

Vahinkojen selvittelykuluvaraus vahinkovakuutuksessa

SHV-harjoitustyö (suppea)

Mika Sirviö

4. elokuuta 2014

Sisältö

Abstract	2
1 Johdanto	3
2 Vahinkojen selviäminen	5
3 Vahinkojen selvittelykulut	6
3.1 Yleistä	6
3.2 Solvenssi I	6
3.3 Solvenssi II	7
3.4 IFRS vakuutusopimukset	9
3.5 Kuluselvitykset	10
4 Menetelmiä selvittelykuluvarauksen arvioimiseksi	11
4.1 Todennäköisyysteorian käsitteitä	11
4.2 Kassavirtojen arvon määrittäminen	11
4.3 Selvittelykuluvaraus osuutena vahinkojen käsittelyaktiiviteettia kuvaavasta suu- reesta	14
4.3.1 Selvittelykuluvaraus osuutena kollektiivisesta korvausvastuusta	15
4.3.2 Muita menetelmiä	18
4.4 Selvittelykuluvarauksen tason tarkastelu	18
5 Yhteenveto	19
A IBNR- ja IBNeR-varausten erottelu	22

Abstract

Reserve for loss adjustment expenses is an estimate of future cost cashflows stemming from already incurred claims. Usually loss adjustment expense reserve is a minor part of total reserves but it can have an effect on the profitability of the business in long-tailed lines and for run-off's.

Loss adjustment expenses can be divided into allocated and unallocated expenses. Allocated loss adjustment expenses are under current accounting rules directly attributed to paid claims. Therefore only unallocated loss adjustment expenses need to be taken into account separately. However new regulations, such as Solvency II in the EU and IFRS Insurance Contracts standard, demand more attention to costs.

This thesis describes on a general level loss adjustment expenses in non-life insurance. Also certain methods for reserving loss adjustment expenses are described.

1 Johdanto

Vahinkojen selvittelykuluvarausta on arvio jo sattuneiden vahinkojen selvittelystä tulevaisuudessa aiheutuvista kuluista. Yleensä kyseessä on pieni määrä suhteessa vastuovelkaan kokonaisuudessaan, joten selvittelykuluvarausta ei useinkaan pidetä erityisen merkityksellisenä. Poikkeuksena ovat run-off -kannat, joissa selvittelykuluvarauksen riittävyys suhteessa toteutuneisiin kuluihin voi ratkaista kantaan liittyvän vakuutusliikkeen tuloksen [4]. Myös hyvin pitkäkestoisissa vakuutus sopimuksissa ja vakuutuslajeissa, joissa vahingot selviävät erityisen hitaasti, kulujen varaamiseen täytyy kiinnittää tavanomaista suurempaa huomiota. Tällöin ei usein ole käytössä ajantasaista tietoa vakuutuksen kattamien vahinkojen ja niiden selvittelyyn liittyvien kulujen odotettavasta lopullisesta määrästä. Pitkällä aikavälillä toimintaympäristössä tapahtuu myös väistämättä muutoksia, josta seuraa estimointiongelmia [24].

Vahinkojen selvittelykulujen ja liikekulujen muutokset tapahtuvat usein eri tahdissa ja eri syistä kuin korvausmenon muutokset. Kulut vaihtelevat esimerkiksi henkilöstömäärän, IT-järjestelmien ja korvausprosessin muuttuessa. Kulut voivat laskea merkittävästi otettaessa käyttöön uutta teknologiaa ja prosessien automatisoituessa mutta kulujen kehitys voi olla myös päinvastaista, esimerkiksi IT-järjestelmiin liittyvien operationaalisten riskien realisoituessa.

Kun valitaan menetelmiä selvittelykuluvarauksen määrittämiseksi huomioon otettavia asioita ovat selvittelykuluvarauksen olennaisuus suhteessa muuhun vastuovelkaan, sen herkkyys varaukseen vaikuttavien tekijöiden ja parametrien suhteen ja kuluista käytettävissä olevan aineiston yksityiskohtaisuus, tarkkuus ja luotettavuus. Selvittelykuluvarauksen määrittäminen on menetelmästä riippumatta kaksi vaihetta, menneiden kulujen selvittäminen ja tulevien kulujen ennustaminen. Ensimmäinen vaihe on suoritettava menetelmästä riippumatta. Osa menetelmistä ennustaa suoraan kulujen tulevat kassavirrat, toiset menetelmät käyttävät jonkin toisen kassavirran ennustetta apuna tulevien kulujen estimoinnissa.

Esimerkkinä vakuutusyhtiöiden tekemistä selvittelykuluvarauksista ja vuosittaisten korvauskäsittelykulujen suhteellisesta osuudesta maksetuista korvauksista voidaan tarkastella lakisääteistä tapaturmavakuutusta. Finanssivalvonnan tekemän selvityksen [12] perusteella selvittelykuluvarauksen osuus varsinaisesta korvausvastuusta ilman selvittelykuluvarausta on vuosina 2003-2012 kasvanut vain 0,5 prosenttiyksikköä (Taulukko 1.).

Taulukko 1. Lakisääteinen tapaturmavakuutus

Vahinkojen selvittelykuluvarauksen suhde varsinaiseen korvausvastuuseen ilman vahinkojen selvittelykuluvarausta

2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003
3,4 %	3,4 %	3,3 %	3,3 %	3,0 %	2,9 %	2,9 %	2,9 %	2,9 %	2,9 %

Vuosittain maksettujen korvaustoiminnan hoitokulujen suhde maksettuihin korvauksiin sen sijaan on kasvanut 1,1 prosenttiyksikköä (Taulukko 2.).

Taulukko 2. Lakisääteinen tapaturmavakuutus

Maksettujen korvaustoiminnan bruttohoitokulujen suhde maksettuihin bruttovahinkokorvauksiin

2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003
9,1 %	8,9 %	8,9 %	9,0 %	8,8 %	8,5 %	6,2 %	6,5 %	6,7 %	7,9 %

Tässä työssä käytetään tarkasteltavana ajanjaksona aina kalenterivuotta, oli sitten kyseessä raportointijakso, vakuutuskausi tai vahinkotapahtumien ja niihen liittyvien suoritusten tai kulujen kohdistusjakso, koska se yksinkertaistaa esitystä rajoittamatta olennaisesti sen yleisyyttä.

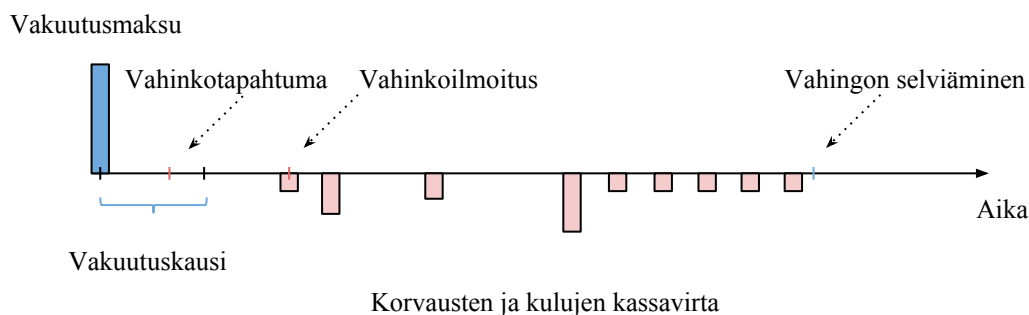
Tämän työn luvut 2 ja 3 kuvaavat yleisesti vahinkojen selvittelykuluja ja luku 4 ja liite A esittelevät valittuja menetelmiä selvittelykuluvarauksen määrittämiseksi, luku 5 on yhteenvedo.

2 Vahinkojen selviäminen

Vahinkovakuutuksessa on yleensä viive vahinkotapahtuman ja sen vakuutusyhtiölle ilmoittamisen välillä. Esimerkiksi autovakuutuksessa ilmoitusviive on usein lyhyt, usein vain muutamia päiviä, mutta vastuuvakuutuksessa se voi olla jopa kymmeniä vuosia. Erityisen pitkistä ilmoitusviiveistä tunnetuin esimerkki ovat asbestipölyaltistuksen aiheuttamat ammattitautitapaukset, jotka voivat ilmetä vasta vuosikymmenten kuluttua altistuksesta.

Vahingon ilmoittamisen jälkeen vakuutusyhtiöllä kuluu aikaa vahingon korvattavuudesta päättämiseen. Päätöksenteon vaikeus liittyen vahingon kuulumiseen vakuutussopimuksen alaan tai muiden korvattavuuteen vaikuttavien ehtojen täyttymisestä vaihtelee vakuutuslajeittain. Tämän jälkeen korvattavista vahingoista voidaan maksaa korvauksia vahingonkärtsineille ja muille edunsaajille. Henkilövahinkojen kohdalla vahingon lopullisen vakavuuden selviämisessä voi olla pitkiäkin viiveitä, omaisuusvahingoissa vahingosta korvattavan lopullisen määrän selvittäminen on usein nopeampaa. Myös aluksi hylätyn päätöksen saaneet vahingot voivat aiheuttaa kuluja, esimerkiksi vahingonkärtsineen riitauttaessa tapauksensa. Kun arvioidaan, ettei vahingosta aiheudu enää vakuutusyhtiön suorittamia korvauksia, vahinko selvitetään. Näihin korvausprosessin vaiheisiin liittyvät viiveet riippuvat vakuutuslajista ja vakuutusyhtiön sisäisistä prosesseista. Joissain tapauksissa jo selvitetty vahinko joudutaan avaamaan uudestaan vahinkoon liittyvän odottamattoman kehityksen takia.

Jokainen vakuutussopimus ja vahinko aiheuttaa käytännössä jonkinlaisen kassavirran. Vähintään vakuutussopimusta ja vahinkoa käsiteltäessä vakuutusyhtiölle syntyvien kulujen muodossa. Vahinkojen selviämisprosessien monimuotoisuuden takia vahingoista seuraavissa kassavirroissa on suurta vaihtelua vahinkovakuutuslajien välillä. Alla on kuvattu kaavamaisesti vakuutussopimukseen liittyviä tapahtumia ja kassavirtaa.



3 Vahinkojen selvittelykulut

3.1 Yleistä

Vakuustoitiminnan harjoittamisesta aiheutuvia kustannuksia kirjataan kuluksi riippuen sovellettavista yhtiön taloudellisen tilan raportointia koskevista säädöksistä. Vakuutusyhtiö voi samanaikaisesti raportoida useampien määrittelyjen mukaan. Tässä työssä käsitellään Suomen nykyisen lainsäädännön mukaista tilannetta (Solvenssi I), tulevaa Solvenssi II raportointia sekä vakuutussojpmusten IFRS-raportointia.

Raportointitapojen välillä eroja aiheuttaa mm. se, käsitelläänkö vakuutusyhtiön toimintaa going concern vai run-off -oletuksen pohjalta. Going concern -oletus tarkoittaa toiminnan jatkuvuutta. Yhtiön oletetaan jatkavan toimintaansa toistaiseksi ja toiminnan laajuuden oletetaan pysyvän olennaisesti vähintään samana, eli toimintaa ei supisteta olennaisesti. Run-off yhtiö ei enää myönnä uusia vakuutuksia, vaan huolehtii vain aikaisemmin myöntämiinsä vakuutuksiin liittyvistä velvoitteista.

3.2 Solvenssi I

Vakuutusyhtiölain 9 luvun 1 § 2 momentin mukaan “Vastuuvclan on aina oltava riittävä siten, että vakuutusyhtiö kohtuudella arvioiden selviytyy vakuutussojpmuksista aiheutuvista velvoitteistaan.” Velvoitteisiin kuuluvat vahinkojen selvittelykulut, jotka ovat sattuneiden vahinkotaantumien johdosta suoritettavia, maksamatta olevia muita määriä kuin korvauksia. Selvitte-lykuluvaraus raportoidaan Finanssivalvonnulla vakuutusluokittain osana vakuutusmarkkinoilla toimivan yhteisön konekielisiä valvontatietoja (VE03-taulukko).

Vahinkojen selvittelykuluihin sisällytettävät erät riippuvat siitä, miten liikemenot kirjataan tuloslaskelmalla. Finanssivalvonnan kirjanpitoa, tilinpäätöstä ja toimintakertomusta koskevat määräykset ja ohjeet 14/2012 [11] antavat periaatteet liikemenojen kirjaamiseen tuloslaskelman eriin (kohta 12.2.11). Pääsääntönä on, että liikemenot ja poistot kohdistetaan toiminnoille olennaisuuden periaatetta noudattaen ja toimintokohtaiset kulut jaetaan vakuutuslajeittain.

Liikekulut voidaan jakaa vakuutusten hankintamenoihin, vakuutusten hoitokuluihin ja hallintokuluihin. *Vakuutusten hankintamenoja* aiheuttaa vakuutuksista neuvottelemisesta, tarjousten tekemisestä, vakuutushakemuksen käsittelystä, vakuutuksen myöntämisestä, vakuutussojpmuksen solmimisesta, vakuutusasiakirjan laatimisesta, uuden vakuutuksen liittämistä vakuutuskantaan, vakuutusten mainostamisesta, vakuutusten myynnistä ja myyntiverkoston ylläpitämisestä. Hankintamenoihin sisällytetään lisäksi ensivakuutuksen hankinta- ja uudistamis- palkkiot sekä tulevan jälleenvakuutuksen palkkiot ja voitto-osuudet. *Vakuutusten hoitokuluihin* kuuluvat vakuutuskannan hoitaminen, tulevan ja menevän jälleenvakuutuksen kannan hoitami- nen, vakuutusmaksun veloittaminen ja periminen, hyvitysten ja alennusten käsittely, tilastojen laadinta, maksu- ja vastuuvclkaperusteiden laatiminen, tuotesuunnittelu ja ennalta ehkäisevä vahingontorjunta. *Hallintokuluja* ovat yrityskuvan ylläpitäminen, tiedotustoiminta, konttori-

henkilöstö- ja koulutuspalvelut sekä muut sisäiset palvelut, sisäinen laskentatoimi, kirjanpito ja tilinpäätös, tilintarkastus, sisäinen tarkastus, ylin johto ja hallintoelimet, omistaja- ja sijoittajasuhteiden hoitaminen sekä lakisääteiset maksut.

Korvauskulut, eli korvaustoiminnan hoitamisesta aiheutuvat kulut, käsittävät vahinkojen käsittelystä ja selvityksestä aiheutuvat kulut. Korvaustoiminnan hoitamisesta aiheutuva kulut kohdistetaan maksettuihin korvauksiin. Osa korvauskäsittelyn kuluista, kuten oikeuskulut ja vahinkotarkastajien kulut, voidaan usein *kohdistaa vahinkokohtaisesti*. Suoraan *vahingoille kohdistamattomista* korvauskäsittelyn kuluista merkittävimpiä ovat vahingon, eläkehakemuksen ja muun vakuutustapahtuman rekisteröinnin ja käsittelyn kulut, vahinkojen selvittämisen kulut, regressien ja panttien hoitamisen kulut, korvauspäätösten laatimisen kulut, korvausten maksamisen kulut ja kuntoutustoiminnan hoitamisen kulut.

Sijoitustoiminnan kuluja aiheutuu mm. sijoitussuunnitelmien tekemisestä, sijoituspäätösten tekemisestä, luoton myöntämisestä, lainakannan hoitamisesta, arvopaperien, valuuttapositioiden ja muiden sijoitusten hoitamisesta, panttien hoitamisesta, sijoitussaamisten perimisestä, sijoitusten realisointien hoitamisesta, sijoitustoimintaan liittyvästä sisäisestä laskentatoimesta, rahoituksen ja maksuvalmiuden hoitamisesta ja ulkopuolisille maksettavista varainhoitopalkkioista. Kuluja ei yleensä voida allokoida vakuutus sopimuskohtaisesti mutta kohdistus voidaan tehdä sopimusryhmittäin.

Yllä mainittuihin kulueriin kohdistetaan lisäksi käyttöä kuvaavien mittareiden avulla alueorganisaation palvelut, IT-palvelut, IT-järjestelmien tuotantokäyttö ja IT-järjestelmien kehittäminen. Oman liiketoiminnan käytössä olevista tiloista ulkopuoliselle maksetut vuokrat ja vastaavasti oman ja vuokratun tilan käytöstä aiheutuneet huoneiston käyttökulut (tilojen käytön mukaiset kulut kuten sähkö-, siivous-, vartiointi- ja muut vastaavat kulut) merkitään aina tuloslaskelman toimintokohtaisiin liikemenoihin. Suoraan omistettua ja yhtiömuotoista kiinteistöä kohdellaan samalla tavalla mutta kiinteistöjen omia ylläpitokuluja ei sisällytetä näihin kuluihin.

Muita kuluja ovat myydyistä palveluista aiheutuvat kulut. Muihin tuottoihin ja kuluihin merkitään vakuutusyhtiön liitännäistoiminnasta johtuvat tuotot ja kulut. Satunnaisilla kuluilla taasen ei ole selvää yhteyttä varsinaiseen liiketoimintaan. Ne perustuvat tavanomaisesta liiketoiminnasta poikkeaviin, olennaisiin ja kertaluontoisiin tapahtumiin.

Vahinkovakuutusyhtiön tulee määräyksien ja ohjeiden 14/2012 [11] kohdan 12.2.2 (43) mukaisesti huomioida selvittelykuluvarauksessa yllä eritellyt maksamattomiin korvauksiin liittyvät korvaustoiminnan hoitamisesta aiheutuvat kulut.

3.3 Solvenssi II

Solvenssi II -direktiivin [9] tarkoituksena on yhtenäistää EU-alueella vakuutusyhtiöiden vakavaraisuussäännöksiä, vastuuvelan laskentaa ja vakavaraisuusvalvontaa. Solvenssi II -direktiivin soveltaminen alkaa 1.1.2016 ja jo 1.1.2014 alkaen noudatetaan EIOPA:n välivaiheen ohjeita, jotka on tarkoitettu edistämään Solvenssi II -sääntelyyn valmistautumista [13].

Solvenssi II:ssa ensimmäisen, periaatetason sääntelyn määrittää Solvenssi II -direktiivi. Euroopan komissio määrittää periaatteiden soveltamisen käytäntöön asetuksilla, jotka muodostavat tason 2 sääntelyn. Tason 2.5 sääntelyn muodostavat EIOPA:n antamat tason 2 sääntelyä tarkentavat tekniset standardit. Sääntelyn tasot 3 ja 4 ovat EIOPA:n sekä Euroopan komission suorittama valvonta, joka varmistaa direktiivin yhtenevän soveltamisen kaikissa EU:n jäsenmaissa [10]. Tason 2 sääntely viimeistellään aikaisintaan vuonna 2014 OMNIBUS II -direktiivin tultua hyväksytyttyä myös Euroopan unionin neuvostossa, joten tämä työ perustuu vielä luonnosvaiheessa olevaan sääntelyyn ja standardeihin. Tästä johtuen osa yksityiskohdista on vielä tulkinnanvaraisia ja muutokset ovat mahdollisia.

Solvensi II -direktiivin vakuutusteknistä vastuovelkaa koskevissa artikloissa 76-86 määritellään vakuutustekninen vastuvelka sellaiseksi nykymääräksi, jolla vakuutusvelvoitteet voitaisiin siirtää välittömästi toiselle vakuutusyhtiölle. Vastuuvelan arvo on pääsääntöisesti laskettava parhaan estimaatin ja riskimarginaalin summana. Paras estimaatti vastaa sen laskentahetkellä olemassaoleviin velvoitteisiin liittyvien tulevien kassavirtojen odotettua nykyarvoa, jonka laskennassa on käytetty riskitöntä korkokäyrää. Riskimarginaali "lasketaan määrittämällä sen suuruisen pääoman kustannus, joka vastaa sitä vakavaraisuuspääomavaatimusta, joka tarvitaan vakuutus- ja jälleenvakuutusvelvoitteiden täyttämiseksi niiden kestoajan".

Vahinkojen selvittelykulut on sisällytettävä parhaan estimaatin arvoon, artiklan 78 mukaan laskennassa on huomioitava kaikki vakuutusvelvoitteiden hoidosta aiheutuvat kulut sekä kustannusinflaatio. Kuluista on tehtävä kassavirtaennusteet vakuutusvelvoitteiden koko kestoajalle.

Solvensi II -vaikuttavuusarviointien (QIS, LTGA) teknisissä liitteissä ([7], [8]) kuvataan tarkemmin tekijöitä, jotka on huomioitava vakuutusteknisen vastuuvelan arvon laskemisessa kulujen kassavirtojen osalta. Yleisesti kassavirtojen määrittämisessä on huomioitava epävarmuus niiden kehityksessä niiltä osin kuin sillä on olennaista vaikutusta suhteellisuusperiaatteen mukaisesti. Suhteellisuusperiaate tarkoittaa tässä yhteydessä, että käytettävien menetelmien on aina oltava suhteessa mallinnettavien riskien ja liiketoiminnan luonteeseen, laajuuteen ja monimutkaisuuteen.

Kassavirtojen kehityksen epävarmuuden osalta on tarpeen huomioida epävarmuus vahinkotapahtumien ajoituksessa, taajuudessa ja vakavuudessa, epävarmuus korvausten suuruudessa, korvausinflaatiossa ja vahinkojen selvitysjasssa, epävarmuus kulujen määrässä, epävarmuus kassavirtoihin vaikuttavissa muissa tekijöissä kuten demografisissa, oikeudellisissa, lääketieteellisissä, teknologisissa, sosiaalisissa, ympäristöön liittyvissä ja taloudellisissa tekijöissä inflaatio mukaan lukien, epävarmuus vakuutuksenottajien käyttäytymisessä, kassavirtojen polkuriippuvuus sekä useampien epävarmuustekijöiden väliset riippuvuudet.

Kulujen tulevien kassavirtojen määrittämisessä on sääntelyn puitteissa huomioitava yhtiön oman kuluista muodostaman arvion lisäksi kaikki olennainen ulkoinen informaatio, kuten vakuutusalan tilastot ja saatavilla oleva markkinainformaatio. Ulkoisen tiedon kohdalla sen edustavuus suhteessa yhtiön myöntämiin vakuutus sopimuksiin ja tiedon uskottavuus ja luotettavuus on arvioitava. Kulujen oletetussa inflaatiossa huomioitavaksi tulevat erilaisten kulujen todennäköisesti poikkeava kehitys (esim. vuokrat, palkat ja IT-kulut). Inflaatio-oletusten oletetaan myös olevan yhtäpitäviä muiden taloudellisten oletusten, kuten korkojen oletetun tulevan kehityksen, kanssa. Yhtiökohtaisia tietoja kulujen inflaatiosta voidaan käyttää, jos markkinainformaatio ei ole riittävän luotettavaa ja yhtiökohtaiset tiedot on arvioitu riittäviksi.

Kaikki mahdolliset oletukset, joita käytetään kulujen kassavirtojen määrittämisessä, on tehtävä perustuen vahvistettavissa oleviin tietoihin ja niiden on oltava sekä todenmukaisia että objektiivisia. Sopimussuhteista aiheutuvat kulut on arvioitava perustuen voimassaoleviin sopimuksiin. Jotta vakuutusyhtiö voisi osoittaa täyttävänsä nämä vaatimukset, tulee myös kassavirtojen laskennan dokumentoinnin sisältää perustelut vaatimusten täyttymisestä.

Parhaaseen estimaattiin sisällytettäviin kuluihin kuuluvat mm. hallinnolliset kulut, sijoitustoiminnan kulut ja korvauskäsittelyn kulut mutta myös muut vakuutusvelvoitteiden hoidosta mahdollisesti aiheutuvat kulut, joten kulukäsite on laajempi kuin mitä aikaisemmin vahinkojen selvittelykuluilla on tarkoitettu. Kuluihin tulee sisällyttää sekä kulun lähteeseen kohdistetut kulut että loput, kohdistamattomat kulut.

Kohdistamattomia kuluja ovat mm. yleishallinnon ja palveluyksiköiden kulut, jotka eivät liity suoraan vakuutus sopimusten hankintaan tai olemassaolevien vakuutus sopimusten hoitoon, tai joita ei voida suoraan kohdistaa niihin. Ensimmäisistä esimerkkejä ovat IT-, vuokra-, sähkö-, markkinointi-, ja kehityskulut. Myös osa korvauskäsittelyn kuluista, kuten korvaustoiminnan palkat, ovat usein kohdistamattomia. Usein kohdistamattomien kulujen määrä ei muutu

herkästi suhteessa vakuutusmaksutulon muutoksiin tai olemassaolevien vakuutus sopimusten hoidon vaatimien resurssien muutoksiin. Olemassaolevaan liiketoimintaan allokoidaan kohdistamattomia kuluja oletuksella, että yhtiön liiketoiminta jatkuu. Kohdistamattomien kulujen allokoinnin vastuuvelan erille, vakuutusluokille (line of business, LoB) ja riskiryhmille (homogeneous risk group, HRG) sekä olemassaolevalle ja tulevalle liiketoiminnalle tulee olla todenmukaista ja objektiivista, sekä ajallisesti yhdenmukaista ja perustua ajankohtaisiin arvioihin jakosuhteista.

Tulevien sijoitustoiminnan kulujen arvion tulee perustua sellaisen sijoitussalkun hoitamiseen, joka vastaa sillä katettavia vastuuta. Koska erilaisten sijoitusten hoitokulut poikkeavat toisistaan, tulee kuluja arvioidessa ottaa huomioon sijoitusten nykyinen ja ennustettu tuleva jakautuminen eri luokkiin. Perusteluna sijoitustoiminnan kulujen huomioimiselle parhaan estimointin laskennassa on se, että sijoitustoiminnan kuluja ei huomioida korkoutuksessa käytettävän korkokäyrän määrittämisessä.

Solvenssi II -sääntelyn suurimpana erona Solvenssi I:een on kassavirtojen epävarmuuden hallinta. Tarkempaa tasojen 2 ja 2.5 sääntelyä ei tosin vielä ole, kuten esimerkiksi jakosääntöjä liikelukujen jakamiselle laskentahetkeä edeltävälle ja sen jälkeen tulevalle ajanjaksolle. Välivaiheen sääntelyssä vakuutusyhtiön toimintaa tarkastellaan going concern -oletuksen pohjalta. Myös välimuoto going concern ja run-off ajattelusta on mahdollinen tulkinta tällä hetkellä lopullisen Solvenssi II -sääntelyn suhteen. Avoinna on myös sijoituskulujen sisällyttämisen laajuus. Sääntelyssä vahinkovakuutusvastuuvelan katteen hoito vertautuu sijoitussidonnaisten (unit-linked) vakuutusten hoitoon. Varattavat kassavirrat voivatkin olla suurempia kuin nykyisen sääntelyn piirissä.

3.4 IFRS vakuutus sopimukset

IASB on julkaissut vuonna 2013 luonnoksen vakuutus sopimusten raportoinnista IFRS-standardin mukaisesti [14]. Ehdotettu standardi tulee korvaamaan IFRS 4:n. IFRS-standardien tavoitteena on taloudellisen tuloksen kuvaaminen kansainvälisesti vertailukelpoisesti.

IFRS-standardissa vakuutus sopimusten taloudellisia vaikutuksia mitataan ns. BBA-mallilla (Building Block Approach). Se koostuu nykyisten, korkoutettujen ja todennäköisyyksillä painotettujen vakuutus sopimusten velvoitteiden täyttämiseen liittyvien tulevien kassavirtojen keskiarvosta, riskilisästä (risk adjustment) ja sopimukseen liittyvästä vielä ansaitsematonta voittoa kuvaavasta sopimuksellisten palveluiden marginaalista (contractual service margin). Tässä mallissa vakuutus sopimuksia tarkastellaan vakuutus salkun tasolla, joka tarkoittaa sellaisten vakuutus sopimusten ryhmää, jotka sisältävät samanlaisia riskejä ja joiden hinnoittelu on riskeihin suhteutettuna samanlaista, ja joita hallinnoidaan yhtenä joukkona.

Tulevat kassavirrat tarkoittavat kaikkia mahdollisia kassavirtoja, joita voi syntyä vakuutus sopimukseen liittyviä velvoitteita täytettäessä. Peruseriaatteena on muodostaa kassavirtojen ajoituksen, suuruuden ja epävarmuuden huomiova skenaario kaikille mahdollisille, myös hyvin epätodennäköisille, tilanteille. Monimutkaiset sopimusrakenteet voivatkin vaatia stokastisia simulaatioita. Tavoitteena on kaiken olennaisen informaation hyödyntäminen kassavirtojen muodostamisessa riippumatta siitä, kuinka haastavaa kyseisen informaation hankkiminen on. Tällöin kassavirrat sekä kuvaavat vakuutusyhtiön tilannetta että ovat ristiriidattomia markkinainformaation kanssa.

Kulut jaetaan kahteen ryhmään, niihin kuluihin, jotka voidaan kohdistaa vakuutus salkkuun, ja niihin kuluihin, joita ei voida kohdistaa. Kulujen kohdistamisessa käytettyiltä menetelmiltä vaaditaan, että samanlaisten kulujen kohdistaminen tapahtuu yhdenmukaisesti, systemaattisesti ja rationaalisesti, ja että kohdistetut kulut eivät ylitä todellisia kuluja. Kulut, jotka voidaan kohdistaa vakuutus salkkuun edellä esitettyjen periaatteiden mukaisesti sisällytetään

tuleviin kassavirtoihin. Muut, vakuutussalkkuun kohdistamattomat kulut kirjataan tuloslaskelmaan suoriteperusteisesti.

Kohdistuskelpoisista kuluista esimerkkeinä ovat suoraan vakuutusopimukseen liittyvät hankintakulut, menetelmällisesti voidaan kohdistaa muita liikekuluja kuten palkkoja, hallintokuluja, IT-kuluja ja kiinteistökuja. Kohdistamattomia kuluja voivat olla esimerkiksi koulutuskulut ja tuotekehityskulut.

3.5 Kuluselvitykset

Selvittelykulujen varaamista varten on yleensä tarpeellista tehdä selvityksiä liiketoiminnan kuluista ja niiden jakautumisesta yhtiön sisällä eri liiketoiminnoille. Tällaisissa selvityksissä voidaan käyttää seuraavaa luokittelua [5]. Luokittelussa jaetaan kulut neljään eri dimensioon, vakuutusluokkaan tai sen alla esimerkiksi tariffiluokkaan tai riskiryhmään, toimintoon kuten vakuutusopimuksen tekemiseen tai vahinkoilmoituksen käsittelyyn, organisaation osaan, esimerkiksi tulosityksikköön, jossa kulu syntyy, ja kulun tyyppiin kuten palkkoihin tai IT-kuluihin. Tällä tavoin tarkasti luokiteltuja kuluja voidaan yksinkertaisesti hyödyntää eri tarkoituksiin.

Kuinka paljon resursseja kuluinformaation keräämiseen tällä tarkkuustasolla tarvitaan riippuu yhtiökohtaisesti siitä, minkä verran tällaisen tiedon keruuta on automatisoitu. Ideaalitalanteessa tieto kerääntyisi automaattisesti liiketoiminnan yhteydessä tietovarastoon helposti käytettävissä muodossa. Tietojen keräämisestä ja kohdistamisesta vastaa tyypillisesti yhtiön laskentatoimi ja tietojen keruun tarkkuus riippuu yhtiön sisäisen laskennan tarkkuudesta. Spalla [30] kuvaa artikkelissaan tietojärjestelmiin tallentuvia tietoja hyödyntävää tiedonkeruuta ja sen vaatimia resursseja sekä tuottamia hyötyjä. Lopputuloksena on vakuutuslaji- ja vakuutuskausikohtaista tietoa korvauskäsittelijöiden ajankäytöstä korvauskäsittelyn eri vaiheissa, jonka avulla voidaan muodostaa todellisia työmääriä kuvaava malli korvauskäsittelykulujen kohdistamiseen.

Kuten edellä on tullut ilmi, osaa kuluista ei voida suoraan kohdistaa tällä tarkkuudella. Kohdistamattomien kulujen kohdistaminen korvausvastuun määrittämistä varten on voidaan tehdä samoin periaattein kuin kulukuormituksen määrittäminen hinnoittelua varten. Karonen [17] kuvaa näitä haasteita hinnoittelun näkökulmasta. Yksinkertainen malli kulujen kohdistamiseen vakuutusluokille on niiden jakaminen vakuutusmaksutulon suhteessa. Tällöin on huomioitava se, että joihinkin vakuutuslajeihin kuluu järjestelmällisesti enemmän hallintoaikaa kuin toisiin. Borch [1] ja Lemaire [20] ovat kehittäneet peliteoreettisia ratkaisuja kohdistusongelmiin, joilla, niiden soveltamisen ollessa käytännössä mahdollista, voidaan saavuttaa tasapuolisempia kulunjakoja kuin vakuutusmaksutulosuhteen perusteella.

4 Menetelmiä selvittelykuluvarauksen arvioimiseksi

4.1 Todennäköisyysteorian käsitteitä

Tässä kappaleessa esitellään tiiviissä muodossa selvittelykuluvarauksen matemaattisessa mallintamisessa hyödynnettäviä todennäköisyysteorian käsitteitä (ks. [28], [29], [16]). Lähtökohdiana on historialla varustettu todennäköisyysavaruus $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{F}, \mathbb{P})$, missä Ω on mahdollisten tapahtumien $\omega \in \Omega$ muodostama avaruus, \mathcal{F} on jokin avaruuden Ω osajoukkojen muodostama σ -algebra, historia $\mathbb{F} = (\mathcal{F}_t)_{t \geq 0}$ on kasvava jono \mathcal{F} :n ali- σ -algebroja ja \mathbb{P} on todennäköisyysmitta. Historian voidaan ajatella kuvaavan hetkellä t käytettävissä olevaa informaatiota. Informaation kasvaminen, $\mathcal{F}_s \subset \mathcal{F}_t$ kaikilla $s \leq t$, tarkoittaa menneiden tapahtumien muistamista. Satunnaismuuttuja on mitallinen kuvaus avaruudelta Ω maaliavaruudelle S , eli X liittää avaruuden Ω alkioihin eli tapahtumiin ω arvon $X(\omega) \in S$.

Ajalla indeksoitua satunnaismuuttujien kokoelmaa $X = \{X_t(\omega) : t \geq 0, \omega \in \Omega\}$ kutsutaan stokastiseksi prosessiksi. Stokastinen prosessi X on \mathcal{F} -sopiva, jos X_t on \mathcal{F}_t -mitallinen satunnaismuuttuja eli $\{X_t \in B\} \in \mathcal{F}_t$ kaikilla t ja X :n maaliavaruuden Borel-joukoilla B . Stokastisen prosessin sopivuus tarkoittaa, että tiedämme prosessin arvon X_t hetkellä t , jos käytössä on historian \mathbb{F} kuvaama informaatio.

4.2 Kassavirtojen arvon määrittäminen

Selvittelykuluvarauksen määrittämisessä on kyse tulevien kassavirtojen nykyarvon määrittämisestä. Yleinen stokastinen kehys arvon määrittämiselle voidaan määritellä käyttäen ns. deflaattoriprosesseja [32]. Olkoon kassavirta $\mathbf{X} = (X_0, \dots, X_n)$ \mathcal{F} -sopiva satunnaisvektori, jonka kaikki komponentit X_k ovat integroituvia, $\mathbf{X} \in L_{n+1}^1(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{F}, \mathbb{P})$. Tällöin kassavirran \mathbf{X} arvo voidaan määrittää deflaattoriprosessin $\phi = (\phi_0, \dots, \phi_n) \in L_{n+1}^1(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{F}, \mathbb{P})$, $\phi_0 = 1$, avulla seuraavasti hetkellä $t = 0$,

$$Q_0[\mathbf{X}] = E\left[\sum \phi_k X_k \middle| \mathcal{F}_0\right].$$

Deflaattoriprosessi voidaankin tämän esitystavan perusteella tulkita stokastiseksi korkoutustekijäksi. Arvon määrittäminen eli hinnoittelu voidaan laajentaa ajanhetkille $t \geq 0$ arbitraasivaapaasti määrittelemällä hintaprosessiksi

$$Q_t[\mathbf{X}] = \frac{1}{\phi_t} E\left[\sum \phi_k X_k \middle| \mathcal{F}_t\right].$$

Kun valitaan tietty deflaattoriprosessi, joukko

$$\mathcal{L}_\phi = \{\mathbf{X} \in L_{n+1}^1(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{F}, \mathbb{P}); E\left[\sum \phi_k |X_k| \middle| \mathcal{F}_0\right] < \infty\}$$

määrittelee ne riskit (kassavirrat), jotka voidaan vakuuttaa ottaen huomioon valittu arvonnäilytystapa (deflaattoriprosessi).

Yleisesti mahdollisia deflaattoriprosesseja on ääretön määrä, eikä prosessin valinta ole yksikäsitteistä. Lähtökohdana valinnalle toimivat havaittu markkinoiden riskin karttavuus ja lainsäädännön asettamat rajoitteet koskien esimerkiksi sijoitusinstrumenttien likviditeettiä ja hinnanmuodostuksen läpinäkyvyyttä. Tästä lähin oletetaan, että arvonnäilytystä varten on valittu rajoitteet huomioiva kiinteä deflaattoriprosessi ϕ .

Tulevien kulujen kassavirrat eivät ole erillään yhtiön toimintaympäristön taloudellisesta kehityksestä. Oletusten niiden tulevasta kehityksestä tulee olla yhteismitallisia talouden kehityksestä tehtyjen oletusten kanssa, erityisesti inflaatiosta ja riskittömästä markkinakorosta tehtyjen oletusten kanssa. Matemaattisesti tätä voidaan kuvata historioiden avulla. Taloudellisista suureista ajan hetkellä t käytettävissä olevaa informaatiota kuvaa historian \mathcal{F} osajoukko \mathcal{A} , jolle on voimassa $\mathcal{A}_t \subset \mathcal{F}_t$ kaikilla $t \geq 0$. Jatkossa käytetään oletusta, että käytettävissä oleva informaatio \mathcal{F} koostuu sekä taloudellisista suureista käytettävissä olevasta informaatiosta \mathcal{A} että vakuutusteknisestä informaatiosta \mathcal{T} ja, että \mathcal{A} ja \mathcal{T} ovat toisistaan riippumattomia.

Taloudellisen informaation kuvaamiseen tarvitaan aina jokin malli. Tässä työssä seurataan Wüthrichin ja Merzin kirjan [32] esitystapaa. Rahoitusmarkkinoilla oletetaan olevan sijoitusinstrumentteja \mathfrak{A}^i , joihin liittyvät kassavirrat voidaan hinnoitella käyttäen valittua deflaattoriprosessia ϕ . Merkitään näitä integroituviksi oletettuja hintaprosesseja $A_t^i \in \mathcal{A}_t$.

Laskennan yksinkertaistamiseksi määritellään deflaattoriprosessille seuraavat ominaisuudet:

- (i) deflaattoriprosessilla on tulomuotoinen rakenne $\phi_t = \phi_t^A \phi_t^T$,
- (ii) taloudellinen deflaattori $\phi^A = (\phi_t^A)_{t \geq 0}$ on \mathcal{A} -sopiva ja
- (iii) vakuutustekninen deflaattori $\phi^T = (\phi_t^T)_{t \geq 0}$ on \mathcal{T} -sopiva (\mathbb{P}, \mathbb{T}) -martingaali ja $\phi_0^T = 1$.

Tällöin ϕ^A sisältää tiedon rahoitusmarkkinoiden hinnanmuodostuksesta ja ϕ^T antaa riskimarginaalin niille vakuutusriskeille, joita vastaan ei voida suojatua. Silloin, kun kiinnostuksen kohteena on paras estimaatti ilman riskimarginaalia, asetetaan $\phi^T \equiv 1$.

Myös vakuutusteknisille kassavirroille oletetaan tulomuotoinen rakenne, jos $\mathbf{X} = (X_0, \dots, X_n) \in \mathcal{L}_\phi$, niin

$$X_k = \Lambda^k U_k^k,$$

jossa Λ_k on \mathcal{T}_k -mitallinen ja U_k^k on \mathcal{A}_k -mitallinen. Hintaprosessi U_k^k vastaa rahoitusmarkkinoilta saatavilla olevaa sijoitussalkkua \mathfrak{U}^k . Sijoitussalkku on sijoitusinstrumenttien \mathfrak{A}^i lineaarikombinaatio,

$$\mathfrak{U}^k = \sum y_i^k \mathfrak{A}^i,$$

jonka hinta hetkellä t on

$$U_t^k = \sum y_i^k A_t^i.$$

Satunnaismuuttuja Λ^k määrittää sen, kuinka monta yksikköä kyseisiä sijoitussalkkuja \mathfrak{U}^k tarvitaan vakuutusteknisen velvoitteen X_k täyttämiseen hetkellä k . Indeksillä k määrittää siis myös sijoitussalkun \mathfrak{U}^k realisointihetken. Tällä rakenteella kassavirran $\mathbf{X}_k = (0, \dots, 0, X_k, 0, \dots, 0)$ arvo hetkellä t on $Q_t[\mathbf{X}_k] = \Lambda_t^k U_t^k$. Tämä tarkoittaa sitä, että hintaprosesseja Λ ja U voidaan tarkastella erikseen. Lineaarisuudesta seurataan saadaan kassavirraksi $\mathbf{X} = \sum \mathbf{X}_i$.

Parhaaksi estimaatiksi ($\phi_t^T \equiv 1$) saadaan tällöin kassavirralla \mathbf{X}_k , $Q_t^0[\mathbf{X}_k] = E[\Lambda^k | \mathcal{T}_t] U_t^k$, eli kassavirta voidaan toistaa ostamalla odotusarvon $E[\Lambda^k | \mathcal{T}_t]$ verran sijoitussalkkuja \mathfrak{U}^k hetkellä $t < k$. Taseenhallinnan kannalta tämä ei kuitenkaan ole riittävä ratkaisu, koska satunnaismuuttuja Λ^k ei välttämättä ole \mathcal{T}_t -mitallinen, eli sen arvo ei ole tiedossa hetkellä

t , jolloin jäljelle jää mahdollisuus sen kehittymiseen haitallisesti suhteessa odotettuun arvoonsa. Valitsemalla deflaattoriprosessi ϕ_k^T sopivasti (esimerkiksi aidosti positiivisesti Λ^k :n kanssa korreloituneeksi), voidaan kassavirralle \mathbf{X}_k määrittää riskimarginaalin sisältävä arvo, $Q_t[\mathbf{X}_k] = \frac{1}{\phi_t^T} E[\phi_k^T \Lambda^k | \mathcal{T}_t] U_t^k > E[\Lambda^k | \mathcal{T}_t] U_t^k = Q_t^0[\mathbf{X}_k]$. Riskimarginaali on näiden arvojen erotus $Q_t[\mathbf{X}_k] - Q_t^0[\mathbf{X}_k] > 0$. Deflaattoriprosessi voidaan valita halutessa sellaiseksi, että riskimarginaali on yhtäpitävä esimerkiksi Cost-of-Capital -menetelmän kanssa.

Nyt koko kassavirralle voidaan kirjoittaa

$$Q_t^0[\mathbf{X}] = \sum (\sum E[\Lambda^k | \mathcal{T}_t] y_i^k) A_t^i.$$

Tätä arvoa voidaan suoraan verrata taseen sijoitusomaisuuteen, jonka arvo hetkellä t on

$$S_t^t = \sum w_i^t A_t^i.$$

Jos kertoimet eroavat toisistaan, $w_i^t \neq E[\Lambda^k | \mathcal{T}_t] y_i^k$, jollain i , eivät sijoitusomaisuus ja vastuut ole täysin yhteensopivia. Kuitenkin riittävä ehto sille, että vakuutusyhtiöllä on riittävät varat taloudellisten velvoitteidensa täyttämiseen hetkellä t on

$$S_t^t \geq Q_t^0[\mathbf{X}].$$

Usein voikin olla haluttavaa, että sijoitukset eivät immunisoi täydellisesti vastuuta, vaan sijoitusomaisuudelle haetaan, suurempaa riskiä vastaan, korkeampia tuottoja.

Korvausvastuun kassavirta hetkellä t on $\mathbf{X}_{t+1} = (0, \dots, 0, X_{t+1}, \dots, X_n) \in \mathcal{L}_\phi$, joten korvausvastuun parhaaksi estimaatiksi vastaavasti saadaan

$$\mathcal{R}_t^0[\mathbf{X}_{t+1}] = Q_t^0[\mathbf{X}_{t+1}] = \sum_{k=t+1}^n (\sum E[\Lambda^k | \mathcal{T}_t] y_i^k) A_t^i.$$

Oletetaan nyt, että selvittelykulujen kassavirroista $\mathbf{C} = (C_0, \dots, C_{I+J+1}) \in \mathbb{R}^{I+J+1}$, jotka ovat \mathbb{T} -sopivia, voidaan muodostaa tavanomainen korvauskolmio $C_{i,j}$, jossa i on sattumisvuosi ja j kehitysvuosi, viimeisin sattumisvuosi on I ja vahingot ovat täysin kehittyneet J :n kehitysvuoden kuluessa. Oletaan myös, että rahoitusmarkkinoilla on nollakuponkilainoja \mathfrak{Z} kaikilla maturiteeteilla. Nollakuponkilainaa \mathfrak{Z}^k vastaa kassavirta $\mathbf{Z}^k = (0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0)$, jossa erä 1 suoritetaan kalenterivuonna $k = i + j$.

Selvittelykulujen kassavirta voidaan silloin kuvata seuraavasti

$$\mathbf{C} \mapsto \sum_{k=1}^{I+J} C_k \mathfrak{Z}^k = \sum_{k=1}^{I+J} (\sum_{i+j=k} C_{i,j}) \mathfrak{Z}^k.$$

Tästä saadaan paras estimaatti selvittelykuluvaraukselle hetkellä t

$$\mathcal{R}_t^0(\mathbf{C}_{t+1}) = Q_t^0(\mathbf{C}_{t+1}) = \sum_{k=t+1}^{I+J} \sum_{i+j=k} E[C_{i,j} | \mathcal{T}_t] P(t, k),$$

jossa $P(t, k)$ on nollakuponkilainan \mathfrak{Z}^k hinta hetkellä $t < k$.

Jos käytettävissä on oletetun mukainen vahinkojen sattumis- ja kehitysvuosille kohdistettu aineisto kuluista eli kuluista voidaan muodostaa oma korvauskolmionsa, voidaan kuluille estimoida tästä aineistosta kehityskertoimet käyttäen samanlaisia menetelmiä kuin korvausvastuun laskennassa. Usein suuri osa kuluista on kohdistettavissa ainoastaan tilivuosille eikä kehitysvuosittaista kohdistusta ole mahdollista tehdä, jolloin kertoimet joudutaan estimoimaan

toisenlaisin menetelmin tai niille joudutaan käyttämään approksimaationa jostain toisesta aineistosta estimoituja kehityskertoimia. Kohdistusmahdollisuudet riippuvat yhtiön käyttämistä tietojärjestelmistä ja työajan seurannasta.

Jos mallinnetaan kassavirtoja Chain Ladder -tyyppisellä stokastisella mallilla, kuten olettaen (Hertigin malli, [31]), että

- (i) $C_{i,j}$ ovat \mathcal{T}_{i+j} -mitallisia,
- (ii) $C_{i,j}$ ovat riippumattomia eri sattumisvuosille i ja
- (iii) on olemassa parametrit φ_j ja $\sigma_j > 0$, joilla $\log\left(\frac{Y_{i,j+1}^C}{Y_{i,j}^C} - 1\right) | \mathcal{T}_{i+j} \sim \mathcal{N}(\varphi_j, \sigma_j^2)$.

niin voidaan osoittaa, että kumulatiivisille kuluille $Y_{i,j}^C = \sum_{m=0}^j C_{i,m}$ on voimassa

$$E[Y_{i,j+1}^C | \mathcal{T}_t] = Y_{i,t-i}^C \prod_{m=t-1}^j f_m \quad \text{ja}$$

$$E[C_{i,j+1} | \mathcal{T}_t] = Y_{i,t-i}^C \prod_{m=t-1}^j f_m (f_m - 1),$$

Tällöin selvittelykuluvaraukseksi saadaan

$$\mathcal{R}_t^0(\mathbf{C}_{t+1}) = \sum_{i=t+1-J}^I Y_{i,t-i}^C \sum_{j=t-i+1}^J \prod_{m=t-i}^{j-2} f_m (f_{j-1} - 1) P(t, i + j).$$

Tässä tarkastelussa on syytä kiinnittää huomiota kahteen seikkaan. Ensimmäiseksi oleteus, että mallinnettava kassavirta on \mathfrak{F} -sopiva ja siis riippumaton taloudellisesta informaatiosta \mathfrak{A} , ei välttämättä päde. Tämä koskee erityisesti pitkähäntäisiä vakuutuslajeja, joissa voi olla riippuvuutta inflaation lisäksi mm. BKT:n kasvun ja työttömyyden kanssa. Jos riippumattomuusoletusta ei voida pitää pätevänä täytyy kassavirran komponentit mallintaa muodossa $C_k = \Lambda_k U_k^k$, jossa $(U_t^k)_{t \leq k}$ on kuluinflaatiolta suojatun nollakuponkilainen hintaprosessi. Toiseksi kehityskertoimet eivät tavallisesti ole tunnettuja, vaan ne estimoidaan käytettävissä olevasta aineistosta. Tästä seuraava epävarmuus (malliriski) tulisi ottaa huomioon mallin parametrien estimaateissa.

4.3 Selvittelykuluvaraus osuutena vahinkojen käsittelyaktiiviteettia kuvaavasta suureesta

Jos kuluja ei pystytä ennustamaan suoraan, niiden ennusteiden epävarmuus on arvioitu liian suureksi tai ennusteiden laatiminen liikaa resursseja vaativaksi, voidaan vaihtoehtoisesti valita kulujen mittariksi jokin muu suure. Ensimmäiseksi on määriteltävä, mitä kuluja halutaan mitata ja miten kyseiset kulut syntyvät. Tältä pohjalta voidaan valita jokin konkreettinen mittari, eli mitattava ilmiö operationalisoidaan [18]. Mittarin täytyy olla validi, eli sen on mitattava sitä asiaa, jota halutaan mitata. Lisäksi mittarilta vaaditaan, että se mittaa aina johdonmukaisesti samaa asiaa, eli reliabiliteettia. Täysin reliabeliin mittariin eivät vaikuta mittauksen olosuhteet eivätkä satunnaisvirheet.

Kirjallisuudessa vaihtoehtoisina mittareina esitetään pääsääntöisesti tulevien maksettavien korvausten kassavirtoja, avointen vahinkojen lukumääriä ja muunnelmia näistä [3], [15], [6], [22]. Seuraavassa osassa esitellään näistä menetelmistä tunnetuin.

4.3.1 Selvittelykuluvaraus osuutena kollektiivisesta korvausvastuusta

Selvittelykuluvarauksen määrittäminen osuutena kollektiivisesta korvausvastuusta on laajalti käytössä oleva menetelmä selvittelykuluvarauksen estimoimiseksi. Menetelmä ja sen muunnellat tunnetaan englanninkielisessä kirjallisuudessa nimillä paid-to-paid method ja New York-method (NY). Tämä esitys seuraa lähdeä [3]. Menetelmä olettaa, että osa selvittelykuluvarauksesta liittyy vahinkojen ilmoittamiseen (osuus $r \in [0, 1]$) ja toinen osa liittyy vahinkojen selvitykseen (osuus $1 - r$). Menetelmä siis käyttää kulujen mittarina kahta eri tulevien maksettavien korvausten kassavirtaa. Koska kyseessä on algoritminen menetelmä, esitetään se tässä deterministisessä muodossaan. Stokastisten muuttujien voi ajatella olevan korvattu niiden ehdollisen odotusarvonsa parhaalla estimaatilla tarkasteluhetkellä.

Oletetaan, että kaikki vahingot havaituilta sattumisvuosilta i ($0 \leq i \leq I$) selviävät viimeistään J :n kehitysvuoden j ($0 \leq j \leq J$) kuluessa. Merkitään $X_{i,j}$ sattumisvuoden i vahinkojen kehitysvuonna j maksettua korvausta, $Y_{i,j}$ vastaavia kumulatiivisia korvauksia ja $Z_{i,j}$ lopullisia kumulatiivisia maksettua korvauksia niistä sattumisvuoden i vahingoista, jotka on ilmoitettu kehitysvuonna j tai sitä aikaisemmin, tällöin $Z_{i,j} = Y_{i,j}$. Suureiden $Z_{i,j}$ lopulliset arvot ovat tunnettuja vasta hetkellä $i + J$. Merkitään sattumisvuodelle i kehitysvuoden j jälkeistä korvausvastuuta ilman selvittelykuluvarausta $R_{i,j}^X$, tuntemattomien vahinkojen varausta $R_{i,j}^{IBNR}$ ja tunnettujen vahinkojen varausta $R_{i,j}^{Rep}$.

Menetelmä olettaa tunnetuksi kaksi jonoa kehityskertoimia $(\gamma_j)_{j=0,\dots,J}$ ja $(\delta_j)_{j=0,\dots,J}$, $\gamma_j, \delta_j \geq 0$ ja $\sum_{j=0}^J \gamma_j = \sum_{j=0}^J \delta_j = 1$, joille on voimassa

$$X_{i,j} = \gamma_j Y_{i,j} \quad ja$$

$$Z_{i,j} = \sum_{k=0}^j \delta_k Y_{i,k}$$

kaikille i ja j . Kertoimet γ_j kuvaavat sattumisvuoden kaikkien maksettujen korvausten selviämistä ja kertoimet δ_j ilmoitettujen vahinkojen maksettujen korvausten selviämistä. Maksettujen korvausten selviämiskertoimet γ_j voidaan estimoida käyttäen tavanomaisia korvausvastuun estimointimenetelmiä, kuten Chain-Ladder -menetelmää (CL).

Jos korvausvastuu on estimoitu menetelmällä, joka ei tuota suoraan kehityskertoimia, voidaan käyttää menetelmän antamia korvausvastuuestimaatteja vastaavia laskennallisia kertoimia. Olkoon \hat{X}_j summa kehitysvuonna j maksettavien korvausten estimoiduista kassavirroista ja $\hat{Y}_J = \sum_{k \geq 0} \hat{X}_k$ vastaava kumulatiivisten korvausten estimaatti viimeisenä kehitysvuonna. Silloin kertoimet voidaan määritellä seuraavasti $\gamma_j = \hat{X}_j / \hat{Y}_J$.

Ilmoitettujen vahinkojen selviämiskertoimien estimointiin tarvitaan jokin kehittyneempi menetelmä. Riittävää on, jos menetelmä pystyy erottamaan "puhtaan" IBNR-varauksen IBNeR-varauksesta (incurred but not enough reported) [27], [21], ks. liite A.

Sattumisvuoteen i kohdistettujen kehitysvuonna j maksettavien kulujen $C_{i,j}$ oletetaan kehityvän seuraavasti

$$C_{i,j} = (r\delta_j + (1-r)\gamma_j)Y_{i,j}^C,$$

jossa $Y_{i,j}^C$ on sattumisvuoteen i kohdistettavat kumulatiiviset kulut kehitysvuonna J .

Osa selvittelykulujen kassavirrasta on siis verrannollinen vahinkojen ilmoittamiseen ja toinen osa vahinkojen selvittelyyn. Kulujen oletetaan siis koostuvan kahdesta osasta, vahingon rekisteröinnistä aiheutuvista kuluista ja vahinkoon liittyvien korvausten maksamisesta aiheutuvista kuluista.

Määritellään kaikille tilivuosille $t = i + j$ maksettujen korvausten kulusuhde

$$\rho_t = \frac{C_t}{X_t} = \frac{\sum_{0 \leq j \leq J}^{i+j=t} C_{i,j}}{\sum_{0 \leq j \leq J}^{i+j=t} X_{i,j}}.$$

Maksettujen korvausten kulusuhde mittaa yhden tilivuoden aikana suoritettuja selvittelykuluja suhteessa saman tilivuoden kuluessa maksettuihin korvauksiin. Oletetaan lisäksi, että on olemassa suhdeluku ρ , joka on vakio kaikille sattumisvuosille i ,

$$\rho = \frac{Y_{i,J}^C}{Y_{i,J}}.$$

Aikaisemmin tehtyjen oletusten perusteella kaikilla tilivuosilla t on voimassa $\rho_t = \rho$, jos $Y_{i,J}$ on vakio kaikilla sattumisvuosilla i . Tämä oletus ei kuitenkaan ole käytännössä koskaan voimassa. Matemaattisesti tätä oletusta voidaan huojentaa seuraavasti. Oletetaan, että on olemassa vakio ρ , jolle on voimassa

$$\rho \left(r \frac{\bar{\delta}}{\bar{\gamma}} + (1-r) \right)^{-1} = \frac{Y_{i,J}^C}{Y_{i,J}}, \quad \text{jossa}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{\sum_{j=0}^J \gamma_j Y_{t-j,J}}{\sum_{j=0}^J Y_{t-j,J}} \quad \text{ja} \quad \bar{\delta} = \frac{\sum_{j=0}^J \delta_j Y_{t-j,J}}{\sum_{j=0}^J Y_{t-j,J}}.$$

Tällöin kaikilla tilivuosilla t on myös voimassa $\rho_t = \rho$. Tämän tuloksen merkitys on siinä, että se mahdollistaa suhteen ρ estimoinnin käyttäen havaittuja tilivuosi-kohtaisia tietoja ρ_t . Rietdorf ja Jessen [25] ehdottavat, että estimoinnissa tilivuosi-kohtaiset havaitut tiedot ρ_t korvattaisiin tasoitetuilla estimaateilla, joissa havaittujen maksettujen korvausten sijaan käytetään kehityskertoimien avulla estimoituja arvoja. He ovat havainneet tämän vähentävän estimaattien vuosittaista heilahtelua.

Nyt selvittelykuluvaraukselle saadaan estimaatti

$$\begin{aligned} \hat{R}_{i,j} &= \sum_{k>j} (r\delta_k + (1-r)\gamma_k) Y_{i,J}^C \\ &= \rho \sum_{k>j} (r\bar{\delta}_k + (1-r)\bar{\gamma}_k) Y_{i,J} \\ &= \rho \cdot r \cdot R_{i,j}^{IBNR} + \rho \cdot (1-r) \cdot \sum_{k>j} X_{i,k} \\ &= \rho \cdot r \cdot R_{i,j}^{IBNR} + \rho \cdot (1-r) \cdot R_{i,j}^X \\ &= \rho \cdot R_{i,j}^{IBNR} + \rho \cdot (1-r) \cdot (R_{i,j}^X - R_{i,j}^{IBNR}) \\ &= \rho \cdot R_{i,j}^{IBNR} + \rho \cdot (1-r) \cdot R_{i,j}^{Rep}. \end{aligned}$$

NY-menetelmä on yksinkertainen ja helppo soveltaa mutta sillä on useampia heikkouksia menetelmän johtamisessa tehtyjen oletusten lisäksi. Selvin niistä on se, että vahinkojen selvittelykulut eivät muutu samassa rytmissä kuin vahinkojen suuruudet ja maksetut korvaukset. Odottamaton satunnaisheilahtelusta johtuva vahinkojen lukumäärän tai korvausmenon lasku ei johda yhtä nopeaan kiinteiden kustannusten tai palkkakulujen laskuun. Jos oletetaan, että korvausinflaatio on kasvavaa ja on olemassa vakio $i > 0$, jolla $Y_{i+1,J} = (1+i) \cdot Y_{i,J}$, ja sovelletaan menetelmää ilman korjaustermejä $\hat{\gamma}$ ja $\hat{\delta}$, yliarvioidaan selvittelykuluvaraus. Tämä

nähdään seuraavasta

$$\begin{aligned}
\sum_{i+j=t} \hat{C}_{i,j} &= \rho \cdot \sum_{j=0}^J (r\delta_j + (1-r)\gamma_j) Y_{t-j,J} \\
&= \frac{C_t}{X_t} \cdot \sum_{j=0}^J (r\delta_j + (1-r)\gamma_j) Y_{t-j,J} \\
&= \sum_{i+j=t} C_{i,j} \cdot \left(r \cdot \frac{\hat{\delta}}{\hat{\gamma}} + (1-r) \right) \\
&= \sum_{i+j=t} C_{i,j} \cdot \left(r \cdot \frac{\sum_{j=0}^J \delta_j \cdot (1+i)^{J-j}}{\sum_{j=0}^J \gamma_j \cdot (1+i)^{J-j}} + (1-r) \right) \\
&> \sum_{i+j=t} C_{i,j}.
\end{aligned}$$

Viimeinen epäyhtälö pitää paikkansa, koska yleensä lukujonon $(\delta_j)_j$ arvot ovat keskittyneemmät kuin lukujonon $(\gamma_j)_j$ arvot,

$$\sum_{k=0}^j \delta_k > \sum_{k=0}^j \gamma_k, \quad j = 0, \dots, J-1,$$

koska vahigot ilmoitetaan ennen kuin niistä maksetaan korvauksia.

NY-menetelmä voi yliarvioida varauksen myös ilman oletusta positiivisesta inflaatiosta [23]. Tämä johtuu siitä, että usein laskentahetken jälkeen avoimena olevien vahinkojen keskimääräinen suuruus eroaa laskentahetkeä edeltävän vuoden aikana avoimena olleiden tai sen aikana selvitettyjen vahinkojen keskimääräisestä suuruudesta. Tyypillisesti edelleen avoimena olevat vahingot ovat keskimäärin suurempia kuin jo selvitettyt vahingot. Myös oletus siitä, että vahinkojen selvittelykulut suhteessa vahingon suuruuteen ovat samoja riippumatta vahingon koosta, on epärealistinen. Yksinkertaistaen 1 miljoonan euron vahingon selvittäminen ei ole yleensä 100 kertaa kalliimpaa kuin 10 000 euron vahingon selvittäminen. Vahingon selvittelykulujen suhde vahingon suuruuteen on todennäköisemmin vähenevä ja epälineaarinen. Sovellettaessa NY-menetelmää run-off-kantoihin tulee lisäksi huomioida, että käsittelykuluja aiheuttavat vahingot ovat usein kaikkein monimutkaisimpia tapauksia, jotka voivat selvitä hitaasti, ja voivat vaatia asiantuntijoita, joiden palkkakustannukset ovat keskimääräistä suurempia. Lisäksi kiinteiden kulujen osuus kasvaa ajan myötä, joka johtaa NY-menetelmän oletuksia hitaampaan kulujen laskuun.

Solvensi II laskuharjoitusten teknisissä liitteissä annetaan mahdollisuus käyttää tätä menetelmää yksinkertaistuksena kulujen kassavirtojen estimoinnissa. Kertoimeksi r asetetaan 50%. Yksinkertaistuksen käyttö on ollut sallittua, jos kulujen voi olettaa olevan verrannollisia korvausvastuuseen, suhde on ajallisesti vakaa ja kulut jakaantuvat tasaisesti yli kaikkien vakuutus-sopimuksiin liittyvien vastuiden elinajan. Edellä käsitellyt menetelmän heikkoudet huomioiden asettujen ehtojen toteutuminen on vähimmäisvaatimus NY-menetelmän käytölle. Taulukon 1. perusteella lakisääteisessä tapaturmavakuutuksessa nämä vaatimukset voisivat toteutua tarpeeksi suurella vakuutuskannalla.

Esitettyssä yksinkertaistuksessa selvittelykuluvaraus lasketaan vakuutusluokakohtaisesti (Line of Business, LoB) seuraavasti. Selvittelykuluvaraus tarkasteluhetkellä t on

$$\hat{R}_t = \tilde{\rho} \cdot (R_t^{IBNR} + r \cdot R_t^{Rep}), \tag{4.1}$$

jossa $\tilde{\rho}$ on keskiarvo menneistä havaituista kulusuhteista $\rho_s = C_s/X_s$.

4.3.2 Muita menetelmiä

Johnson [15] esitteli vahinkojen käsittelyaktiiviteettia kuvaavana suurena painotetun laskentahetkellä avointen vahinkojen lukumäärän \bar{N} . Painotetulla avointen vahinkojen lukumäärällä tarkoitetaan laskentahetkellä avointen vahinkojen $N_{\ell,t}$ ja vuoden aikana avattujen vahinkojen lukumäärän summaa $N_{a,t}$. Vahinkojen selvittelykulut tilivuoden aikana C_t suhteutetaan tähän lukumäärään,

$$\rho_t = \frac{C_t}{N_{\ell,t} + N_{a,t}}.$$

Oletuksena on, että vahinkojen käsittely on noin kaksi kertaa kalliimpaa ilmoitusvuonna kuin seuraavina vuosina ja vahingot suljetaan selvittämisvuotensa alussa. Edelleen otetaan, että suhde ρ on vakio kaikina tilivuosina t eli $\rho_t = \rho$. Tällöin vakio ρ voidaan estimoida havaituista suhteista ρ_t . Tulevina vuosina käytettävissä suhteissa $\hat{\rho}$ voidaan myös tarvittaessa ottaa huomioon havaituissa suhteissa havaitut trendit. Tämän jälkeen ennustetaan vahinkojen lukumäärät $N_{\ell,t}$ ja $N_{a,t}$ tulevaisuudessa. Vahinkojen lukumäärästä käytettävä aineisto voidaan todennäköisesti jakaa sattumis- ja kehitysvuosittain, joten lukumäärien ennustamiseen voidaan käyttää tavanomaisia menetelmiä kuten CL-menetelmää tai Poisson-mallia yliajonnalla. Kulujen ajoittuminen voi poiketa käytännössä tämän menetelmän oletuksista, esimerkiksi vahingon viimeisenä vuotena voi aiheutua muita vuosia suurempia kuluja.

4.4 Selvittelykuluvarauksen tason tarkastelu

Selvittelykuluvarauksen tasoa ja sen järkevyyttä tulisi seurata, kuten muunkin vastuuvelan riittävyttä. Käyttäen edellä esiteltyä merkintätapaa olkoon $\mathcal{R}_t^0(\mathbf{X}_{t+1})$ paras estimaatti tuleville selvittelykuluille hetkellä t . Jos vakuutusyhtiö hankkii sitä vastaavan sijoitusomaisuuden hetkellä t , sen arvo on vastaavasti $V_t = \sum_{k=t}^n E[\Lambda^k | \mathcal{T}_t] U_t^k$. Hetkellä $t+1$ sijoitusten arvo on $V_{t+1} = \sum_{k=t+1}^n E[\Lambda^k | \mathcal{T}_t] U_{t+1}^k$, jolla on katettava vastuu hetkellä $t+1$, $X_{t+1} + \mathcal{R}_{t+1}^0(\mathbf{X}_{t+2}) = Q_{t+1}^0[\mathbf{X}_{t+1}] = \sum_{k=t+1}^n E[\Lambda^k | \mathcal{T}_{t+1}] U_{t+1}^k$, eli hetkellä $t+1$ maksettujen korvausten ja tulevan vastuun summa.

Selvittelykuluvarauksen kehitykseksi (Claims Development Result, CDR) hetkellä $t+1$ määritellään

$$CDR_{t+1}(\mathbf{X}_{t+1}) = V_{t+1} - Q_{t+1}^0[\mathbf{X}_{t+1}] = \sum_{k=t+1}^n (E[\Lambda^k | \mathcal{T}_t] - E[\Lambda^k | \mathcal{T}_{t+1}]) U_{t+1}^k.$$

Jos CDR-arvoista muodostetaan aikasarja, voidaan siitä tehdä päätelmiä käytettyjen varausmenetelmien sopivuudesta. Samalla voidaan seurata vastuuvelan katteen yhteensopivuutta vastuuvelan kanssa. Koska ehdollisen todennäköisyyden ominaisuuksista seuraa, että

$$E[CDR_{t+1}(\mathbf{X}_{t+1}) | \mathcal{F}_t] = 0,$$

tulisi havaitun aikasarjan heilahdella nollan ympärillä. Tästä tilastollisesti merkittävien poikkeamien tulisi johtaa muutoksiin varausmenetelmissä.

5 Yhteenveto

Vakuutusyhtiön vastuuelan on aina oltava riittävä, vakuutusyhtiön on pystyttävä selviytymään kaikista tulevista taloudellisista velvoitteistaan. Vastuuvelkaan sisältyviin vakuutusso-
pimuksista aiheutuviin velvoitteisiin kuuluvat vahinkojen selvittelykulut. Niissä kyse on jo
sattuneiden vahinkojen selvittelystä tulevaisuudessa aiheutuvista kuluista.

Kaikista vakuutusso-
pimuksista ja vahingoista aiheutuu käytännössä kassavirta vähintään so-
pimusta ja vahinkoa käsiteltäessä syntyvistä kuluista. Syntyvät vahinkojen selvittelykulujen
ja muun korvausmenon kassavirrat vaihtelevat merkittävästi vakuutuslajista riippuen samoin
kuin niihin liittyvä epävarmuus. Lisäksi selvittelykulujen ja liikekulujen muutokset tapahtuvat
usein eri tahdissa ja eri syistä kuin korvausmenon muutokset.

Kustannuksia, jotka aiheutuvat vakuutustoiminnan harjoittamisesta, kirjataan kuluiksi riip-
puen sovellettavista yhtiön taloudellisen tilan raportointia koskevista säädöksistä. Vakuutus-
yhtiö voi samanaikaisesti raportoida useampien määrittelyjen mukaan. Tällä hetkellä Suomessa
voimassa olevaa sääntelyä laajentavat vuonna 2016 voimaantuleva Solvenssi II -lainsäädäntö
sekä kansainvälinen, vielä luonnosvaiheessa oleva, vakuutusso-
pimusten IFRS-raportointi.

Selvittelykuluvarauksen arvioinnissa huomioitavia tekijöitä ovat varauksen olennaisuus suh-
teessa muuhun vastuuelkaan, varauksen herkkyyks tehtyjen oletusten suhteen ja kuluista käy-
tettävissä olevan aineiston laatu. Selvittelykuluvarauksen määrittämiseksi valitusta menetel-
mästä riippumatta tarvitaan aina tietoja menneistä toteutuneista kuluista. Menetelmät, joil-
la varaus määritetään, jakautuvat kahteen pääluokkaan. Osa menetelmistä ennustaa suoraan
kulujen tulevat kassavirrat, toiset menetelmät käyttävät jonkin toisen kassavirran ennustetta
apuna tulevien kulujen estimoinnissa.

Selvittelykuluvaraus muodostaa usein suhteellisen pienen osuuden koko vastuuelasta. Jos li-
säksi vakuutusliikkeen ja kulujen kehitys on tasaista, on perusteltua käyttää selvittelykuluva-
rauksen määrittämisessä yksinkertaisia oletuksia ja menetelmiä. Tällaisessa tilanteessa selvit-
telykuluvaraus määritetään usein osuutena kollektiivisesta korvausvastuusta.

On kuitenkin tilanteita, jolloin selvittelykuluvarauksen määrittämiseen on syytä kiinnittää eri-
tyistä huomiota. Run-off -kannoissa selvittelykuluvarauksen riittävyys voi vaikuttaa merkittä-
västi kantaan liittyvän vakuutusliikkeen tulokseen. Vakuutuslajeissa, joissa vahingot selviävät
hitaasti, selvittelykulujen lopulliseen määrään liittyy huomattavaa epävarmuutta. On myös
vakuutuslajeja, joissa tietyt vaiheet vahinkojen selvittelyssä vaativat paljon resursseja. Esimer-
kiksi vahingon korvattavuuden määrittäminen voi kestää ajallisesti useampia viikkoja myös
hylättävien vahinkojen osalta. Tällöin tämä tulee huomioida selvittelykulujen selviämiskau-
massa, ja arvioidut kassavirrat voivat erota ajoitukseltaan merkittävästi muun korvausvastuun
kassavirtaestimaateista. Tarkempi selvittelykuluvarauksen määrittäminen käytännössä edellyt-
tää kuluselvityksen tekemistä liiketoiminnan kuluista ja niiden jakautumisesta yhtiön sisällä
eri liiketoiminnoille.

Kirjallisuutta

- [1] Borch, K. Application of game theory to some problems in automobile insurance. *Astin Bulletin*, 2, 208-221, 1962.
- [2] Bornhuetter, R. L. ja Ferguson, R. E. The Actuary and IBNR. *Proc. Cas. Act. Soc.*, LIX, 181-195, 1972.
- [3] Buchwalder, M., Bühlmann, H., Merz, M. ja Wüthrich, M. V. Estimation of unallocated loss adjustment expenses. *Bull. Swiss Association of Actuaries*, vol. 1, 43-53, 2006.
- [4] Czapiewski, C. J. W. Why Solvency II impacts run-off so much. *Run Off & Restructuring* 41, 23-26, 2012.
- [5] Daykin, C. D., Pentikäinen, T. ja Pesonen, M. *Practical Risk Theory for Actuaries*. Chapman & Hall, 1994.
- [6] Deemer, P. B. “Adjusting & Other” Reserves According to the “Loss-Activity Method”. CAS Forum Fall, 2006.
- [7] EIOPA. Revised Technical Specifications for the Solvency II valuation and Solvency Capital Requirements calculations (Part I). EIOPA-DOC-12/467, 21 December 2012.
- [8] EIOPA. Technical Specification on the Long Term Guarantee Assessment (Part I). EIOPA-DOC-13/061, 28 January 2013.
- [9] Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/138/EY, annettu 25. päivänä marraskuuta 2009, vakuutus- ja jälleenvakuutustoiminnan aloittamisesta ja harjoittamisesta (Solvenssi II).
- [10] EU. http://ec.europa.eu/internal_market/insurance/solvency/future/index_en.htm. 30.1.2014.
- [11] Finanssivalvonta. Määräykset ja ohjeet 14/2012. Kirjanpitoa, tilinpäätöstä ja toimintaker- tomusta koskevat määräykset ja ohjeet: Vakuutusyhtiöt, työeläkevakuutusyhtiöt, vakuu- tusyhdistykset, vakuutusomistusyhteisöt, kolmannen maan vakuutusyhtiöiden sivuliikkeet ja lailla perustetut eläkelaitokset. FIVA 7/01.00./2012. 13.12.2012.
- [12] Finanssivalvonta. Selvitys lakisääteisen tapaturmavakuutuksen kannattavuudesta 2003- 2012. 2.9.2013.
- [13] Finanssivalvonta. <http://www.finanssivalvonta.fi/fi/Saantely/Saantelyhankkeet/Solvenssi>. 13.2.2014.
- [14] IASB. Insurance contracts, Exposure draft ED/2013/7. IFRS Foundation, June 2013.
- [15] Johnson, W. Determination of outstanding liabilities for unallocated loss adjustment ex- penses. *Proceedings CAS V76*, 111-125, 1989.

- [16] Kallenberg, O. *Foundations of modern probability*, toinen painos. Springer-Verlag, 2002.
- [17] Karonen, S. Vahinkovakuutusyhtiön vahingonhoito- ja liikekulujen kohdistaminen vakuutusmaksuihin. SHV-työ, 22.12.2006.
- [18] Ketokivi, M. *Tilastollinen päättely ja tieteellinen argumentointi*. Gaudeamus, 2011.
- [19] Kittel, J. Unallocated loss adjustment expense reserves in an inflationary economic environment. CAS Discussion Paper Program, 311-331, 1981.
- [20] Lemaire, J. An application of game theory: cost allocation. Astin Bulletin, 14, 61-81, 1984.
- [21] Liu, H. ja Verrall, R. J. Predictive distributions for reserves which separate true IBNR and IBNER claims. ASTIN Bull. 39, 35-60, 2009.
- [22] Lloyd's ULAE Working Party (chairman Andrew Newman). Unallocated loss adjustment expense provisions. 1999.
- [23] Mango, D. ja Allen, C. Two alternative methods for calculating the unallocated loss adjustment expense reserve. CAS Forum Fall, 1999.
- [24] Pesonen, M. Suurten lukujen laki ja vahinkovakuutusriskien todellinen luonne. 2006
- [25] Rietdorf, N. ja Jessen, A. H. Provisions for loss adjustment expenses. 40th Astin Colloquium Madrid, 2011.
- [26] Ropponen, S. *Kollektiivinen korvausvastuu*. 2010.
- [27] Schnieper, R. Separating true IBNR and IBNER claims. ASTIN bull. 21, 111-127, 1991.
- [28] Sottinen, T. *Rahoitusteoria*. 2005.
- [29] Sottinen, T. *Todennäköisyysteoria*. 2006.
- [30] Spalla, J. S. Using claim department work measurement systems to determine claim adjustment expense reserves. Proceedings of the Casualty Actuarial Society LXXXVIII, 64-115, 2001.
- [31] Wüthrich, M. V. ja Merz, M. *Stochastic Claims Reserving Methods in Insurance*. Wiley, 2008.
- [32] Wüthrich, M. V. ja Merz, M. *Financial modeling, actuarial valuation and solvency in insurance*. Springer, 2013.

A IBNR- ja IBNeR-varausten erottelu

Tämä liite käsittelee korvausvastuun estimointia erikseen uusille tuntemattomille vahingoille (IBNR) ja jo ilmoitettujen vahinkojen varauksien muutoksille (IBNeR) Schnieperin [27] ja Liun ja Verrallin [21] esittämien mallien mukaisesti. Liu ja Verrall ovat muotoilleet Schnieperin alkuperäisen mallin muodossa, joka mahdollistaa ennustejakauman simuloinnin bootstrapmenetelmällä.

Oletetaan, että käytössä oleva korvausmenoaineisto $I_{i,j}$ voidaan jakaa sattumis- (i) ja kehitysvuosittain (j). Kaikkien vahinkojen oletetaan myös selviävän viimeistään J :n kehitysvuoden kuluessa. Lisäksi oletetaan, että korvausmeno voidaan jakaa uusiin ja vanhoihin vahinkoihin seuraavasti. Korvausmenon muutos ($I_{i,j} - I_{i,j-1}$) on summa kehitysvuosina $k < j$ ilmoitettujen vahinkojen korvausmenon muutoksesta ($-D_{i,j}$) ja kehitysvuonna j ilmoitettujen vahinkojen korvausmenon muutoksesta ($N_{i,j}$), eli

$$I_{i,j} - I_{i,j-1} = -D_{i,j} + N_{i,j}.$$

Tämän lisäksi oletetaan olevan olemassa riskimitta E_i jokaiselle sattumisvuodelle, joka kuvaa kyseisen sattumisvuoden riskialtistusta samantapaisesti kuin Bornhuetter-Ferguson -menetelmässä (BF) [2].

Mallin oletukset ovat seuraavat:

SCHNIEPER: Korvausmenon komponenttien $N_{i,j}$ ja $D_{i,j}$ odotusarvoille on voimassa

$$E[N_{i,j} | I_{i,j-1}] = E_i \cdot \lambda_j$$

ja

$$E[D_{i,j} | I_{i,j-1}] = I_{i,j-1} \cdot \delta_j.$$

Oletuksista ensimmäinen on samantapainen kuin BF-menetelmässä ja jälkimmäinen muistuttaa CL-menetelmän oletuksia, joten kyseessä on näiden kahden tunnetun menetelmän oletuksia hyödyntävä ja keskenään sekoittava malli. Parametrit λ_j ja δ_j estimoidaan havaintoaineistosta.

Variansseille pätee

$$Var[N_{i,j} | I_{i,j-1}] = E_i \cdot \sigma_j^2$$

ja

$$Var[D_{i,j} | I_{i,j-1}] = I_{i,j-1} \cdot \tau_j^2.$$

Tämä oletus määrittelee vain satunnaismuuttujien varianssit, ei koko jakaumaa. Tämän takia oletuksen perusteella ei voida estimoida ennustejakaumaa, vaikka estimaattien ja ennustevirheiden keskihajonnat pystytäänkin estimoimaan.

Lisäksi oletetaan, että sattumisvuodet ovat toisistaan riippumattomia, eli

$$\left\{ N_{i,j}, D_{i,j} \mid i = 0, \dots, J; j = 0, \dots, J \right\}$$

ovat riippumattomia eri sattumisvuosien välillä.

LIU-VERALL: Korvausmenon komponentit ovat ehdollisesti normaalijakautuneita,

$$\frac{N_{i,j}}{E_i} \mid I_{i,j-1} \sim \mathcal{N}(\lambda_j, \frac{\sigma_j^2}{E_i})$$

ja

$$\frac{D_{i,j}}{I_{i,j-1}} \mid I_{i,j-1} \sim \mathcal{N}(\delta_j, \frac{\tau_j^2}{E_i}).$$

Tehty jakaumaoletus on lähimpänä Schnieperin alkuperäisiä oletuksia, koska odotusarvo ja varianssi riittävät normaalijakauman yksikäsitteiseen määrittämiseen. Toinen mahdollinen jakaumaoletus olisi Poissonin jakauma ylihajonnalla, $\frac{N_{i,j}}{E_i} \sim ODP(\lambda_j)$.

Kaikissa tapauksissa parametrien harhattomat estimaatit ovat samoja. Liun ja Verrallin mallin yhteydessä estimaatit voidaan johtaa suurimman uskottavuuden menetelmällä, myös olettaessa vaihtoehtoisesti jakaumaksi Poissonin jakauma ylihajonnalla.

$$\hat{\lambda}_j = \frac{\sum_{i=1}^{J+1-j} N_{i,j}}{\sum_{i=1}^{J+1-j} E_i}, \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

$$\hat{\delta}_j = \frac{\sum_{i=1}^{J+1-j} D_{i,j}}{\sum_{i=1}^{J+1-j} I_{i,j-1}}, \quad j = 2, 3, \dots, J,$$

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{1}{J-j} \sum_{i=1}^{J+1-j} \frac{1}{E_i} (N_{i,j} - \hat{\lambda}_j E_i)^2, \quad j = 1, 2, \dots, J-1,$$

ja

$$\hat{\tau}_j^2 = \frac{1}{J-j} \sum_{i=1}^{J+1-j} \frac{1}{I_{i,j-1}} (D_{i,j} - \hat{\delta}_j I_{i,j-1})^2, \quad j = 2, 3, \dots, J-1.$$

Saatuja estimaatteja voidaan hyödyntää laskettaessa lopullista sattumisvuosittaista korvausmenoa $\hat{I}_{i,J}$, jolle saadaan seuraava rekursiivinen kaava.

$$\begin{aligned} \hat{I}_{i,J} &= E[I_{i,J} \mid I_{i,J-i+1}] \\ &= I_{i,J-i+1} (1 - \delta_{J-i+2}) \cdots (1 - \delta_J) \\ &\quad + E_i [\lambda_{J-i+2} (1 - \delta_{J-i+3}) \cdots (1 - \delta_J) + \lambda_{J-i+3} (1 - \delta_{J-i+4}) \cdots (1 - \delta_J) + \dots + \lambda_J]. \end{aligned}$$

Yksi pääsystä stokastisten mallien käyttämiselle on, että ne mahdollistavat ennustevirheiden ja ennustejakaumien estimoinnin. Tällöin voidaan näitä jakaumia hyödyntämällä muodostaa

vakavaraisuussäännösten vaatimat tulevaisuuden kassavirtojen todennäköisyyksillä painotetut keskiarvot ja arvioida saatujen estimaattien luotettavuutta.

Yleisesti ennustettaessa satunnaismuuttujan Y arvoa ennusteella \hat{Y} , ennusteen keskineliövirhe on

$$MSEP(Y) = E[(Y - \hat{Y})^2],$$

jota voidaan approksimoida prosessivarianssin $Var(Y)$ ja estimointivarianssin $Var(\hat{Y})$ summalla seuraavasti

$$MSEP(Y) \approx Var(Y) + Var(\hat{Y}).$$

Ennustevirhe saadaan ennusteen keskineliövirheen neliöjuurena.

Liu ja Verrall ovat johtaneet tavan laskea ennustevirhe tässä käsitellylle mallille käyttäen bootstrap-menetelmää. Johtavana ajatuksena on luoda uusia aineistokolmioita, jotka edustavat mallin oletusten mukaista todennäköisyysjakaumaa. Jokaisesta uudesta aineistosta estimoidaan mallin parametrit ja niiden mukainen lopullisen korvausmenon ennuste. Kun uusia aineistoja ja ennusteita on luotu riittävä määrä, voidaan esimerkiksi lopullisen korvausmenon estimointivirhe arvioida suoraan laskettujen ennusteiden otosjakaumasta. Prosessivirheen estimointiin tarvitaan vielä lisäksi simulointi mallin prosessijakauman mukaisesti.

Uusi aineisto generoidaan käyttäen ns. skaalattuja Pearsonin residuaaleja. Määritellään suureet $f_{i,j} = \frac{N_{i,j}}{E_i}$ ja $g_{i,j} = \frac{D_{i,j}}{I_{i,j-1}}$. Näiden residuaalit ovat

$$r_{i,j} = \frac{\sqrt{E_i}(f_{i,j} - \hat{\lambda}_j)}{\hat{\sigma}_j}$$

ja

$$s_{i,j} = \frac{\sqrt{I_{i,j-1}}(g_{i,j} - \hat{\delta}_j)}{\hat{\tau}_j}.$$

Näistä residuaaleista muodostetaan otannalla takaisinpanolla residuaalien bootstrap-otokset, $r_{i,j}^B$ ja $s_{i,j}^B$ ($i = 1, 2, \dots, J; j = 1, 2, \dots, J - i + 1$). Uusi aineisto muodostetaan käänteismuunnoksella residuaalien määritelmistä

$$f_{i,j}^B = r_{i,j}^B \frac{\hat{\sigma}_j}{\sqrt{E_i}} + \hat{\lambda}_j$$

ja

$$g_{i,j}^B = s_{i,j}^B \frac{\hat{\tau}_j}{\sqrt{I_{i,j-1}}} + \hat{\delta}_j.$$

Jokaiselle bootstrap-otokselle muodostetaan ensin omat parametriestimaattinsa $\tilde{\lambda}_j$ ja $\tilde{\delta}_j$

$$\hat{\lambda}_j = \frac{\sum_{i=1}^{J-j+1} f_{i,j}^B N_{i,j}}{\sum_{i=1}^{J-j+1} E_i}$$

ja

$$\hat{\delta}_j = \frac{\sum_{i=1}^{J-j+1} g_{i,j}^B D_{i,j}}{\sum_{i=1}^{J-j+1} I_{i,j-1}},$$

joita käyttäen voidaan laskea bootstrap-otoksen mukainen arvo lopulliselle sattumisvuosittaiselle korvausmenolle $\tilde{I}_{i,J}^B$ edellä esitetyn rekursiivisen kaavan avulla.

Jotta otettaisiin huomioon myös prosessivirhe ja sen myötä voitaisiin muodostaa estimaatit ennustevirheelle ja ennustejakaumalle, viimeisenä vaiheena simuloidaan suureet

$$\frac{N_{i,j}}{E_i} \Big| I_{i,j-1} \sim \text{Normal}(\tilde{\lambda}_j, \frac{\sigma_j^2}{E_i})$$

ja

$$\frac{S_{i,j}}{I_{i,j-1}} \Big| I_{i,j-1} \sim \text{Normal}(\tilde{\delta}_j, \frac{\tau_j^2}{I_{i,j-1}}).$$

Simuloituja arvoja $\tilde{D}_{i,j}$ ja $\tilde{N}_{i,j}$ käyttäen muodostetaan arvot $\tilde{I}_{i,j} = I_{i,j-1} - \tilde{D}_{i,j} + \tilde{N}_{i,j}$ jokaiselle simulointikierrökselle. Näin saatujen arvojen $\tilde{I}_{i,j}$ avulla voidaan muodostaa lopullisen korvausmenon ennustejakauma.