

Tilastolliset menetelmät vakuutusyhtiön riskienhallinnassa

Tässä artikkelissa pyritään kuvaamaan yleistajuisesti tilastollisten menetelmien roolia vakuutusyhtiön riskienhallinnassa. Tarkastelukulmana on moderni riskienhallinta ja tilastotieteen suhde muihin kvantitatiivisiin tieteisiin. Erityisesti pohditaan alan kehitystrendien tarjoamia mahdollisuuksia.

1. Johdanto

Vakuutusyhtiön liiketoiminta perustuu ensisijaisesti vakuutusmaksua vastaan tapahtuvaan vakuutetun riskin kanton hänen puolestaan tai muuhun asiakkaan riskienhallinnan järjestämiseen. Vakuutustoimintaa ja uhkapelejä voi luonnehtia toistensa peilikuviksi: uhkapelien pelaajat ottavat tarpeettomia riskejä tavoitelleessaan voittoa ja vakuutuksenottajat maksavat vakuutusmaksuja suojautuakseen sellaisilta taloudellisilta riskeiltä, joita he eivät voi välttää. Vakuutustoiminnan periaatteet on selitetty tarkemmin alan klassikoksi Suomessa muodostuneessa Rantalan ja Pentikäisen kirjassa Vakuutusoppi (2003). Esitettyjen periaatteiden osalta ajaton esitys vakuutusyhtiön mallinnuksesta ja riskienhallinnasta on Daykin ym. (1994) – suomalaisenglantilainen kansainvälinen klassikko.

Sijoitustoiminta on aina erottamaton osa vakuutusyhtiön toimintaa vakuutusyhtiöiden sijoittaessa keräämiään vakuutusmaksuja. Koska vakuutusmaksun ja vakuutuskorvauksen välillä voi olla varsin pitkä aikaväli ja vakuutusmaksutulo suuri, vakuutusyhtiöiden sijoitusomaisuus saattaa kasvaa huomattavaksi. Sijoitustoiminta voi olla luonteeltaan joko vakuutustoimintaa muistuttavaa riskienhallintaa tai uhkapelien kaltaista spekulointia – usein käytännön sijoitustoiminnassa on molempia piirteitä. Sijoitustoiminnan erottaa yleensä uhkapelistä myös tuoton positiivinen odotusarvo (uhkapeleissä pelaajat keskimäärin häviävät). Vakuutusyhtiöiden tapauksessa sijoitustoiminnan tulee olla tuottavaa ja turvaavaa, ja vakuutettujen asema turvataan erityisillä säädöksillä ja viranomaisvalvonnalla. Näin kovin spekulatiiviset sijoitukset eivät tule kyseeseen. Samalla toki tulee muistaa, ettei kunnollista tuottoa sijoitukselle voi saada ilman jonkinasteista riskinottoa – riskin ja tuoton välillä on vahva sidos. Koska vakuutusyhtiöiden omaisuudesta suurin osa koostuu tulevaisuuden vahinkojen tai muiden vakuutustapahtumien korvaamista varten varatusta sijoitusvarallisuudesta, täytyy yhtiöiden noudattaa tiukkoja vakavaraisuusvaatimuksia. Euroopan unionissa näitä säädöksiä uudistetaan parhaillaan ns. Solvenssi II direktiivin avulla. Tämä kokonaisuus tekee vakuutusyhtiön sijoitustoiminnan hoitamisesta erityisen haastavan tehtävän.

Uhkapelit ja vakuutustoiminta ovat tarjonneet taloudellisesti merkittävän ja konkreettisen sovelluskohteen satunnaisilmiöiden tutkimisesta kiinnostuneille tiedemiehille. Ei siis ole yllättävää, että vakuutusalan menetelmien ja uhkapelien teoria ovat historian saatossa innoittaneet tilastotieteen ja todennäköisyyslaskennan tutkijoita. Viimeisten vuosikymmenien aikana tilastotieteen sovellusten ala on laajentunut koskemaan miltei kaikkia tieteen ja inhimillisen toiminnan alueita arkeologiasta markkinointiin ja juridiikasta grafiikkaan. Näin vakuutusala ei ole enää nykyisin ollut samassa

määrin ainutlaatuinen sovellusalue tilastotieteilijöille ja todennäköisyyslaskennan tutkijoille kuin menneisyydessä.

Vakuutettavien riskien luokka on perinteisesti rajoittunut todennäköisyyslaskennan keskeisten tulosten: Suurten lukujen lain ja Keskeisen raja-arvolauseen soveltuvuuden rajaamiin kohteisiin eli ns. perinteisten vakuutettavien riskien luokkaan (erikoistapauksena Lloyd'sin vakuutusmarkkinoilla on aina vakuutettu myös muun tyyppisiä riskejä). Tämä rajausta vakuutettavien riskien luokassa on samalla rajannut samalla monien tilastotieteen modernien menetelmien soveltamista. Viime vuosina finanssimatematiikan uudet keksinnöt ja sijoituskohteiden kirjon kasvu ovat nopeasti laajentamassa vakuutettavien riskien luokkaa ja tyyppiä. Tämä kehitys yhdessä vakuutus- ja finanssialan laajojen ja monipuolisten tilastoaineistojen kanssa on palauttamassa vakuutustoiminnan mallintamisen tilastotieteen kaikkein mielenkiintoisimpien sovelluskohteiden joukkoon. Kehitystä kuvaa viime aikoina julkaistun tutkimuksen ja muun kirjallisuuden suuri määrä (ks. esimerkiksi Borowiak 2003 tai McNeil ym. 2005).

2. Riskienhallinnan tavoitteet ja haasteet

"People who havn't lived and died by financial models often have difficulty understanding how they are used" E. Derman

Vakuutusyhtiöt voidaan jakaa niiden kantamien riskien luonteen mukaan kolmeen ryhmään: vahinkovakuutus, henkivakuutus ja eläkevakuutus. Kullakin vakuutusyhtiötyypillä on omat erityispiirteensä ja niiden riskejä voidaan luokitella monella tavalla. Eräs yleisen tason luokittelu on:

- Liiketoimintariski
- Rahoitusriski (lähinnä sijoitustoimintaan liittyvä riski)
- Vakuutusriski
- Luottoriski (sekä vakuutus että sijoitustoimintaan liittyvä riski)
- Operationaalinen riski

Vakuutusyhtiön riskienhallinnassa noudatetaan yleisiä yrityksen riskienhallinnan periaatteita, mutta liiketoiminnan ytimessä oleva vakuutettavien riskien kantaminen asiakkaan puolesta ja sijoitustoiminnan suuri merkitys sekä poikkeava luonne (asiakkaiden riskien kannon takia) erottavat vakuutusyhtiön riskienhallinnan muusta yritystoiminnasta. Nykyisin pyritään perinteisen tuote tai riskikohtaisen toiminnon sijasta kokonaisvaltaiseen riskienhallintaan

Tilastollisilla menetelmillä on keskeinen rooli kaikissa yllä luetelluissa riskienhallinnan vaiheissa. Esimerkkejä on lukuisia. Tilastollinen data-analyysi auttaa riskien tunnistamisessa ja niiden tärkeysjärjestyksen muodostamisessa. Riskien yhdistämisessä hyödynnetään hierarkisia malleja ja riippuvuuksia kuvaavia kopuloita. Järjestelmien mallinnuksessa ja simuloinneissa tarvitaan regressioanalyysiä ja aikasarja-analyysiä. Menetelmiä sovellettaessa on lähes mahdotonta ylikorostaa tilastollisen tietojenkäsittelyn merkitystä.

Perinteisesti tilastollisilla menetelmillä on hallittu hyvin rahoitusriskiä, vakuutusriskiä ja luottoriskiä. Tilastotieteellisten menetelmien rooli on korostumassa liiketoimintariskin ja operationaalisen riskin hallinnassa. Moderni vakuutusmatematiikka (laajasti tulkittuna) sisältää ne rahoitusteorian, tilastotieteen ja todennäköisyyslaskennan osat, joiden sovelluksilla on keskeisin merkitys vakuutusyhtiön liiketoiminnalle. Vakuutusmatematiikka on perinteisesti jaettu sovellusalueen mukaan vahinko- ja henkivakuutusmatematiikkaan.

Vakuutustoiminnassa päätöksenteko nojaa normaaliin liiketoiminnan tapaan tulevaisuuden ennusteisiin. Ennusteiden tekemisessä käytettävät menetelmät ovat luonteeltaan pääsääntöisesti tilastollisia kuitenkin niin, että soveltajan oma harkinta on korostuneessa roolissa. Datan vähäisyyskään ei välttämättä ole menetelmien käytön esteenä: Gelman ym. (1998) antavat mielenkiintoisen esimerkin siitä, miten tilastollista menetelmää käyttäen voidaan estimoida, puhdasta todennäköisyysmallia paremmin, sellaisenkin tapahtuman todennäköisyys, jota ei ole koskaan ennen tapahtunut!

Riskinhallinnan peruskysymyksiä on tilastollisen riskimitan valinta. Tähän kysymykseen ei ole yksikäsitteistä vastausta. Artzner ym. (1999) ovat esittäneet aksioomat (samaa tapaan kuin esimerkiksi ryhmäteorialle) ns. koherentille (engl. Coherent) riskimitalle. Dhaene ym. (2003) ovat ansiokkaasti analysoineet riskimittojen toivottavien ominaisuuksien riippuvuutta sovelluskohteesta. Heidän loppupäätelmänsä on, että koherentit riskimitat ovat useissa käytännön sovelluksissa epäsoivia. Kyseinen esimerkki osoittaa riskienhallinnan käytännön realiteettien ymmärryksen välttämättömyyden myös teoreettiselle tutkimukselle. Tämä on sinänsä tyypillistä tilastotieteelle: sovelluskohteen ymmärtäminen on välttämätöntä. Usein asia järjestyy sovellusalueen asiantuntijan ja tilastotieteilijän yhteistyön avulla.

Riskienhallinnassa pyritään nykyisin kokonaisvaltaiseen lähestymistapaan, jonka vaiheet ovat:

- Riskien tunnistaminen
- Riskien analysoiminen ja suuruuden arvioiminen
- Riskien yhdistäminen
- Riskien tärkeysjärjestyksen muodostaminen
- Riskien a) hyödyntäminen tai b) välttäminen, suojautuminen tai siirto.

Näitä riskienhallinnan vaiheita on hyvä seurata säännöllisesti ja tehdä tarvittaessa korjauksia menettelytapoihin. Perinteinen vakuutusyhtiön käytäntö on ollut välttää ”ei-vakuutettavia” eli tilastollisesti hankalia riskejä ja siirtää osan riskeistä toisille vakuutusyhtiöille jälleenvakuutuksen muodossa. Sijoitusmarkkinoiden ja instrumenttien kehitys on mahdollistanut vakuutettavien kohteiden laajennuksen ja riskien siirron suoraan pääomamarkkinoille. Riskien kantamiseen erikoistuneille laitoksille riski on liiketoiminnan mahdollisuus, jonka hyödyntämiseen pyritään. Kokonaisvaltaisella lähestymistavalla saatetaan löytää ja hyödyntää toisiaan kumoavia riskejä.

Vakuutusyhtiön riskienhallinnan keskeisimmät haasteet kuuluvat kolmeen luokkaan - ensinnäkin mallinnettavien ilmiöiden vähäiseen ennustettavuuteen, toiseksi tarvittavien tietoaineistojen puutteisiin ja kolmanneksi vakuutustoiminnan mutkikkuuteen. Nämä yhdessä alan nopean muutostahdin kanssa tekevät vakuutusyhtiön riskienhallinnasta erittäin haastavan tehtävän.

Toiminnan riskeistä suuri osa liittyy ihmisen käyttäytymiseen. Sen ennustettavuus on paljon vähäisempää kuin luonnonilmiöiden, koska kausaalisia luonnonlakien kaltaisia malleja ei ole olemassa tai niitä ei vielä tunneta. Tämä johtaa tilastollisten menetelmien robustisuuden keskeisyyteen.

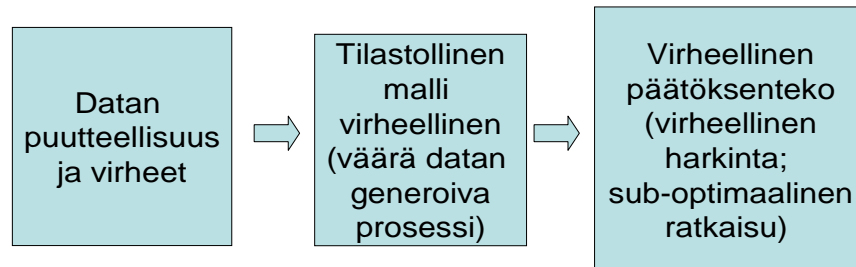
Vakuutusyhtiön liiketoiminta perustuu informaation hyödyntämiseen. Niiden tietorekisterit ovat keskeisiä sekä vakuutus sopimusten hoitamiseksi että liiketoiminnan suunnittelulle. Sijoitustoiminta taas nojaa laajoihin kansainvälisiin sijoitusinstrumenttien kaupankäyntiaineistoihin. Käytetty data on kuitenkin harvoin täydellistä. Tarvitaan menetelmiä, jotka soveltuvat puuttuvan datan korvaamiseen ja datan laadun tarkkailuun. Lisäksi tarvitaan välineitä erilaisista lähteistä peräisin olevan informaation yhdistämiseen. Dataa on kuitenkin valtavat määrät ja löytyy myös hyvin pitkiä

aikasarjoja. Fraktaaligeometrian keksijä B. Mandelbrot on perustellut kiinnostustaan finanssisektorin mallinnukseen toteamalla: ”Data, datan kultakaivos (Data, gold mine of data)” (ks. Taleb, 2007, s. 269).

Vakuutustoiminnan monimutkaisuus johtuu pääosin kahdesta syystä. Toisaalta monien vakuutus- ja sijoitustuotteiden tekninen rakenne on nykyisin varsin mutkikas ja toisaalta vakuutusyhtiön toimintojen kokonaisuuden laaja-alaisuudesta seuraa keskinäisessä riippuvuussuhteessa olevien toimintojen suuri määrä. Tällaisten järjestelmien kuvauksessa hierarkiset mallit ovat osoittautuneet usein toimiviksi kompromisseiksi mutkikkuuden ja kuvauksen tarkkuuden välillä. Mallien mutkikkuuden takia simuloinnit nousevat keskeiseksi analyysitekniikaksi. Samalla simulointien nopeus on osoittautunut hyvin tärkeäksi kysymykseksi.

Vakuutus- ja finanssisektorin mutkikkuuden aiheuttamia ongelmia on hiljattain pohtinut esimerkiksi Koskinen (2007). Taloustieteellisen tutkimuksen osalta maailman johtaviin yliopistoihin kuuluvan London School of Economic’n tilastotieteen laitoksen johtaja Ragnar Norberg (2006) on todennut, että menetelmien ja instrumenttien monimutkaistumisen takia tutkimustoiminnan rooli korostuu sekä vakuutusyhtiöissä että sääntelyssä.

Mallivirheen kehittyminen



Kuvio I: Malliriskin ensimmäinen lähde on usein käyttötarkoitukseen nähden puutteellinen data, sitä seuraa virheellinen tilastollinen malli, jonka tuloksia optimoitaessa tai muuten päätöksenteossa hyödynnettäessä lisätään edelleen lopputuloksen virhettä

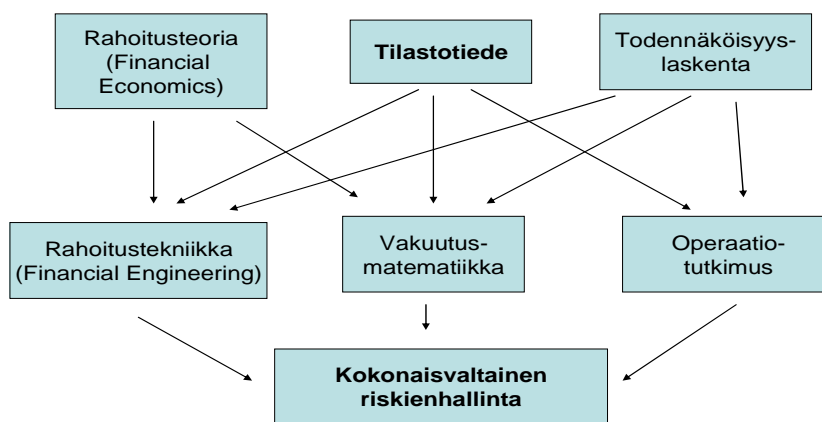
Edellä mainituista ongelmista seuraa, että sopivan datan generoivan prosessin löytäminen on hankalaa. Tätä ilmiötä kutsutaan nykyisin malliriskiksi. Tautologinen ilmaus ”riskimallin malliriski” kertoo suurimman riskienmallinnuksen ongelman. Malliriskiä voi havainnollistaa esimerkiksi tilanteella, jossa pokerin pelaaja ei tiedä tarkalleen mitä monista vaihtoehtoisista säännöistä pelissä noudatetaan (pokerista on lukuisia eri versioita). Erityisen suuri vaara piilee tilanteessa, jossa mallin käyttäjä ei havaitse mallin virheellisyyttä tai rajoittuneisuutta. Mallien jatkuva kyseenalaistaminen ja testaaminen sekä tarvittaessa niiden rakenteen muuttaminen on välttämätön prosessi. Esimerkiksi laskennalliset bayesilaiset menetelmät tuntuvat soveltuvan hyvin tähän tarkoitukseen.

Kuviossa I on esitetty tyypillinen mallivirheen kehittymisprosessi. Käytettävien menetelmien käyttöä kannattaa miettiä kaaviossa edeltävien vaiheiden luotettavuuden perusteella. Jos esimerkiksi ollaan päädytty hyvin epävarmaan ennusteeseen (mahdollisesti varsin epätarkan tilastollisen mallin takia), ei seuraavassa vaiheessa suoritettavan optimoinnin tuloksia kannata tulkita liian kirjaimellisesti ja joskus siitä on syytä kokonaan luopua. Tilastotieteessä korostettu yksinkertaisen mallin tavoittelu on aina kannatettavaa.

3. Tilastotieteen rooli suhteesta ”naapuritieteisiin”

Kuviossa II on esitelty eräiden tieteenalojen suhde kokonaisvaltaisessa riskienhallinnassa. Rahoitusteoria (engl. Financial Economics) tarjoaa käytännössä toimivan teoriakehikon sekä tulkinnallisen pohjan päätöksenteolle. Tilastotiede tarjoaa välineitä datan hyödyntämisen prosessiin: datan keräämiseen, käsittelyyn ja ilmiön mallinnukseen sekä lopulta päätöksentekoon. Termillä todennäköisyyslaskenta tarkoitetaan jatkossa todennäköisyysteorian ja stokastisten prosessien kokonaisuutta. Todennäköisyyslaskennan mallien rooli on korostunut rahoitustekniikan (engl. Financial Engineering) sovelluksissa. Todennäköisyyslaskennan mallit tarjoavat dataan kalibroidun tarkan mallin sekä toisaalta moniin tilanteisiin laadullisia arvioita. Tilastollisella mallilla saadaan sen sijaan tuotettua numeerisia estimaatteja.¹ Operaatiotutkimus (operaatioanalyysi) tarjoaa työkaluja mallinnuksen ja päätöksenteon tueksi.

Eräiden tieteenalojen rooli vakuutusyhtiön riskienhallinnassa



Kuvio II: Vakuutusyhtiön riskienhallinnassa käytetään kvantitatiivisia menetelmiä useilta tieteenaloilta. Nuoli kuvaa menetelmien siirtoa tieteenalalta toiselle. Kaaviossa spesifisyys kasvaa alemmalle tasolle siirryttäessä.

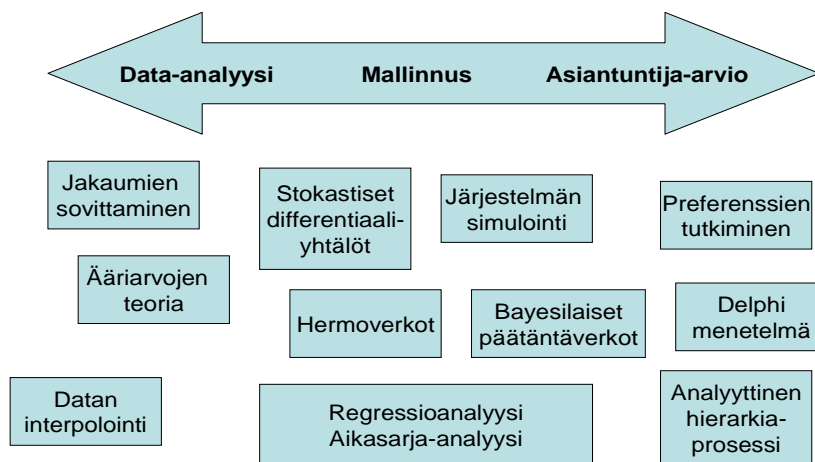
Rahoitusteoriassa mallinnus perustuu pääasiassa ns. arbitraasivapauden periaatteeseen, joka nojaa sijoitustuotteiden hintojen keskinäiseen yhteensopivuuteen – vaaditaan ettei ilman riskiä voi savuttaa riskitöntä korkoa ylittävää tuottoa. Tämä yksinkertainen periaate on varsin hyvin sopusoinnussa taloudellisen intuition ja empiiristen havaintojen kanssa. Mallien rakenne johdetaan

¹ Tässä kirjoituksessa tehty jako tilastotieteen ja muun stokastiikan välille on keinotekoinen. Useinkaan ei ole selvä mihin tieteenalaan jokin tietty menetelmä kuuluu ja vielä vähemmän kvantitatiivisten menetelmien käyttäjät jakautuvat ainoastaan tilastotiedettä tai todennäköisyyslaskentaa hallitseviin henkilöihin. Jako palvelee tässä aiheen rajausta ja ominaispiirteiden korostusta.

usein stokastista analyysiä käyttäen. Tähän yksinkertaiseen periaatteeseen perustuvien sovellusten hienostuneisuutta ja syvällisyyttä kuvaa fysiikan kuuluisan Feynmanin ja Kacin teoreeman yleinen käyttö finanssijohdannaisten (esim. optioiden) arvon määrittämisessä. Todennäköisyyslaskennan, tilastotieteen ja vakuutusmatematiikan yhteisestä historiasta kiinnostuneille sopiva yleistajuinen artikkeli on Rantala (2006). Suomenkielinen teknisempi esitys rahoitusteoriasta, finanssimatematiikasta sekä finanssiekonometriasta on esimerkiksi Alvarez ja Koskinen (2007).

Riskienhallinnassa kvantitatiivisia menetelmiä sovelletaan puhtaasta data-analyysistä aina asiantuntijoiden näkemysten systemaattiseen jalostamiseen (ks. Kuvio III). Esimerkiksi ääriarvojen teorian avulla voidaan arvioida potentiaalisen katastrofin suuruutta ja jälleenvakuutuksen tarvetta. Bayesilaisella hierarkisella mallilla voidaan ennustaa mutkikkaan vahinkoprosessin kulkua ja tarvittavaa riskipääomaa. Operaatiotutkimuksen analyttisellä hierarkiaprozessilla voidaan koostaa asiantuntijaryhmän mielipiteistä johdonmukainen päätelmä. Toki kaikkia näitä menetelmiä käytettäessä tarvitaan menetelmän käyttäjän (ja joskus myös muiden) omaa henkilökohtaista harkintaa. Usein sovelluksissa joudutaan mm. ottamaan kantaa poikkeaviin havaintoihin (outlier). Ne voidaan tulkita ääritapauksessa joko tärkeimmiksi havainnoiksi tai vaikka vain datan virhekohtiksi.

Esimerkkejä kvantitatiivisista menetelmistä riskien mallinnuksessa



Kuvio III: Eräitä kvantitatiivisia menetelmiä. Tarvittavan subjektiivisen harkinnan määrä kasvaa siirryttäessä kaaviossa vasemmalta oikealle.

4. Esimerkkisovellus

Vakuutusvalvonnassa usein kohdattava ongelma on sopivien korkoskenaarioiden (ennusteiden) valitseminen stressitestien pohjaksi. Tätä tehtävää palvelemaan on kehitetty tilastollinen malli, joka tuottaa neljää eri perusmuotoa olevia korkoskenaarioita: nouseva käyrä, laskeva käyrä ja konvekksi/konkaavi käyrä. Tähän käyttötarkoitukseen pelkistetty käyrä sopii hyvin – joissakin muissa korkokäyrän käyttökohteissa taas suuri tarkkuus on välttämätöntä.

Korkoskenaario tuotetaan hierarkisella aikasarjamallilla. Mallin idea on tuottaa ennusteet 10, 3 ja 1/2 vuoden maturiteetin koroille – kyseiset korot ennustetaan inflaatio-odotusten avulla. Näiden väliset arvot interpoloidaan lineaarisesti (vaihtoehtoisesti toisen asteen polynomilla). Kullekin skenaariorille lasketaan luottamusväli ja todennäköisyys. Alkuarvoiksi malliin vaaditaan korkojen

nykyiset arvot sekä inflaatio-odotukset ja niiden hajonnat. Inflaatio-odotukset voivat olla esimerkiksi käyttäjän asiantuntija-arvioita tai ennustelaitosten julkaisemia lukuja.

Mallin tuottamissa yksinkertaisissa ennusteissa on ainakin neljä eri epävarmuuden lähdettä: a) aikasarjamallin virhetermi, b) inflaatio-odotusten epävarmuus, c) estimointivirhe ja d) mallivirhe, joka johtuu mm. käytetystä datasta ja yksinkertaistavista oletuksista. Asiantuntija-arvion käyttäminen on myös eräs virhelähde.

Liitteessä on esimerkkejä mallilla tuotetuista korkoskenaarioista vuoden 2006 alkupuolen tilanteesta. Esitetyt skenaarit ja niiden luottamusvälit sekä todennäköisyydet on laskettu simuloimalla 50 000 ennustetta. Kussakin neljästä käyrän muotoon perustuvassa luokassa mediaanikäyrä muodostaa valitun skenaarion ja todennäköisyydet sekä luottamusvälit (ennustevälit) on laskettu simuloidun datan suhteellisista osuuksista. Kyseisessä esimerkissä nouseva korkokäyrä on hyvin todennäköinen. Inflaation alkuarvoilla näyttää olevan paljon suurempi merkitys lopputulokseen kuin inflaatio-odotuksien epävarmuudella.

Lisää esimerkkejä tilastollisten menetelmien suomalaisista sovelluksista löytyy mm. Koskisen (2006) työeläkevakuutuksen riskienhallintaa kuvaavasta artikkelista. Perinteisestä vakuutusmatemaattista sijoitustoiminnan mallinnuksen lähestymistapaa soveltava, mutta modernia finanssiekonometriaa hydyntävä melko kattava esitys on Kaliva (2004).

5. Kehitystrendejä

Vakuutustoiminnalle asetettaviin ehtoihin kuuluva vakavaraisuus eli solvenssi pyrkii sen turvaamiseen, että yhtiön varat riittävät vakuutus sopimuksissa luvattuihin korvauksiin. Näin yhtiöllä on oltava jatkuvasti varoja vähintään se määrä mitä arvioidaan tarvittavan korvausten hoitamiseen. Tätä rahamäärää kutsutaan vakuutusyhtiön vastuovelaksi.

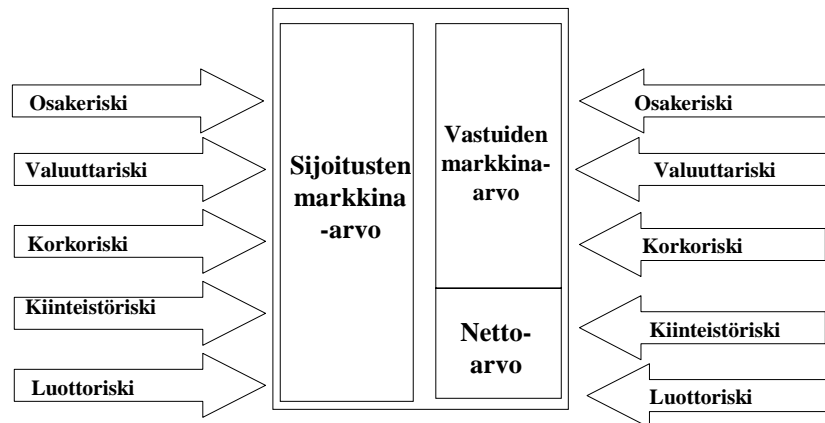
Vaatus, että sijoitusomaisuuden arvon tulee ylittää aina vastuuelan ja vähimmäispääomavaatimusten yhteismäärän, on reunaehto joka keskeisesti ohjaa vakuutusyhtiön sijoitustoimintaa. Tästä syystä vakuutusyhtiön sijoitustoiminta ja taseen hallinta on monessa suhteessa paljon mutkikkaampaa kuin pankkitoiminnassa, puhumattakaan tavallisesta varainhoidosta. Jos esimerkiksi jonkin sijoitusrahaston sijoitukset ovat kovin tappiollisia, seuraa tästä mahdollisesti maineen ja asiakkaiden menetys. Vakuutusyhtiöllä vastaavassa tilanteessa seurauksena voi hyvin olla konkurssi. Sijoitustoimintaa kannattaakin vakuutusyhtiön tapauksessa tarkastella ensisijaisesti osana taseen hallintaprosessia. Tästä prosessista käytetään lyhennettä ALM (Asset Liability Management).

Tietotekniikan ja sijoitusinstrumenttien kehitys on johtamassa suuriin muutoksiin vakuutusyhtiön riskienhallinnan menetelmissä. Euroopan unionissa kehitteillä oleva vakuutusalan sääntely- ja valvontajärjestelmä Solvenssi II tulee taas osaltaan muuttamaan vakuutusyhtiöiden riskienhallintaa. Solvenssi II:n ydintavoitteena on vakuutuksenottajan aseman turvaaminen ja nykyistä sääntelyjärjestelmää suurempi riippuvuus vakuutusyhtiön riskeistä. Samat piirteet ovat olleet näkyvissä myös Suomessa sekä vahinko- ja henkivakuutuksen että lakisääteisen työeläkejärjestelmän kehityksessä.

Solvenssi II sääntelykehikossa tullaan todennäköisesti sallimaan vakuutusyhtiöiden omien (engl. Internal Model) riskienhallinta- ja päätöksentekomallien käyttö vakavaraisuuden arvioimiseen.

Tästä syystä erityisesti suurimpien vakuutusyhtiöiden omien mallien kehitystyö on ollut viime vuosina erittäin voimallista.

Sijoitusomaisuuden ja vastuuvelan markkinaehtoinen arvostus



Kuvio IV: Vakuutusyhtiön tase kuvattuna modernissa ALM-kehikossa. Vastuuvelan markkinaehtoinen määrittäminen (taseen oikea puoli) on vasta alkuvaiheessa. Kehityksen suunta on kuitenkin selvä.

On syytä korostaa, että kunnollinen riskienhallinta perustuu aivan yhtä keskeisesti kvalitatiivisiin menetelmiin ja riskienhallinnan prosessien toimivuuteen kuin kvantitatiivisiin menetelmiin. Näitä kaikkia tarvitaan siis välttämättä! Solvenssi II:n keskeinen idea on tämä ja se on muotoiltu kolmen pilarin rakenteeksi:

- Pilari I: Kvantitatiivinen riskienhallinta.
- Pilari II: Kvalitatiivinen riskienhallinta ja viranomaisprosessi.
- Pilari III: Tietojen julkaiseminen ja markkinakuri.

Tilastotieteelliset ja todennäköisyyslaskennalliset finanssimatematiikan menetelmät näyttävät hivenen eri roolia vakuutusyhtiön riskienhallinnassa. Kuviossa IV on esitelty vakuutusyhtiön tase markkinaehtoisesta arvostuksesta kehikossa. Perinteisin menetelmä on ollut arvostaa sijoitukset ostohintaansa ja vastuuvetka tilastollisen arvion avulla (ns. aktuaarinen estimaatti, joka koostuu tilastollisesta ennusteesta ja aktuaarin harkinnasta).

Kaikkein moderneimmassa tavassa pyritään arvonmäärittäykseen kaikkialla markkinoiden todellisten hintojen avulla. Sijoitusomaisuuden osalta tämä yleensä onnistuu kohtuullisen hyvin. Sen sijaan vastuuvetka markkinaehtoinen hinnoittelu on ongelmallista, koska vastuulla ei useinkaan käydä kauppaa, eikä niitä lähellä olevia tuotteita löydy ja ne ovat lisäksi usein hyvin pitkäkestoisia. Eläkevastuut esimerkiksi kestävät useita vuosikymmeniä. Vastuuvelan modernista laskennasta on ilmestynyt hiljattain elegantti kirja (Wurthrich ym. 2007), josta ilmenee vielä avoimien ongelmien suuri määrä.

Modernissa taseen hallinnassa tilastotieteellä on pienempi rooli kuin ennen. Modernissa tavassa pyritään käyttämään tarkasti markkinadataa kalibroituja finanssimatemaattisia malleja.

Tarvittavien riskipuskurien määrittäminen voidaan tehdä vain ja ainoastaan käyttämällä tilastollisia menetelmiä.

Uusi sovelluskohde tilastollisille menetelmille on finanssimatemaattisten mallien malliriskien arviointi ja hallinta. Niissä esiintyvä riskitekijöitä ovat mm. likviditeettiongelmat ja käytetyt approksimaatiot (esim. interpolointi ja joskus myös ekstrapolointi, riippuvuuksien mallinnus). Tilastotieteen keskeinen rooli on tällöin finanssimatemaattisten mallien riskienhallinnassa ja esimerkiksi simulaatioihin perustuvien nykyistä realistisempien mallien kehittämisessä.

5. Lopuksi

“Malli on väline, joka muuttaa numeroita mielipiteiksi ja mielipiteitä numeroiksi”

Eräs kokenut talouden mallintaja Konjunkturintututetissa Tukholmassa.

Päätöksenteon kannalta tilastollisen ja muun matemaattisen mallinnuksen suurin riski liittyy tunnistamattomasta malliriskistä seuraavaan virheelliseen varmuuteen: ei tiedetä ettei tiedetä! Tämä vaara tuntuu uhkaavan enemmän mallinnuksen asiantuntijoita (sekä käytännön että akateemisia) kuin varsinaisia päätöksentekijöitä. Korkeimpia päätöksentekijöitä näyttää vaivaavan pikemminkin päinvastainen ongelma: kvantitatiivisen mallinnuksen varovainen hyödyntäminen myös niissä tilanteissa, joissa siitä olisi luultavasti hyötyä. Poikkeuksena ovat suurimmat ylikansalliset finanssitavaratalot, joiden arkipäivään kuuluu erittäin kehittyneiden kvantitatiivisten mallien jatkuva hyödyntäminen ja niillä kilpailuetuun pyrkiminen.

Vakuutusyhtiön riskienhallinnassa käytettävien kvantitatiivisten menetelmien osalta tilanne muistuttaa operationaalisanalyysin soveltamisen tilannetta 1970-luvulla. Tuolloin menetelmien käyttö lisääntyi huikaa vauhtia, mutta alan asiantuntijat erehtyivät lupaamaan ja uskomaan liikaa. Seurauksena oli pahoja epäonnistumisia, joita seurasi hyvienkin menetelmien käyttämättä jättäminen. Finanssiekonomietrian tutkija Carol Alexander (2005) on todennut, että finanssisektorilla ollaan menty jopa liiallisuuksiin tilastollisten menetelmien soveltamisessa. Itse tulkitsen tilanteen pikemminkin niin, että tarvitaan enemmän käytettyjen menetelmien syvällistä ymmärrystä yhä uusien menetelmien käyttöönoton sijaan. Tämä osaksi siitä syystä, että tilastollisten menetelmien käyttäjien enemmistö ei ole tilastotieteilijöitä.

Finanssimarkkinoiden laajuuden, mutkikkuuden ja nopean kehitysvauhdin takia Yhdysvaltojen keskuspankin entinen johtaja Alan Greenspan on todennut, että ”finanssivalvoja ei ole pienintäkään mahdollisuutta pysyä mukana markkinoiden tuotekehityksessä ja markkinakäytännöissä.” Aivan sama koskee toki jokaista yksittäistä vakuutusyhtiötä tai finanssitavarataloa koko markkinan osalta. Pelkkä kvalitatiivinen riskienhallinta ja prosessien ymmärrys ei kuitenkaan riitä. Riskienhallinnan tulee jokaisessa yksittäisessä vakuutusyhtiössä perustua siihen, että yhtiö hallitsee ja ymmärtää juuri ne menetelmät sekä ne sijoitus- sekä vakuutusinstrumentit, joita se itse käyttää. Sama periaate koskee valvoja. Valvojan tulee kyetä analysoimaan rajattu ja valikoitu otos valvottavien instrumenteista. Jos tämä ei toteudu, tilannetta voidaan verrata siihen, että koulussa ranskan kielen opettajalla on erinomaiset pedagogiset taidot, mutta hän ei osaa opettamaansa kieltä. Osittain tämän periaatteen noudattamatta jättämisen takia laskua maksetaan nyt ns. ”subprime kriisin” muodossa.

Kirjoittaja on Vakuutusvalvontaviraston tutkimusjohtaja ja Helsingin kauppakorkeakoulun vakuutus- ja sijoitustoiminnan menetelmien dosentti (Kvantitatiiviset menetelmät).

Lähteitä:

Alexander, C.: The Present and Future of Financial Risk Management, *Journal of Financial Economics*, Vol. 3, No. 1. 3-25, 2005.

Alvarez, L. ja Koskinen, L. : ”Rahoituksen teoriaa ja sovelluksia aktuaareille, *Vakuutusvalvontaviraston monisteet 2007:3*.

Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J-N., and Heath, D.: ”Coherent Measures of Risk,” *Mathematical Finance* 9, 203-228, 1999.

Boroviak, D.: *Financial and Actuarial Statistics – An Introduction*, Marcel Dekker, 2003.

Daykin, C., Pentikäinen, T. and Pesonen, M.: *Practical Risk Theory for Actuaries*, Chapman & Hall, 1994.

Dhaene, J., Goovaerts, M. and Kaas, R.: ”Economic capital allocation derived from risk measures,” *North American Actuarial Journal*, April 2003.

Gelman, A., King, G. and Boscardin, W.: ”Estimating the probability of events that have never occurred: When is your vote decisive?,” *Journal of American Statistical Association*, 93, 441, s. 1-9, 1998.

Kaliva, K.: ”Osakesijoituksen riskin mallintaminen,” *Vakuutusvalvontaviraston julkaisusarja 2004:1*.

Koskinen, L.: ”Statistical applications in Finnish pension insurance,” *Festschrift for Tarmo Pukkila on his 60th birthday*, Eds. E. Liski at al. University of Tampere, s.145-157, 2006.

Koskinen, L.: ”Vem kan hantera de finansiella produkternas risker?,” *Nordisk Försäkringstidskrift*, 2, s. 1-4, 2007.

McNeil, A., Frey, R. and Embrechts, P.: *Quantitative risk management – Concepts, techniques and tools*, Princeton Press 2005.

Norberg, R.: ”The pension crisis: its causes, possible remedies, and the role of the regulator,” in *Erfaringer og utfordringer Kredittilsynet 1986-2006*, Kredittilsynet, 2006

Rantala, J. ja Pentikäinen, T.: *Vakuutusoppi*, Suomen vakuutusalan koulutus ja kustannus, 2003.

Rantala, J.: ”On joint and separate history of probability, statistics actuarial science,” *Festschrift for Tarmo Pukkila on his 60th birthday*, Eds. E. Liski at al. University of Tampere, s.261-284, 2006.

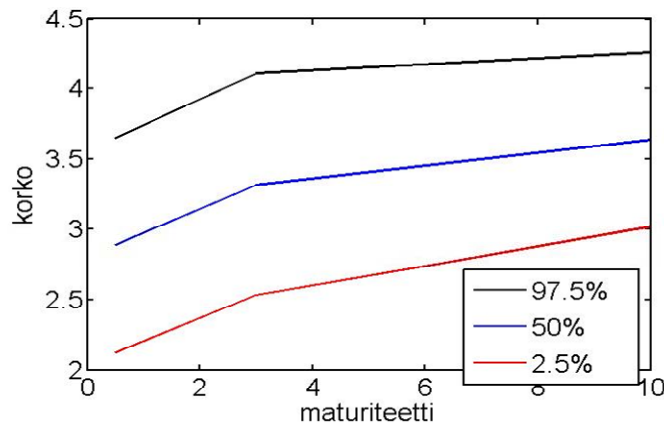
Taleb, N.: *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*, Random House 2007.

Wurthrich, M., Buhlmann, H. and Furrer, H.: ”*Market-consistent Actuarial Valuation*,” Springer Verlag 2007.

LIITE

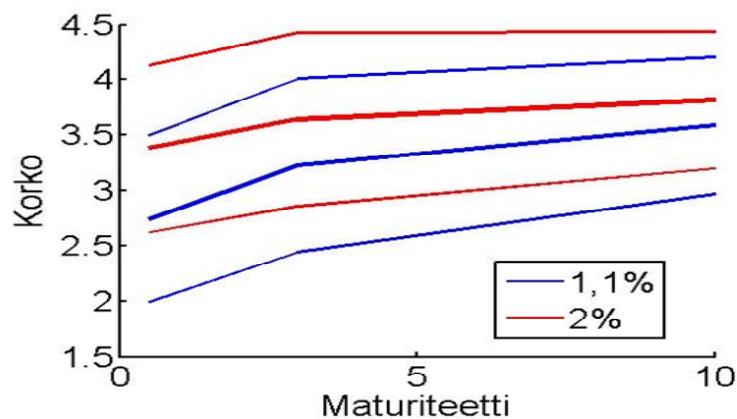
Kasimir Kalivan kehittämän Vakuutusvalvontaviraston korkoskenaarioiden simulaatiomallin tuottamia korkoskenaarioita. Simuloinnit on toteuttanut Tuomas Nyblom.

Ennusteen 95% luottamusrajat



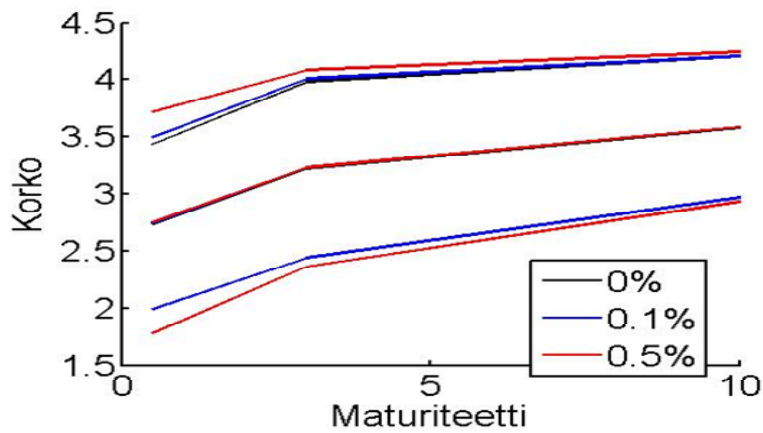
Kuvio 1: Ennuste korkoskenaarioksi ja sen 95 % luottamusväli.

Inflaatioennusteen tason vaikutus korkoennusteeseen



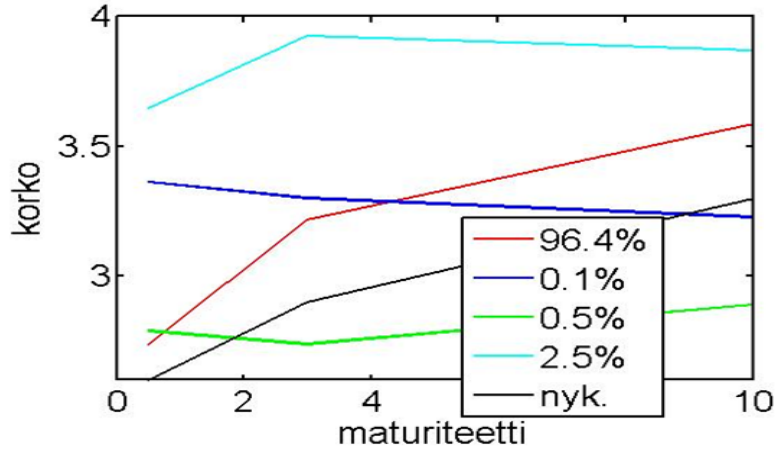
Kuvio 2: Herkkyysanalyysiä korkoskenaarion riippuvuudelle inflaation lähtötasosta. Ylhäältä laskien 1., 3. ja 5. käyrä liittyvät 2% alkuarvoon inflaatiolle. Paksumpi viiva on mediaani ja ohuempi on 95% luottamusväli.

Inflaatioennusteen hajonnan vaikutus korkoennusteeseen



Kuvio 3: Herkkyysanalyysiä korkoskenaarion riippuvuudelle inflaatioennusteiden hajonnalle. Paksumpi viiva on mediaani ja ohuempi on 95% luottamusväli.

Erimuotoisten skenaarioiden mediaanit



Kuvio 4: Eri skenaariotyyppien mediaanit ja todennäköisyydet. Annetuilla alkuarvoilla nouseva skenaario on mallin mukaan erittäin todennäköinen. Ylhäältä vasemmalta laskien:

1. käyrä on konvekssi (todennäköisyys 2,5 %),
2. käyrä on laskeva (todennäköisyys 0,1 %),
3. käyrä on konkaavi (todennäköisyys 1,0 %),
4. käyrä on nouseva (todennäköisyys 96,4 %),
5. käyrä on todellinen (interpoloitu) korkokäyrä.