnan laskiessa markan.

Dynaamisessa salkunhallinnassa otetaan huomioon osakesalkun arvon kehittyminen ajan kuluessa, minkä vuoksi myös option delta-arvo otetaan huomioon. Osakkeiden yleisindeksin laskiessa optioiden arvo nousee ja salkun kokonaistilanne pysyy vakiona. Jos indeksi laskee merkittävästi, muuttuu optioiden delta, jolloin suojausta tulee korjata. Indeksien laskiessa myyntioption deltan itseisarvo suurenee. Tästä seuraa, että suojaus on liian suuri ja osa myyntioptioista tulisi myydä pois. Jos kurssitaso alkaakin nousta, vähenee voitto optioiden ostohinnalla.

Salkun suojauksessa tarvittavien optioiden lukumäärä saadaan kaavalla

$$\frac{\text{salkun markkina-arvo} \times \text{salkun beta}}{\text{kerroin} \times \text{päiväarvo} \times \text{option delta}} \quad (3.1.6.1)$$

missä

$$\text{kerroin} = \begin{cases} -1, & \text{jos optio on myyntioptio} \\ 1, & \text{jos optio on osto-optio} \end{cases}$$

Tarkastellaan kaavan käyttöä esimerkin avulla. Olkoon salkun markkina-arvo 5 miljoonaa markkaa. Salkku päätetään suojata ostamalla indeksimyyntioptioita, joiden myyntikurssi on 19,50 markkaa. Myyntioption delta on -0,55 ja osakesalkun beta 0,85. Olkoon käytetty myyntioptio FOX-indeksioptio, jonka päivänarvo on 654,05. FOX-

indeksijohdannaisten koriarvokerroin on 100. Täten yksi FOX-indeksipiste on markkoissa 100 markkaa ja FOX-indeksipisteluvun 654,05 markkamääräinen arvo on siten 65405 markkaa. Salkun haltijan tulee ostaa osakesalkun suojaksi

$$\frac{5mmk \times 0,85}{-1 \times 65405 \times (-0,55)} = 118$$

kappaletta myyntioptioita. Oletetaan sitten, että FOX-indeksin päivänarvo laskee, jonka seurauksena myyntioptioiden arvo nousee. Kuten edellä todettiin, option delta-arvo muuttuu indeksin laskiessa. Olkoon deltan uusi arvo -0,80 ja FOX-indeksin päivänarvo 647,03. Salkun suojaksi tarvitaan täten

$$\frac{5mmk \times 0,85}{-1 \times 64703 \times (-0,80)} = 82$$

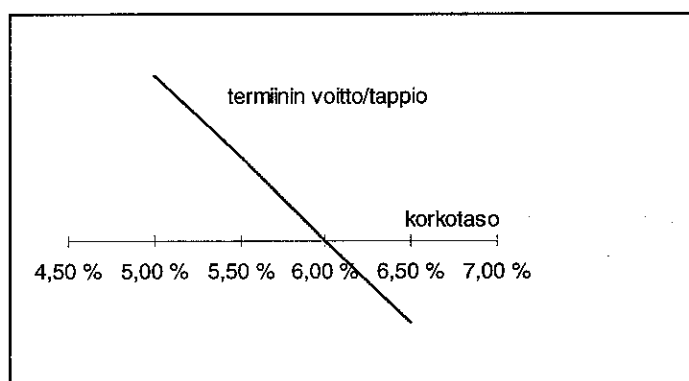
kappaletta myyntioptioita. Ts. myyntioptioista voidaan myydä 36 kappaletta huonontamatta silti optioiden deltaan perustuvaa salkunsuojaa. Sen sijaan, että salkun haltija olisi myynyt osakkeensa kurssien alkaessa laskea, hän perusti deltaan perustuvan salkkuvakuutuksen FOX-myyntioptioiden avulla. Optioilla saatiin täysi suoja kurssilaskua vastaan.

3.1.7. Korkoriskiltä suojautuminen

Suojaamattomaan korkosijoitukseen ja rahoituskustannukseen kuten esim. markkinakorkosidonnaiseen velkaan liittyy aina korkoriski. Suojajaan tavoite on vähentää epävarmuutta nykyisestä tai odotettavissa olevasta sijoituksen tai velan korosta. Korkosijoitusta tai velkaa voi suojata hankkimalla vastapainoksi sellaisen termiinin, jonka hinta kehittyy vastakkaiseen suuntaan sijoituksen tai velan korkoon verrattuna. Korkotermiinillä lukitaan sijoituksen tai velan korko tulevaisuudessa.

Tulevaisuudessa tapahtuvan korkosijoituksen tuotto suojataan korkotason laskulta myymällä korkoterminiä, jonka arvo nousee sijoituksen koron laskiessa. Vastaavasti markkina-korkosidonnaisen velan suojaus korkotason nousulta toteutetaan ostamalla korkoterminiä. Tarkastellaan termiinien avulla tapahtuvaa korkoriskiltä suojautumista parilla esimerkillä:

Oletetaan, että sijoittajan talletus erääntyy kahden kuukauden kuluttua. Sijoittaja haluaa varmistaa jo tänään kahden kuukauden kuluttua tehtävän sijoituksen korkotason. Sijoittaja suojautuu otaksumaltaan koron laskulta myymällä termiinin eli hän lukitsee termiinillä korkotason etukäteen. Jos sitten kahden kuukauden kuluttua uutta sijoitusta tehtäessä korkotaso on laskenut kuten sijoittaja oli otaksumut, kompensoi myydyistä korkotermeineistä saatu tuotto uudesta sijoituksesta saatavan alhaisemman korkotuoton. Kyseinen uusi sijoitus voisi olla esim. Euribor-korkosidonnainen (vuoden 1999 alusta Euriborit korvasivat Helibor-korot) talletus, jonka tulevan korkotason sijoittaja on etukäteen lukinnut myymällä korkotermeineitä. Jos myytyjen termiinien sopimuskorko on esim. 6,00 %, saadaan seuraavanlainen termiinien myyjän tuottokuvio 12.:

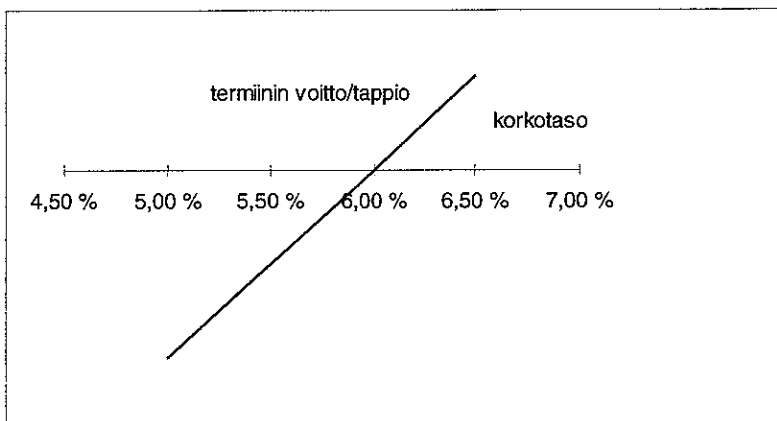


Kuvio 12. Koronlaskulta suojautuminen termiineitä myymällä.

Täten termiinien myyjä hyötyy korkotason laskusta.

Oletetaan sitten seuraavaksi, että sijoittajalla on markkinakorkosidonnainen laina, joka on sidottu 3 kuukauden Euribor-korkoon. Sijoittaja uskoo korkotason nousevan seuraavaan lainan koron tarkistushetkeen mennessä, joka on kahden kuukauden kuluttua. Suojautuakseen korkotason nousua vas-

taan sijoittaja voi ostaa korkotermiineitä. Näin sijoittaja kiinnittää terminoinnilla korkotason seuraavien kolmen kuukauden ajaksi koron seuraavasta tarkistusajankohdasta eteenpäin. Jos sitten kahden kuukauden kuluttua korkotaso ylittää terminoinnilla kiinnitetyn korkotason, kompensoi ostetuista korkotermiineistä saatu tuotto uuden korkeamman korkotason aiheuttamat lainan korkokustannukset. Jos ostettujen korkotermiinien sopimuskorko on esim. 6,00 %, saadaan seuraavanlainen termiinien ostajan tuottokuvio 13.:



Kuvio 13. Koronnousulta suojautuminen termiineitä ostamalla.

Termiinin ostaja siis hyötyy korkotason noususta.

Obligaatiosalkku voidaan suojata obligaatioiden arvonlaskua (eli koronnousua) vastaan myymällä obligaatiotermiineitä. Termiiniposition arvo nousee obligaation hinnan laskiessa ja korvaa näin koron noususta aiheutuvan pääomatappion. Obligaatiosalkun suojauksessa tarvittavien termiinien lukumäärä n saadaan kaavalla

$$n = \frac{\text{duraatitavoite} - \text{salkun nykyinen duraatio}}{\text{termiinin kohde - etuuden duraatio}} \times \frac{\text{salkun markkina - arvo}}{\text{termiinin kohde - etuuden bruttohinta}} \quad (3.1.7.1)$$

Obligaatiosalkku arvostetaan tässä kaavassa bruttohintaansa eli kertyneet korot otetaan huomioon, jolloin bruttohinta on kaikkien tulevien kassavirtojen nykyarvojen summa. Selvennetään kaavan käyttöä esimerkillä. Olkoon sijoittajalla

vuonna 2004 erääntyvä obligaatiotalle, jonka nimellisarvo on 10 Mmk ja bruttohinta 12,075 Mmk (korko 6,62%). Obligaatiotalle modifioitu duraatio on 4,03. Sijoittaja pelkää korkojen nousevan ja hän haluaa suojautua talle arvonlaskulta myymällä termeineitä. Markkinoilla on tarjolla termiini, jonka kohde-etuutena on vuonna 2004 erääntyvä laina. Termiinistä tiedetään tuotto, termiinin bruttohinta, termiinin kohde-etuuden bruttohinta sekä kohde-etuuden modifioitu duraatio:

tuotto	termiinin bruttohinta	kohde-etuuden bruttohinta	kohde-etuuden modifioitu duraatio
5,65%	118,72 %	117,06 %	2,35

Taulukko 10.

Asettamalla duraatiotavoite nollassi kaavassa (3.1.7.1) saadaan, että obligaatiotalle suojaamiseksi tulee myydä 17,7 kappaletta (käytännössä siis 18 kpl) termeineitä. Näin termiiniposition voitolla pystytään kompensoimaan obligaatiotalle tappio.

Korkoriskiltä voidaan suojautua edellä mainittujen korko- ja obligaatitermiinien ohella myös hyödyntäen koronvaihtosopimuksia eli korkoswapeja, joilla kiinteä korko voidaan vaihtaa vaihtuvaksi koroksi ja päinvastoin. Jos sijoitustallessa on kiinteäkorkoisia obligatioita, voidaan talen korkoriskiä vähentää vaihtamalla kiinteä korko vaihtuvaan korkoon korkoswapissa. Tällöin korkoriskiä kuvaava duraatio vähenee vaihtuvan korkojakson pituiseksi. Kun kiinteäkorkoisen obligaatiosijoituksen markkina-arvo laskee korkojen noustessa, kompensoi koronvaihtosopimuksen markkina-arvon kasvu korkojen noustessa obligaatista tulleet tappiot. Jos rahoituslaitoksella on vaihtuvakorkoista lainaa ja sillä on näkemys siitä, että korkotaso on nousemassa, sen kannattaa ostaa korkoswap, jolla se vaihtaa lainansa koron vaihtuvasta kiinteään. Kiinteä korko kannattaa vaihtaa vaihtuvaan korkoon esimerkiksi silloin, kun rahoituslaitos lainaa rahaa ulos ja korot ovat sen näkemyksen mukaan nousemassa.

3.1.8. Valuuttakurssiriskeiltä suojautuminen

Suojaamattomaan valuuttamääräiseen velkaan ja saatavaan liittyy aina valuuttakurssiriski eli riski siitä, että valuutan arvo perusvaluuttaan nähden muuttuu. Valuuttatermiineillä ja valuuttaoptioilla voi suojautua valuuttakurssimuutoksiin liittyviltä riskeiltä. Suojautuminen tehdään hankkimalla saatavan tai velan vastapainoksi sellainen valuuttaoptio tai valuuttatermiini, jonka hinta kehittyy vastakkaiseen suuntaan saatavaan tai velkaan verrattuna. Valuuttatermiiniä tehtäessä sopimuksen osapuolet sopivat valuutan vaihtokurssista eli millä hinnalla termiinin ostaja sitoutuu ostamaan ja myyjä myymään valuuttaa termiinin päättymispäivänä. Kun termiinisuojaus lukitsee tietyn valuuttakurssin, optiosuojauksella otetaan eräänlainen vakuutus valuuttakurssimuutoksen varalle. Maksettuaan option hinnan eli preemion, ostaja on suojautunut eli ns. ottanut vakuutuksen epämieluisia kurssivaihteluita vastaan, kuitenkin pitäen itsellään mieluisien kurssimuutoksien edut. Suojaus pitää aina valita erikseen kuhunkin tilanteeseen sopivaksi. Mikäli valuutan kurssikehityksen suunta on epävarma, on optiosuojaus todennäköisesti parempi vaihtoehto kuin termiinisuojaus.

Suojauksen valinta riippuu siitä, onko kyseessä valuuttamääräinen velka vai saatava. Jos halutaan suojata valuuttamääräistä velkaa valuutan vahvistumista vastaan, on käytettävissä olevat suojaustavat ostetut termiinit tai ostetut osto-optiot ja/tai myydyt myyntioptiot. Jos taas halutaan suojata valuuttamääräinen saatava valuutan arvon heikkenemistä vastaan, suojaus tapahtuu myymällä termiineitä tai ostamalla myyntioptioita ja/tai myymällä osto-optioita. Käytettäessä termiineitä valuuttariskeiltä suojauduttaessa, saatavan tai velan markkamääräinen arvo lukitaan termiinin sopimushintaan.

Tarkastellaan valuutan suojausta muutaman esimerkin avulla. Olkoon suojauksen kohteena ensin valuuttamääräinen velka,

joka suojataan ostetuilla termiineillä. Olkoon dollarin kurssi 6,32 mk/USD, 3 kuukauden termiinin sopimuskurssi 6,34 mk/USD ja valuuttamääräinen velka 100 USD. Siten velan tämän hetkinen markkamääräinen arvo olisi 632 mk. Sijoittaja ostaa yhden termiinin, jonka sopimusvakio on 100 valuuttayksikköä. Seuraavasta taulukosta näemme sijoittajan velan arvon eri valuuttakursseilla termiinin päättymispäivänä.

USD-kurssi	Velan arvo	Ostetun termiinin voitto/tappio	Kokonaistulos
6,20	620	14	634
6,25	625	9	634
6,32	632	2	634
6,34	634	0	634
6,40	640	-6	634
6,60	660	-26	634

Taulukko 11.

Dollarin vahvistuminen suhteessa markkaan kasvatti velan markkamääräistä arvoa, mutta velan arvonnousua lievensi ostetuista termiineistä saatu voitto. Ostetuilla termiineillä siis lukittiin vaihtokurssi tasolle 6,34 mk/USD.

Olkoon sitten suojauksen kohteena valuuttamääräinen saatava, joka suojataan myydyillä termiineillä. Olkoon Ruotsin kruunun kurssi 65 p/SEK, 3 kuukauden termiinin sopimuskurssi 62,50 p/SEK ja valuuttamääräinen saatava 5000 SEK. Saatavan tämän hetkinen markkamääräinen arvo olisi siten 3250 mk. Seuraavasta taulukosta näemme sijoittajan saatavan arvon eri valuuttakursseilla termiinin päättymispäivänä.

SEK-kurssi	Saatavan arvo	Myydyn termiinin voitto/tappio	Kokonaistulos
0,55	2750	375	3125
0,60	3000	125	3125
0,65	3250	-125	3125
0,70	3500	-375	3125
0,75	3750	-625	3125

Taulukko 12.

Termiiniposition tasapainottavan vaikutuksen ansiosta sijoittajan saatavan markkamääräinen arvo on lukittu termiinin sopimushintaan.

On syytä muistaa, että valuuttajohdannaisilla suojataan vain tilapäisiä valuuttapösitioita. Kuten kappaleessa 2.2.4. todettiin, on vakuutusyhtiön huolehdittava siitä, että valuuttakurssiriski ei pääse muodostumaan kohtuuttoman suureksi suhteessa yhtiön riskinkantokykyyn. Vakuutusyhtiön on pitkällä aikavälillä pyrittävä pitämään valuuttapösitionsa pieninä.

Lähdeluettelo

1. A ensivakuutusliikettä harjoittavan vakuutusyhtiön vastuuvelan katteesta 24.3.1995/461
2. A vakuutusyhtiön toimintapääomaan luettavista eristä 24.3.1995/462
3. A vakuutusyhtiön vastuuvelan laskentaperiaatteista 5.3.1999/248
4. Attwood, J. A. (1984), Managing Relationships between Assets and Liabilities for Insurance Companies and Pension Plans in a Changing Interest Environment, the 22nd International Congress of Actuaries, 167-74, Sydney
5. Boyle, P.P. (1978), Immunization under Stochastic Models of the Term Structure, Journal of the Institute of Actuaries, Vol 105, Part II , 177-87
6. Cummins, J.D., Lamm-Tennant, J. (1993), Financial Management of Life Insurance Companies, Kluwer Academic Publishers, USA
7. Daykin, C.D., Pentikäinen, T., Pesonen, M. (1994), Practical Risk Theory for Actuaries, Chapman and Hall, London
8. Fabozzi, F.J., Konisbi, A. (1996), The Handbook of Asset/Liability Management: State-Of-The-Art Investment Strategies, Risk Controls and Regulatory Requirements, Irwin/McGraw-Hill, USA
9. Fireman K. (1991), Asset/Liability Management, How Matched is this Company?, the 2nd AFIR International Colloquium, Vol. 2, 39-56, Brighton
10. IAA Paper (2000), Valuation of Risk Adjusted Cash Flows and the Setting of Discounts Rates - Theory and Practice
11. Kellison, S.G. (1991), The Theory of Interest, Irwin, USA
12. Kivelä, A., Jokinen, I. (1988), Optiot ja futuurit sijoituskohteenä, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä
13. Kocherlakota, R., Rosenbloom, E.S., Shiu E.S.W. (1988), Algorithms for Cash-Flow Matching, Transactions of the Society of Actuaries, 40, 477-84
14. Koivisto K. (2000), Vakuutusyhtiöiden Keskusliiton vakuutustaloudellinen katsaus, sijoitustoiminta 1999
15. McCutcheon, J.J., Scott, W.F. (1986), An Introduction to the Mathematics of Finance, Heinemann, London

16. McMillan, L. G. (1986), Options as a Strategic Investments, Simon & Schuster, New York
17. Määräys- ja ohjekokoelma kotimaisille vakuutusyhtiöille
Dnro 2/002/1999
18. Pentikäinen, T., Bonsdorff, H., Pesonen, M., Rantala, J., Ruohonen, M. (1989), Insurance Solvency and Financial Strength, Finnish Insurance Training and Publishing Company Ltd, Helsinki
19. Puttonen V., Valtonen E. (1996), Johdannaismarkkinat, WSOY, Porvoo
20. Redington, F.M. (1952), A review of the principles of life-office valuations, Journal of the Institute of Actuaries, Vol. 78 Part III, 286-340
21. Rogers, J. (1992), Rahalaitosten korkoriskien hallinta, Tammer-Paino Oy, Tampere
22. Sosiaali- ja terveysministeriön määräys henki- ja vahinko-vakuutusyhtiön vastuvelkaa laskettaessa noudatettavista periaatteista ja käytettävän koron enimmäismäärästä
23. Suomen Optiomeklarit Oy (1995), FOX-indeksioptiot ja -termiinit, SOM, Helsinki
24. Suomen Optiomeklarit Oy (1995), STOX-indeksioptiot ja -termiinit, SOM, Helsinki
25. Suomen Optiomeklarit Oy (1995), Valuuttaoptiot, valuuttatermiinit, SOM, Helsinki
26. The Working Group Matching of the Actuarial Society of the Netherlands (1984), Matching: A Dutch Approach to a General Problem, the 22nd International Congress of Actuaries, 227-39, Sydney
27. Vakuutusyhtiölain muutoksen L17.3.1995/389
yksityiskohtaiset perustelut HE:330/1994
28. Vakuutusyhtiölaki 28.12.1979/1062
29. Wilkie, A.D. (1985), Portfolio selection in the presence of fixed liabilities: A comment on "The matching of assets to liabilities", Journal of the Institute of Actuaries, Vol. 112 Part II, 229-77
30. Wilkie, A.D. (1986), A stochastic investment model for actuarial use, Transactions of the Faculty of Actuaries, Vol. 39, 341-403
31. Wise, A.J. (1984), A Theoretical Analysis of The Matching of Assets to Liabilities, Journal of the Institute of Actuaries, Vol. 111 Part II , 375-402

32. Wise, A.J. (1984), The matching of assets to liabilities ,
Journal of the Institute of Actuaries, Vol. 111 Part III,
445-501
33. Wise, A.J. (1987), Matching and portfolio selection: Part
1, Journal of the Institute of Actuaries, Vol. 114 Part I,
113-33
34. Wise, A.J. (1987), Matching and portfolio selection: Part 2
, Journal of the Institute of Actuaries , Vol. 114 Part
III, 551-68

Liite 1.

n	Duraatio				
	Konsolilaina	Nollakuponki-laina	Kertakuoletus-laina	Annuiteetti-laina	Tasaerä-laina
1	11	1	1,00	0,62	0,62
2	11	2	1,91	1,09	1,08
3	11	3	2,74	1,55	1,53
4	11	4	3,49	2,00	1,96
5	11	5	4,17	2,43	2,37
6	11	6	4,79	2,84	2,75
7	11	7	5,36	3,24	3,11
8	11	8	5,87	3,62	3,46
9	11	9	6,33	3,99	3,78
10	11	10	6,76	4,34	4,09
11	11	11	7,14	4,68	4,37
12	11	12	7,50	5,01	4,63
13	11	13	7,81	5,32	4,88
14	11	14	8,10	5,61	5,11
15	11	15	8,37	5,90	5,32
16	11	16	8,61	6,17	5,51
17	11	17	8,82	6,42	5,69
18	11	18	9,02	6,67	5,85
19	11	19	9,20	6,90	6,00
20	11	20	9,36	7,13	6,13
21	11	21	9,51	7,34	6,25
22	11	22	9,65	7,54	6,35
23	11	23	9,77	7,73	6,45
24	11	24	9,88	7,91	6,53
25	11	25	9,98	8,08	6,60

Liite 2.

	Kertakuoletuslainan duraatiot eri nimelliskoroilla			
n	2%	5%	10%	15%
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,98	1,95	1,91	1,87
3	2,93	2,85	2,74	2,65
4	3,86	3,70	3,49	3,34
5	4,76	4,49	4,17	3,95
6	5,63	5,23	4,79	4,51
7	6,46	5,91	5,36	5,02
8	7,26	6,55	5,87	5,48
9	8,01	7,13	6,33	5,90
10	8,73	7,66	6,76	6,28
11	9,39	8,15	7,14	6,63
12	10,02	8,58	7,50	6,96
13	10,60	8,98	7,81	7,26
14	11,13	9,33	8,10	7,54
15	11,61	9,65	8,37	7,79
16	12,05	9,93	8,61	8,03
17	12,44	10,17	8,82	8,25
18	12,78	10,39	9,02	8,45
19	13,08	10,58	9,20	8,64
20	13,33	10,74	9,36	8,81
21	13,54	10,88	9,51	8,97
22	13,72	11,00	9,65	9,12
23	13,86	11,10	9,77	9,26
24	13,96	11,18	9,88	9,39
25	14,03	11,25	9,98	9,51
26	14,08	11,31	10,08	9,62
27	14,10	11,35	10,16	9,72
28	14,09	11,39	10,24	9,82
29	14,07	11,42	10,31	9,91
30	14,03	11,43	10,37	9,99
31	13,97	11,45	10,43	10,06
32	13,91	11,45	10,48	10,13
33	13,83	11,45	10,53	10,20
34	13,74	11,45	10,57	10,26
35	13,65	11,45	10,61	10,32
36	13,55	11,44	10,64	10,37
37	13,45	11,43	10,68	10,42
38	13,34	11,42	10,71	10,46
39	13,24	11,40	10,73	10,50
40	13,13	11,39	10,76	10,54

41	13,03	11,37	10,78	10,58
42	12,92	11,36	10,80	10,61
43	12,82	11,34	10,82	10,64
44	12,72	11,33	10,83	10,67
45	12,63	11,31	10,85	10,69
46	12,53	11,30	10,86	10,72
47	12,44	11,28	10,88	10,74
48	12,36	11,27	10,89	10,76
49	12,27	11,25	10,90	10,78
50	12,19	11,24	10,91	10,79