

Riitta Aitio

**SOPIMUS/VAHINKOKOHTAINEN VARAUSLASKENTA
JÄLLEENVAKUUTUKSESSA:**

KAHDEN MENETELMÄN EMPIIRISTÄ TARKASTELUA

SHV-harjoitustyö
14.11.1996

Summary

In this paper different problems in reinsurance business claims reserving are described: Delay factors, inflation, portfolio transfers and problems with data.

Two different reserving methods are discussed. They can be used for treaty by treaty reserving. One is called "STM Method" which is a modification of the method originally created by the Ministry of Social Affairs and Health in Finland. A reference curve for the loss ratio of a treaty is estimated and that will be used to evaluate the ultimate loss ratio of a treaty. The other is the application of Craighead curve fitting method by P N Matthews. This stems from the modelling of development of losses or loss ratios to an exponential curve. The parameters of the curve have important and meaningful role in the modelling.

The applicability of the methods are analyzed with several examples of the real world problems described above. Lots of graphics are used to illustrate the features of the methods.

SISÄLTÖ

1. Yleistä
2. Menetelmien kuvaus
 - 2.1. STM:n menetelmä
 - 2.2. Craigheadin menetelmä
3. Reaalimaailman ongelmat
 - 3.1. Viiveet vahingon selviämisessä
 - 3.1.1. Ensivakuutusliikkeen aikaviiveet
 - 3.1.2. Vakuuttamisjärjestelyt
 - 3.1.3. Vahinkoilmoitukset
 - 3.1.4. Vahinkojen myöhäinen ilmeneminen
 - 3.1.5. Juridiikka
 - 3.2. Muut reaalimaailman ongelmat
 - 3.2.1. Inflaatio
 - 3.2.2. Portfoliosiirrot
 - 3.2.3. Data
4. Menetelmien kyky selviytyä reaalimaailman ongelmista
 - 4.1. Viiveet vahingon selviämisessä
 - 4.2. Historian pituus
 - 4.3. Muutokset merkintävuositasolla
 - 4.4. Muut reaalimaailman ongelmat
 - 4.4.1. Inflaatio
 - 4.4.2. Portfoliosiirrot
 - 4.4.3. Data
5. Modifikaatioita menetelmille
6. Yhteenveto

Kirjallisuutta

1. Yleistä

Ulkomaisen jälleenvakuutuksen tappiollisuus on ajanut monet yhtiöt sekä Suomessa että ulkomailla run off-tilaan viime vuosien aikana. Run off-yhtiöllä tarkoitetaan vakuutusyhtiötä, joka ei enää merkitse uutta liikettä, vaan hoitaa aiemmin merkittyä vakuutuskantaa olematta kuitenkaan selvitystilassa tai konkurssissa. Run off-yhtiön tavoitteena on yleensä vakuutuskannan mahdollisimman nopea ja samalla itselle edullinen alasajo: vastuista pyritään pääsemään eroon kommutoimalla jäljellä olevat aktiivisopimukset. Kommutaatiolla tarkoitetaan sopimusta, jonka mukaan jälleenvakuuttaja vapautuu kaikesta enemmästä vastuusta suorittamalla erikseen sovittu korvausmäärän kerralla jälleenvakuutuksenottajalle. Kommutaatiot ovat pakottaneet yhtiöt miettimään varauslaskentaa sopimustasolla. Useimmilla suomalaisilla vakuutusyhtiöillä lienee tilinpäätöslaskennassa käytössä pääosin kollektiivikertoimiin perustuva varausmenettely, jolloin kokonaisen kannanosan vastuuvélka arvioidaan yhtenä kokonaisuutena. Sopimuksittain on varattuna vain poikkeuksellisen suuret tai muuten erityisasemassa olevat sopimukset. Työssä esitellään kaksi erilaista sopimuskohtaista varausmenettelyä, joilla yksittäisen sopimuksen kommutaatiohintaa voidaan arvioida.

Jos yhtiö käyttää tilinpäätöksessä kollektiivista varauslaskentamenetelmää, on yksittäisen kommutaation tulosvaikutus hankalasti arvioitavissa. Lisäksi kommutaation tulosvaikutus voi olla yllättävä. Oletetaan, että varauskertoimet lasketaan omasta aineistosta. Koska kommutaatiot saattavat aiheuttaa huomattaviakin piikkejä kollektiivimassan korvauskäyttäytymiseen, on kommutoidut sopimukset yleensä poistettava varauskerrointen laskennasta. Kuvitellaan yksittäisen sedentin eli jälleenvakuutuksenottajan kaikkien sopimusten kommutaatiota. Jos sopimuksia on paljon ja ne ovat olleet vahinkosuhteeltaan keskimääräistä parempia, nostaa kommutaatio jäljellä olevan kollektiivikannan varauskertoimia. Varauskertoimien kasvu saattaa olla jopa niin voimakasta, että kommutaation tulosvaikutus on negatiivinen, vaikka kommutaatiohinta olisi nolla eli kyseisten sopimusten vastuuvélka nollattaisiin ilman korvausta. Saatetaan joutua yllättäviin tilanteisiin, joissa kollektiivikannan varaamisperusteet on mietittävä uudelleen.

2. Menetelmien kuvaus

2.1. STM:n menetelmä

STM:n 8.12.1980 annetun yleiskirjeen n:o 1449/450/80 liitteen 12 mukainen menetelmä modifioituna siten että korvaussuhteen kertymäfunktiota F_x jatketaan äärettömyyteen nimetään tässä yhteydessä "STM:n menetelmäksi". Oletetaan, että meillä on

arvioitavana yksittäisen sopimuksen jäljellä oleva vastuovelka. Tutkitaan kyseisen sopimuksen muoto (Quota Share, Surplus, Facultative, XL, SL, ...), vakuutuslaji (palo, vastuu, laivakasko, lentokasko, lentovastuu,...), sedentin kotimaa, riskialue jne ja pyritään esim. omasta tilastoaineistosta poimimaan vastaavanlaisten sopimusten maksujen ja korvausten kertymistä kuvaavat run off-matriisit mahdollisimman pitkältä ajanjaksolta taaksepäin. Matriisit muodostetaan kantavuositain ja kirjanpito vuosittain (oman kirjanpito vuoden mukaan) tai sedentin kirjanpito vuoden (accounting year) mukaan luokiteltuina. Jatkossa termit kantavuosi, merkintävuosi, Underwriting Year ja uy ovat synonyymejä. Sedentin kirjanpito vuosi on yleensä parempi sarakeluokittelija kuin oma kirjanpito vuosi. Tällöin mahdolliset viiveet omassa kirjanpidossa eivät ole häiritsemässä maksujen ja korvausten kertymäfunktioita. Tavoitteena on, että aineisto on homogeeninen, mutta kuitenkin tarpeeksi runsas mallittamaan kyseisen sopimusjoukon keskimääräistä käyttäytymistä. Maksu- ja korvauskolmioista lasketaan STM:n yleiskirjeen liitteen 12 menetelmällä korvausten selviämistä kuvaavat korvaussuhteet $f_X(0), f_X(1), \dots, f_X(T-1), f_X(T)$, kun T on käytettävissä olevien kirjanpito vuosien lukumäärä. Tähän havaintoaineistoon $f_X(t)$ sovitetaan pienimmän neliösumman menetelmällä eksponenttifunktio $a \cdot e^{bt}$. Käytännössä sovitus kannattaa tehdä laskemalla havaintojen $f_X(t)$ luonnolliset logaritmit ja sovittamalla suora $a' + b \cdot t$ näin muokattuun havaintoaineistoon. Tällöin $a = e^{a'}$.

Korvaussuhteen kertymistä kuvaava funktio $F_X(t) = \sum_{s=0}^t f_X(s)$ voidaan siis estimoida pisteissä $T+1, T+2, \dots$ seuraavasti

$$F_X(T+1) = F_X(T) + a \cdot e^{b(T+1)}$$

$$F_X(T+2) = F_X(T+1) + a \cdot e^{b(T+2)}$$

jne.

Lopullinen korvaussuhde $F_X(\infty)$ saadaan kaavalla

$$\begin{aligned} F_X(\infty) &= F_X(T) + a \cdot e^{b(T+1)} + a \cdot e^{b(T+2)} + \dots \\ &= F_X(T) + \frac{a \cdot e^{b(T+1)}}{1 - e^b}. \end{aligned}$$

Ääretön sarja $F_X(t)$ katkaistaan vuoteen N , missä $N > T$ ja asetetaan $F_X(N) = F_X(\infty)$.

Yksittäisen sopimuksen vastuuvelan arvioimiseksi lasketaan kyseisen sopimuksen osalta kantavuositain toteutuneet korvaussuhteet eli kirjatut korvaukset jaettuna kantavuoden lopullisella maksutuloarviolla (liitteen 12 B(t) tai EPI eli Estimated Premium Income). Toisaalta meillä on käytettävissä sopimuksen keskimääräinen korvaussuhteen kertymäfunktio eli pisteitten 0, $F_X(1)$, $F_X(2)$, ..., $F_X(N)$ kautta kulkeva murtoviiva. Jos tämä funktio skaalataan kulkemaan jokaisen kantavuoden osalta tuoreimman toteutuneen korvaussuhteen kautta, saadaan kullekin kantavuodelle odotettavissa olevat korvaussuhteen kasvut ja niiden avulla odotettavissa olevat korvaukset. Korvaukset saadaan sopivasti jaksotettuina mahdollista diskonttaamista varten. Edellä on puhuttu koko ajan *korvaussuhteen* tai kirjattujen *korvausten* kertymisestä, jolloin laskennan tuloksena saadaan koko jäljellä oleva vastuuvetka. Vastuuvetka jakaantuu tunnettuun korvausvastuuseen (Outstanding Losses = O/S) ja tuntemattomien vahinkojen varaukseen eli IBNRään (IBNR = Incurred But Not Reported). Jos laskenta suoritetaan *vahinkosuhteen* tai *tunnettujen vahinkojen* eli kirjattujen korvausten ja tunnetun korvausvastuun kertymän perusteella, saadaan tulokseksi pelkät IBNRt. Tällöin diskonttaamista varten on erikseen arvioitava korvausten purkautuminen eli odotettavissa oleva kassavirta.

Menetelmä siis olettaa, että ”referenssiaineiston” kaikkien kantavuosien selviämisenopeus on sama vuodesta toiseen eli eri kantavuosien vahingot kertyvät yhtä nopeasti ja että yksittäinen laskettavana oleva sopimuskin kertyy samalla tavalla kuin ”mallina” oleva aineisto. Käytännössä nämä oletukset vain hyvin harvoin pitävät paikkansa.

2.2. Craigheadin menetelmä

Kuten STM:n menetelmässäkin sopimuksen vastuuvelan arvioimiseksi siitä kirjatut korvaukset järjestetään run off-matriisiksi kantavuositain ja kirjanpitoluosittain (joko oma tai sedentin kirjanpitoluos). Aikayksikön ei välttämättä tarvitse olla vuosi. Jos sopimuksesta on saatu laskelmat puolivuositain tai neljännesvuositain, kannattaa käyttää näin ryhmiteltyä dataa. Korvaukset kirjataan matriisiin kantavuositain kirjanpitoluosuoden suhteen kumulatiivisina. Korvausten sijasta laskenta voidaan tehdä vastaavasti tunnetuille vahingoille (=kirjatut korvaukset + tunnettu korvausvastuu) tai korvaussuhteen tai vahinkosuhteen kertymälle. Laskenta suoritetaan erikseen kullekin kantavuodelle.

Kustakin kantavuodesta kertyneeseen dataan sovitetaan erikseen eksponenttifunktio:

$$y(t) = A \cdot (1 - e^{-(t/b)^c}), \quad A > 0, b > 0 \text{ ja } c > 0.$$

Kaavassa t on aika vuosina, puolivuosina tai neljännesvuosina ja $y(t)$ on kumulatiiviset korvaukset hetkellä t , $t=1,2,3,\dots$

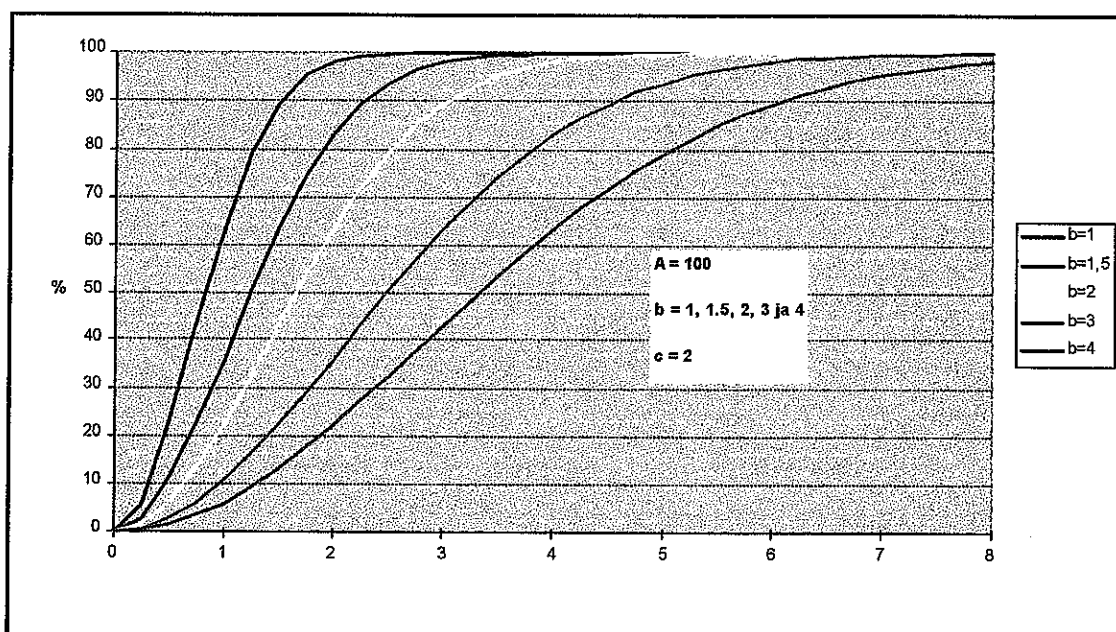
Parametreilla A, b ja c on seuraavanlainen merkitys:

A: t:n kasvaessa $y(t)$ lähestyy arvoa A eli A on lopullisen korvausmenon tai korvaussuhteen estimaatti datasta riippuen.

b: b kuvaa hännän pituutta. Pisteessä $y(b) = A \cdot (1 - e^{-1}) \approx 0.63 \cdot A$. Siis hetkellä b on korvauksista kertynyt n. 63%.

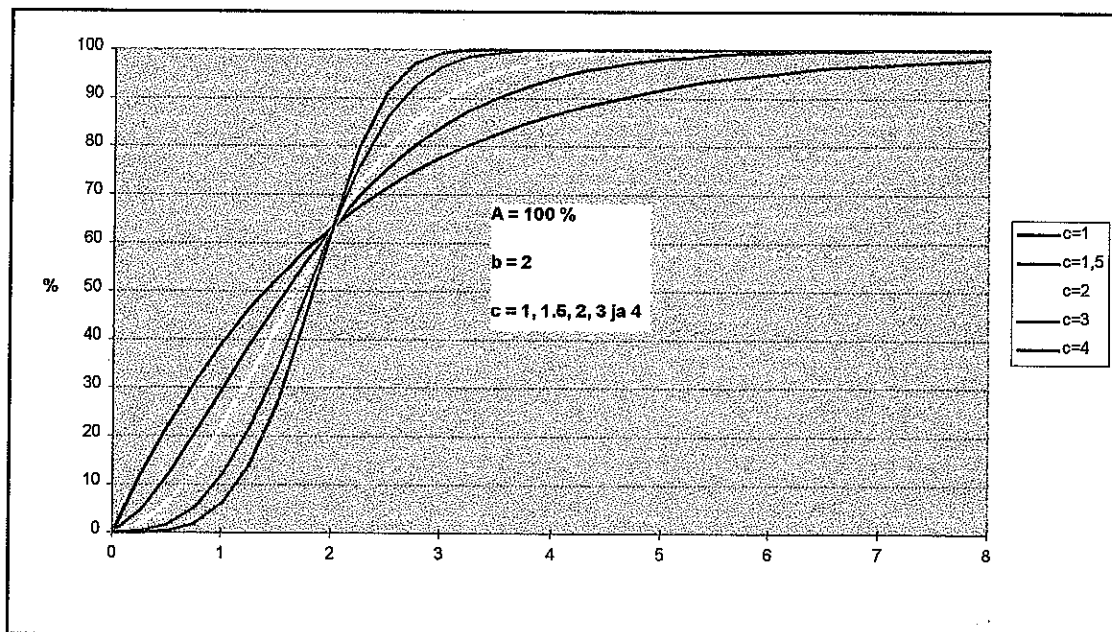
c: kuvaa kertymäkäyrän muotoa.

Edellä määriteltyä käyrää kutsutaan ”Craigheadin käyräksi”. Seuraavissa kuvissa tarkastellaan miten parametrit b ja c vaikuttavat Craigheadin käyrän muotoon. Kuviossa 1 on tarkasteltu parametrin b vaikutusta.



Kuvio 1: Varioidaan parametria b, kun parametri c on vakio (c=2)

Kuviossa 2 taas näkyy parametrin c merkitys käyrän muotoon.



Kuvio 2: Varioidaan parametria c, kun parametri b on vakio (b=2)

Sovitus tehdään pienimmän neliösumman menetelmällä minimoimalla lauseke D parametrien A, b ja c suhteen:

$$D = \sum w(t) \cdot (y(t) - y_{\text{obs}}(t))^2$$

missä $y_{\text{obs}}(t)$ = havaittu korvausten kertymä hetkellä t

$w(t)$ = paino, joka annetaan hetken t korvauskertymälle

$y(t)$ = sovitettava Craigheadin käyrä.

Painot voidaan valita mielivaltaisesti, mutta tyypillisiä painoja ovat:

- $\equiv 1$ eli kaikki havainnot yhtä painavia
- $= t$, jolloin tuoreimmat havainnot painavat enemmän kuin vanha historia
- Tuoreimman havainnon paino on 1, sitä edeltävän havainnon paino on 0.9, sitä edeltävän paino on 0.9^2 , jne.

Omien kokemusten perusteella valinta $w(t) = t^3$ on usein osoittautunut hyväksi. Tämähän painottaa tuoreita havaintoja hyvin voimakkaasti jättäen alkupään havainnot vähemmälle huomiolle. Kaikkein tuoreinta havaintoa saattaa olla syytä painottaa vielä tätäkin voimakkaammin, jotta vastuuvelaksi saataisiin ei-negatiivinen luku.

Aina ei ole välttämätöntä tehdä sovitusta joka merkintävuodelle erikseen. Tuoreille merkintävuosille sovituksen tekeminen on joka tapauksessa hankalaa, koska historiaa ei vielä ole ehtinyt kertyä tarpeeksi. Toisaalta nämä vuodet ovat vastuuvelkamielessä normaalisti kaikkein tärkeimmät. Jos sopimus on jatkunut samanlaisena vuodesta toiseen, saattaa olla perusteltua käyttää tuoreille merkintävuosille samoja b- ja c-parametreja kuin vanhemmille ja kehittyneemmille kantavuosille. Vastaavasti tietyn-tyyppiselle liikkeelle saattaa olla ominaista tietynsuuruiset b- ja c- parametrit. Lisäksi, jos b- ja c-parametrit on kiinnitetty, voidaan A-parametri ratkaista algebrallisesti:

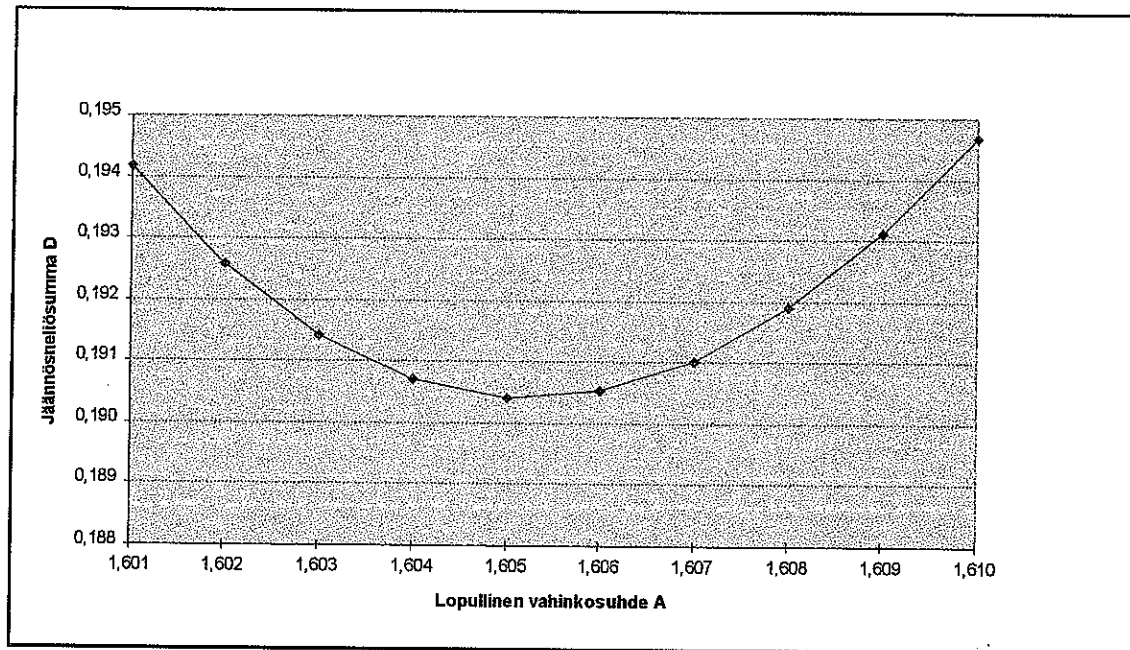
$$A = \frac{\sum w(t) \cdot (1 - e^{-(t/b)^c}) \cdot y_{\text{obs}}(t)}{\sum w(t) \cdot (1 - e^{-(t/b)^c})^2}$$

Jos b- ja/tai c-parametreja ei ole kiinnitetty, pitää minimointi suorittaa iteroimalla.

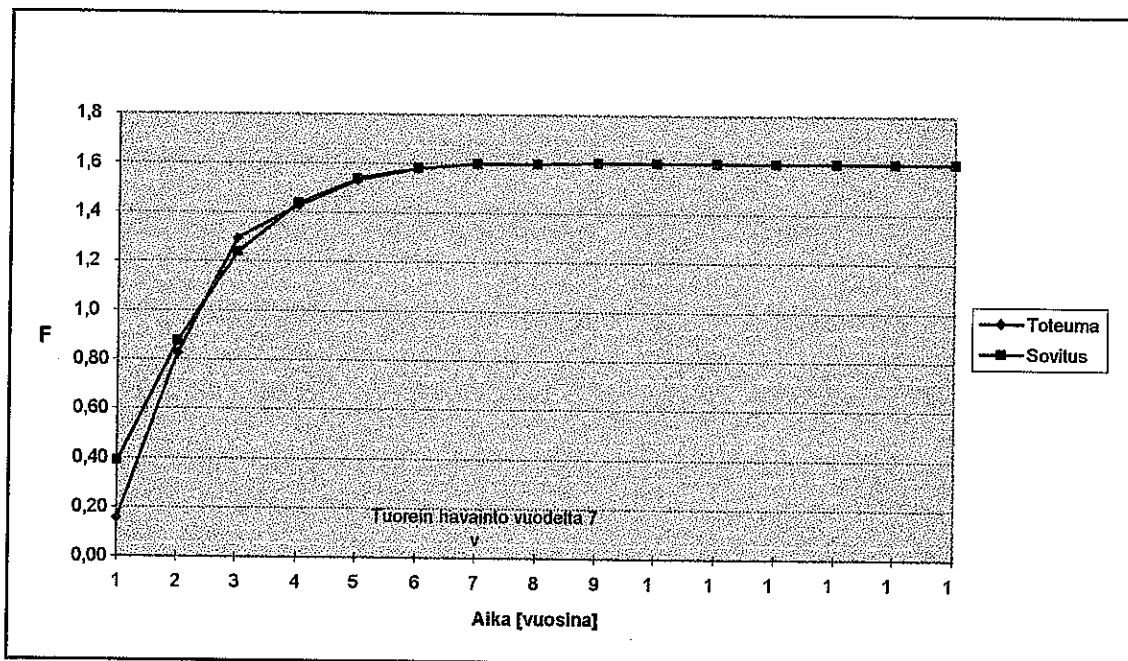
Sovituksen onnistumista voidaan arvioida piirtämällä havaintopisteet $y_{\text{obs}}(t)$ ja sovitettu käyrä samaan kuvioon.

Sovituksen onnistumista saattaa kuitenkin joskus olla hieman vaikea arvioida vain yksien parametrien A, b ja c perusteella. P. N. Matthews onkin esittänyt mielenkiintoisen esittämistavan Craigheadin menetelmälle. Varioidaan lopullista korvausmenoa A ja etsitään kullekin A:n arvolle pienimmän neliösumman mielessä parhaat mahdolliset estimaatit parametreille b ja c. Piirretään kuvio, jossa x-akselilla on tarkastellut A:n arvot ja y-akselilla vastaavastaavat D:n arvot, missä D on jäännösneliösumma:

$$D = \sum w(t) \cdot (y(t) - y_{\text{obs}}(t))^2$$



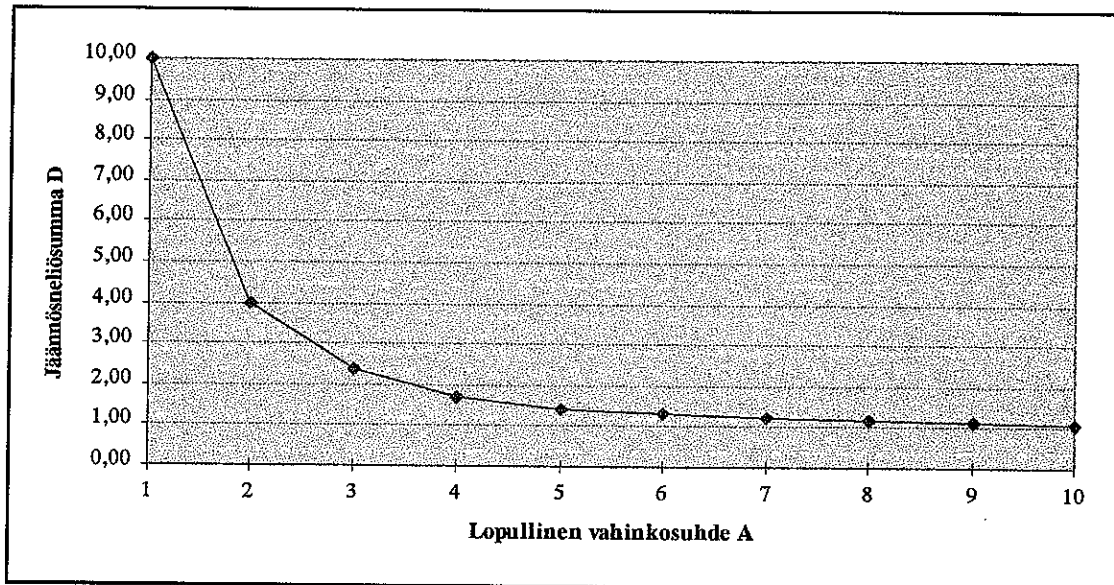
Kuvio 3: Lopulliseksi vahinkosuhteeksi A valitaan 1,605



Kuvio 4: Toteuma ja Craigheadin sovitus, kun $A=1,605$

Kuviosta 3 nähdään helposti, että paras arvio lopulliselle vahinkosuhteelle A on 1,605. Tässä pisteessä jäännösneliösumma D saavuttaa minimiarvonsa. Havaintokäyrä ja sovitus näkyvät kuviossa 4. Toisinaan käy niin, että jäännösneliösummalle ei löydy

yksikäsitteistä minimikohtaa, vaan kuvion 3 mukainen käyrä on paremminkin L:n muotoinen (ks. kuvio 5).



Kuvio 5: L:n muotoinen jäännösneliösummakäyrä

Silloin kannatta valita minimikohdaksi se A:n arvo, jossa kuvion 5 käyrä ei enää juurikaan pienene A:n kasvaessa. Kuvion 5 mukaisessa esimerkissä valinta voisi olla esimerkiksi A:n arvo 4. Kun käyrä on L:n muotoinen, saadaan joukko kohtalaisen hyviä A:n arvoja, sen sijaan että saataisiin yksikäsitteinen minimipiste. Näin käy useasti silloin kun vahinko ei vielä ole tarpeeksi kehittynyt vaan korvauskertymä tai vahinkosuhte on jatkuvasti selvässä kasvussa. Kun vahinko on tarpeeksi pitkälle kehittynyt ja kertymäkäyrässä on havaittavissa taittumista, on jäännösneliösumma U:n muotoinen ja siltä löytyy yksikäsitteinen minimikohta. Menetelmä antaa siis käyttäjälle hyvän intuitiivisen kuvan mahdollisesta A:n minimikohdasta.

Tarkastellaan vielä lyhyesti Craigheadin funktion

$$f(x) = A \cdot [1 - e^{-(x/b)^c}]$$

analyttisiä ominaisuuksia välillä $[0, \infty)$.

Funktio on välillä $(0, \infty)$ aidosti kasvava, sillä sen derivaatta

$$f'(x) = (A \cdot c/b^c) \cdot e^{-(x/b)^c} \cdot x^{c-1}$$

on positiivinen, kun $x > 0$. Lisäksi $f'(0) = 0$, kun $c > 1$.

Funktion käännepestistä:

$$f''(x) = (A \cdot c/b^c) \cdot e^{-(x/b)^c} \cdot x^{c-2} \cdot [c-1 - (c/b^c) \cdot x^c]$$

Jos $0 < c \leq 1$, niin funktiolla ei ole käännepestettä välillä $(0, \infty)$, sillä $f''(x) < 0$ eli funktio on kupera tällä välillä.

Jos $1 < c \leq 2$, niin funktiolla on käännepestä eli

$$f''(x) = 0, \text{ jos } c-1 - (c/b^c) \cdot x^c = 0$$

eli $x = b \cdot [1 - (1/c)]^{1/c}$, jolloin funktion käännepestä on

$$(x_k, y_k) = (b \cdot [1 - (1/c)]^{1/c}, A \cdot [1 - e^{-(1 - (1/c))}]).$$

Jos $c > 2$, niin funktiolla on kaksi käännepestettä: em. (x_k, y_k) ja origo.

Craigheadin funktion yhtymäkohdat todennäköisyyslaskentaan:

Jos $A=1$, Craigheadin käyrä kuvaa korvausten tai tunnettujen vahinkojen kertymän sijasta korvaussuhteen tai vahinkosuhteen kehittymistä. Tällöin Craigheadin käyrä yhtyy Weibullin todennäköisyysjakautuman kertymäfunktioon eli

$$F(x) = 1 - e^{-(x/b)^c}.$$

Tällöin tiheysfunktio $f'(x)$ on

$$f(x) = (c/b^c) \cdot x^{c-1} \cdot e^{-(x/b)^c}$$

ja momentit

$$E(X^n) = b^n \cdot \Gamma(1+n/c),$$

joten

$$E(X) = b \cdot \Gamma(1+1/c)$$

ja

$$D(X) = b^2 \cdot (\Gamma(1+2/c) - \Gamma^2(1+1/c)).$$

Moodi = 0, kun $c \leq 1$ ja moodi = $b \cdot (1-1/c)^{1/c}$, kun $c > 1$.

Jos verrataan menetelmiä keskenään, voidaan todeta, että Craigheadin menetelmässä voidaan käyrän sovitukseseen käyttää kolmea parametria, kun taas STM:n menetelmässä parametreja on vain kaksi ja c on kiinnitetty arvoon 1. Craigheadin menetelmä on siis joustavampi hännän muodon suhteen kuin STM:n menetelmä (ks. kuvio 2). Lisäksi STM:n menetelmä tarvitsee tuekseen ”referenssiaineiston”, jonka kaikki kantavuodet kehittyvät samalla nopeudella ja olettaa että yksittäinen tarkasteltavana oleva sopimus myös itse käyttäytyy referenssiaineiston mukaisesti. Craigheadin menetelmä sen sijaan antaa mahdollisuuden eri kantavuosien (tai jopa yhden kantavuoden sisällä eri vahinkojen) yksilölliselle käyttäytymiselle.

3. Reaalimaailman ongelmat

3.1. Viiveet vahingon selviämisessä

Yksi suurimmista ongelmista jälleenvakuutusliikkeen varaamisessa on vahinkojen selviämiseen liittyvät huomattavat aikaviiveet. Seuraavassa tärkeimpiä syitä näille aikaviiveille.

3.1.1. Ensivakuutusliikkeen aikaviiveet

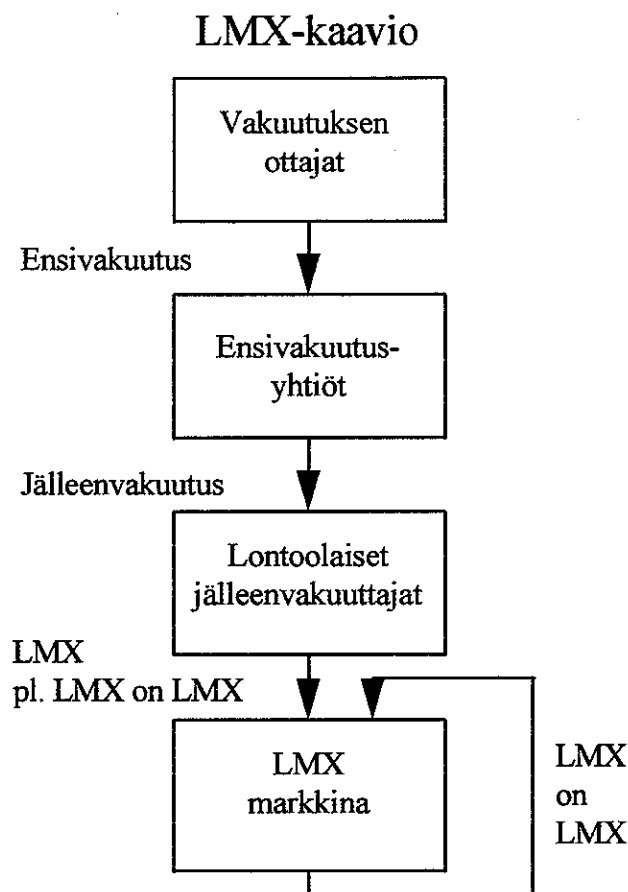
Joillekin vakuutuslajeille on tyypillistä hidas selviäminen jopa ensivakuutusyhtiölle. Tällaisia lajeja ovat esimerkiksi laiva- ja lentokaskot. Laivalle voi sattua vuosien mittaan useita vähäisiä vahinkoja, jotka eivät kuitenkaan tee alusta merikelvottomaksi. Ensivakuuttaja saa tiedon vain vahingon sattumisesta, mutta ei minkäänlaista arviota vahingon koosta ennenkuin kenties vuosia jälkeenpäin, kun alus nostetaan telakalle korjattavaksi. Vastaavasti lentokaskossa, jossa pieniä vahinkoja (esim. matkatavaroiden katoaminen) kerätään useita ennen ilmoitusta vakuutusyhtiölle.

3.1.2. Vakuuttamisjärjestelyt

Jälleenvakuutusketjut saattavat olla pitkiä ja mutkikkaita, jolloin yksittäinen jälleenvakuuttaja ketjun päässä saattaa olla todella huonossa asemassa tiedonsaannin suhteen. Vahingon ja jälleenvakuuttajan välissä saattaa olla useita vakuutusmeklareita eli brokereita (välittävät vakuutuksia), ja jälleenvakuutusyhtiöitä. Pienten brokerien tai jälleenvakuutusyhtiöitten tietojärjestelmät saattavat olla vanhentuneita tai työskentelyjoissakin tapauksissa jopa manuaalista. Tämä on omiaan hidastamaan tiedonvälitystä yhtiöstä toiseen tai meklarilta eteenpäin.

Excess of loss -jälleenvakuutus (merkitään X/L tai XL) on ei-suhteellinen riskinjakomenetelmä, jossa jälleenvakuuttaja sitoutuu yksittäisen vahingon osalta sopimuksessa määrättyyn enimmäismäärään saakka korvaamaan jälleenvakuutuksenottajalle sen osan vahingosta, joka ylittää jälleenvakuutuksenottajalle sovitun omavastuun määrän. Excess of loss otetaan yleensä useana toisinaan seuraavana sopimuksena eli layerinä. Jos jälleenvakuuttaja on merkinnyt liikettä korkeista layereistä tai edelleenvakuuttanut jälleenvakuuttajia, jotka ovat merkinneet liikettä korkeista layereistä, saattaa omaavastuurajojen ylittäminen kestää kauan eikä vahinko näy jälleenvakuuttajalle pitkään aikaan. Saattaa kestää vuosia ennen kuin omavastuurajat ylittyvät.

Lontoon vakuutusmarkkinassa tyypillinen ilmiö on LMX eli London Market Excess of Loss (kuvio 6). Ilmiö saa aikaan spiraalin. Se syntyy, kun tietyssä markkinassa vakuutusyhtiöt pitävät vahingoista omalla vastuulla vain pienen osan ja edelleenvakuuttavat loput kyseisen markkinan sisällä. Kuviossa 6 käsite "LMX on LMX" tarkoittaa LMX-jälleenvakuutusta, joka suojaa LMX-liikettä. Spiraalille on ominaista, että pienet vahingot kertyvät isoja vahinkoja hitaammin. Vahinkojen kertyminen spiraalissa alkaa tasaantua, kun spiraalissa olevien yhtiöitten suojat alkavat loppua. Spiraali päättyy vasta kun spiraalissa olevien vakuutusyhtiöitten suojat ovat täyttyneet.



Kuvio 6: LMX spiraali

Erikoiset vakuuttamistavat kuten Top and Drop-suojien käyttöönotto jälleenvakuutusketjussa saattaa aiheuttaa jo tasaantuneeseen vahinkoon uutta kasvua. Top and Drop-suojalla tarkoitetaan suojaa, jota voidaan liikuttaa pysty- tai vaakasuunnassa eli sedentti voi päättää käyttääkö Top and Drop-suojan vahinkoon, joka ylittää pystysuunnassa yhtiön muut suojat vaiko käyttääkö suojan vaakasuunnassa sellaisen vahingon hyväksi, jolle muut suojat ovat jo loppuneet. Esim. Top and Drop \$250.000 xs \$250.000 voidaan käyttää vaakasuunnassa kuten tavallinen XL-suoja \$250 000 xs \$250 000 eli vahinkoihin jotka ovat ylittäneet \$250.000 kuitenkin korkeintaan \$500.000:iin asti tai pystysuunnassa esim. \$250.000 xs \$5.000.000, jos yhtiön muut suojat päättyvät \$5.000.000:iin.

3.1.3. Vahinkoilmoitukset

Vahinkoilmoitusten (outstanding loss advice eli O/S) raportoinnin nopeus ja luotettavuus vaihtelee huomattavasti eri yhtiöissä. Jotkut yhtiöt ymmärtävät vahinkoilmoituksen merkityksen ja ovat näinollen motivoituneita lähettämään O/S-ilmoitukset ajoissa ja laadukkaina (riittävät vahinkoerittelyt) omille jälleenvakuuttajilleen. Jotkut toimittavat O/S-ilmoitukset monienkin vuosien viiveellä tai eivät tee niitä ollenkaan. Tyypillistä on että vaikka laskelmat toimitetaan jälleenvakuuttajille esim. neljännesvuosittain eli kvarttaaleittain, lähetetään O/St vain kerran vuodessa esim. neljännen kvarttaalin laskelman yhteydessä. Jälleenvakuutustalletekäytäntö Amerikan markkinoilla saa amerikkalaiset yhtiöt huolehtimaan O/S-ilmoituksista. Sen sijaan lontolaiset yhtiöt usein laiminlyövät tätä raportointivelvollisuuttaan. Toisinaan jälleenvakuutusyhtiöt vetoavat vahingon epävarmuuteen laiminlyödessään ilmoitusvelvollisuuttaan. Syynä ilmoitusten pitkiin viiveisiin saattaa olla myös suuret vahingot, joita tietoisesti viivytetään kunnes kyseinen jälleenvakuutussopimus on uusittu seuraavalle kaudelle. Brokerit ovat usein huonoja vahinkoilmoitusten välittäjiä/tuottajia. Tämä johtuu siitä, että heidän palkkionsa perustuvat osuuteen jälleenvakuutusmaksutulosta. Vahinkoilmoituksethan eivät aiheuta minkäänlaista tuottoa heille: ei siis palkkiota sen paremmin kuin rahojen väliaikaistakaan makaamista heidän tileillään.

3.1.4 Vahinkojen myöhäinen ilmeneminen

On olemassa useita syitä miksi sattuneesta vahingosta saadaan tieto vasta vuosia vakuutuskauden päätyttyä.

- Potilasvahingot, joissa hoitovirhe on saattanut saatua synnytyksessä, mutta vamma ilmenee vasta potilaan aikuisiässä
- Lääkevahingot, joissa vamma ilmenee vuosia lääkkeenkäytön jälkeen esim. thalidomiidi tai DES, jotka ovat lääkevastuuvahinkoja. DES on lyhenne Dietyylistilbestrolista, jota käytettiin 1950-70 keskenmenon ehkäisemiseksi estrogeenin alieritykseen. Syöpää esiintyy DES:ia käyttäneillä naisilla, heidän tyttärillään ja tyttärentyttärillään)
- Myrkyille altistuminen : esim. asbestoosi, Agent Orange (Amerikkalaisten käyttämä kemiallisen sodankäynnin ase Vietnamin sodassa. Vahinko on markkinoilla myrkyntuottajan vastuuvakuutuksesta)
- Tieteellisten tutkimusten edistyminen, jolloin osataan yhdistää esim. keuhkosyöpä asbestipölylle altistumiseen useita vuosia tai jopa vuosikymmeniä aikaisemmin.
- Ammattitaudit, joissa on pitkä altistumisaika

- Väärinkäytösten ilmeneminen: Errors and Omissions ja Directors and Officers, jotka korvaavat virheistä ja laiminlyönneistä sattuneita vahinkoja, jotka ilmenevät vuosia vahinkotapahtuman jälkeen

Tyypillistä tällaisten vahinkojen selviämiselle on että tuoreet merkintävuodet kehittyvät vanhoja merkintävuosia selvästi nopeammin. Tämä johtuu vahingon saamasta julkisuudesta, jolloin vahingonkäräjät osaavat entistä nopeammin hakea korvausta vahingon tuottajalta ja vahingontuottajat edelleen vakuutusmarkkinoilta.

Vahingon selviämisenopeuteen vaikuttaa huomattavasti se miten vakuutussopimuksia tulkitaan:

- Claims occurring = claims made: Yhtiö, joka on ollut vakuuttajana vahingon sattuessa, on korvausvelvollinen
- Claims attaching: Yhtiö, joka on ollut vakuuttajana vahingon tullessa ilmi (esim. sairaus puhkeaa), on korvausvelvollinen
- Triple trigger: Yhtiö, joka on ollut vakuuttajana vahingon sattuessa, ja yhtiö, joka on ollut vakuuttajana vahingon tullessa ilmi sekä kaikki muut yhtiöt, jotka ovat olleet vakuuttajina tällä aikavälillä, ovat kaikki yhteisvastuullisesti korvausvelvollisia.

Esimerkkinä mainittakoon tapaus ”Owens Illinois Inc. vastaan United Insurance Co”. Owens Illinois on Ohiolainen yritys, joka valmisti asbestieristeitä vuosina 1948-1958. Jo 1940-luvulla yhtiö tiesi asbestin aiheuttavan asbestoosia. Nyt käydään oikeutta siitä ovatko vakuutusyhtiöt, jotka antoivat vakuutuksen kyseiselle yhtiölle vuosina 1977-1985 vastuussa asbestoosiin liittyvistä korvauksista. Vuonna 1977 yhtiön tiedossa oli 25 asbestoositapausta, joista se ei kertonut vakuutusyhtiöille. Vuonna 1980 yhtiö kertoi asbestoosista. Tällöin tapauksia oli 2 000 kpl. Nyt tiedossa on 54 000 tapausta ja lisäksi 18 asbestiin liittyvää omaisuusvahinkoa. Oikeus päätti, että vakuutusyhtiöt ovat korvausvelvollisia, koska *vakuutussuoja on ollut voimassa silloin kun tapaukset ovat tulleet tietoon*. Lisäksi yhtiön omavastuuta sovelletaan vain kerran eikä tapauskohtaisesti. Ensivakuutuksen hoitivat yhtiön omat kaptiiviyhtiöt Cayman-saarilla ja Bermudalla. Nyt käydään seuraavaksi oikeutta siitä onko yhtiö petollisesti salannut asbestoosin vakuutusyhtiöiltä. Koko vastuusumma on nyt 960 miljoonaa dollaria eli lähes viisi miljardia markkaa.

3.1.5. Juridiikka

Juridiikka tuo omat huomattavat viiveensä jälleenvakuutuksen korvausten selviämiseen. Tekijät jotka hidastavat vahingon selviämistä ovat

- Korvattavuus on epävarmaa. Kattaako vakuutus vahinkotapahtuman eli oliko vahinko todella ennalta arvaamaton vahinko (sudden, accidental, ...)
- Korvausvelvollisen etsintä
- Vakuutus sopimusten markkinakohtaiset tulkinnat. Johonkin vakuutusmarkkinaan saattaa syntyä jokin oma tulkinta. Esim. Lontoon vakuutusmarkkinaan sisällyttää meriliikkeeseen tietyn määrän ”non-marine”-liikettä
- Taannehtivat eli retroaktiiviset lait ja lain tulkinnat
- Oikeudenkäynnit ovat pitkiä
- Käsittelyt viedään läpi useissa oikeusasteissa

Pitkistä oikeudenkäynneistä mainittakoon esimerkkinä tapaus ”Nerco SANS vastaan jälleenvakuuttajat”, joka alkoi vuonna 1986. Kiista on sopimuspetoksesta, koska jälleenvakuuttajille annettu liike oli olennaisesti muuta kuin oli annettu ymmärtää. Vuonna 1993 liittovaltion alioikeus teki päätöksen jälleenvakuuttajien hyväksi. Nerco on valittanut asiasta ja oikeudenkäynnit jatkuvat edelleen. Toinen esimerkki on Pan Amin lentokoneen räjähtäminen Lockerbiessä Skotlannissa vuonna 1988. Korvaussumma olisi ollut Varsovan sopimuksen mukaan 75.000 \$ onnettomuudessa menehtyneitten 259 uhrin omaisille. Oikeus päätti kuitenkin, että lentoyhtiö oli syyllistynyt törkeään huolimattomuuteen turvatarkastuksissa, jolloin Varsovan sopimus ei pädekään. Vuoden 1995 lopulla korvaussumma oli noussut nelikymmenkertaiseksi. Korvaussummista käydään edelleen oikeutta eri liittovaltioissa.

3.2. Muut reaali maailman ongelmat

3.2.1. Inflaatio

Inflaatio on oleellinen osa talouselämää. Sillä on vaikutuksensa myös vakuutustalouteen. Inflaatiota mitataan erilaisilla indekseillä. Jälleenvakuutusta tarkasteltaessa on lisäksi muistettava, että inflaatio vaihtelee huomattavasti maittain, ajanjaksoittain ja vakuutuslajeittain. Jos siis ajatellaan jälleenvakuutusyhtiön jotain kannanosaa on yleensä vaikea sanoa, mikä inflaation osuus on kannan korvauskäyttäytymisessä. Jos katsotaan menneisyyteen, voidaan todeta, että inflaatio asettuu pitkäköiksi ajoiksi jollekin matalahkolle tasolle, josta se aika ajoin tekee hyppäyksiä ylöspäin (ns. shokki-inflaatio). Inflaatio on viivettä lisäävä tekijä: se aiheuttaa viivettä sekä korvauksiin että

maksuihin. Korvauspuolella inflaatio näkyy välittömästi, kun taas maksut reagoivat menneisyyden inflaatioon hinnoittelun välityksellä pitemmällä viiveellä.

Inflaatiolla on suuri merkitys myös vastuuelkaan. Yleisimmät varausmenetelmät ottavat huomioon tasaisen perusinflaation. Sen sijaan shokki-inflaatio saattaa aiheuttaa alivaruksen, joka korjaantuu viiveellä vasta vakuutusmaksujen korotusten kautta. Jälleenvakuutuksesta puhuttaessa tämä viive voi olla hyvinkin pitkä, joten inflaation tiedostaminen jälleenvakuutuksen varauslaskennassa on tärkeää.

3.2.2. Portfoliosiirrot

Portfoliosiirrot eli portfolioinnit liittyvät normaalisti suhteellisiin sopimuksiin ja sopivat lyhythäntäiseen paremmin kuin pitkähäntäiseen liikkeeseen. Portfoliosiirtojen avulla pyritään usein yksinkertaistamaan kirjanpitoa. Pääsääntöisesti niillä siirretään vastuuta yhtiöstä toiseen. Yleensä vahinkoportfoliot ovat tunnettujen vahinkojen (Outstanding Losses) suuruiset, mutta ne voivat sisältää myös IBNRiä tai ne on voitu diskontata. Portfolioinnit ovat osaltaan vaikeuttamassa muutenkin vaativaa vastuuelkalaskentaa, lasketaanpa varaus sitten kollektiivimenettelyllä tai sopimuskohtaisesti. Seuraavassa yleisimmät syyt portfoliosiirtoihin.

- Sopimuksen jonkin kantavuoden vastuut siirretään yhtiöstä A yhtiöön B (jälleenvakuuttajalta A jälleenvakuuttajalle B). Tällöin yhtiö A maksaa yhtiölle B vakuutusmaksuvastuuta vastaavan summan, joka kirjataan portfoliomaksuveloituskirjauksena yhtiössä A ja portfoliomaksuhyvityskirjauksena yhtiössä B ja korvausvastuuta vastaavan summan, joka kirjataan portfoliovahinkoveloituskirjauksena yhtiössä A ja portfoliovahinkohyvityskirjauksena yhtiössä B.
- Sopimuksen jälleenvakuuttajista joku haluaa vetäytyä sopimuksesta, jolloin pois vetäytyvä jälleenvakuuttaja hyvittää oman osuutensa vastuuelasta joko sedentille tai sopimuksen muille jälleenvakuuttajille.
- Tilivuosisiirte: Kantavuosi suljetaan tietyn ajanjakson kuluttua sen alkamisesta eli kantavuosi u suljetaan kirjanpitoluvulla $u+k$. Tällöin kantavuoden u tilivuoden $u+k$ viimeisessä laskelmassa vastuuelat portfolioidaan seuraavalle kantavuodelle $u+1$ kirjaamalla portfolioveloitus kantavuoteen u ja vastaava portfoliohyvitys kantavuoteen $u+1$. Seuraavana tilivuonna eli vuoden $u+k+1$ viimeisessä laskelmassa suljetaan vastaavasti kantavuosi $u+1$ hyvittämällä vastuuelat kantavuodelta $u+1$ kantavuodelle $u+2$. Tällainen menettely on tyypillistä varsinkin lontoolaisessa liikkeessä. Tällöin k on usein 3 vuotta. Liikettä kirjataan siis kantavuositasolla ensimmäiset 3 vuotta, jonka jälkeen kantavuosi suljetaan ja vastuut siirretään seuraavalle kantavuodelle.

STMn yleiskirjeen mukaisesti maksuportfoliot kirjataan vakuutusmaksuihin ja vahinkoportfoliot korvauksiin. Portfoliomaksuveloitukset kirjataan vastakkaismerkkisinä maksuihin verrattuna ja portfoliovahinkohyvitykset vastakkaismerkkisinä korvauksiin verrattuna. Mitä aikaisemmassa vaiheessa kantavuodet suljetaan, sitä suuremmat ja toisaalta epävarmemmat nämä portfoliosirrot ovat. On ilmeistä, että nämä kirjaukset sotkevat normaalit varausmenetelmät täysin ja kyseiset sopimukset on käsiteltävä erikoistapauksina.

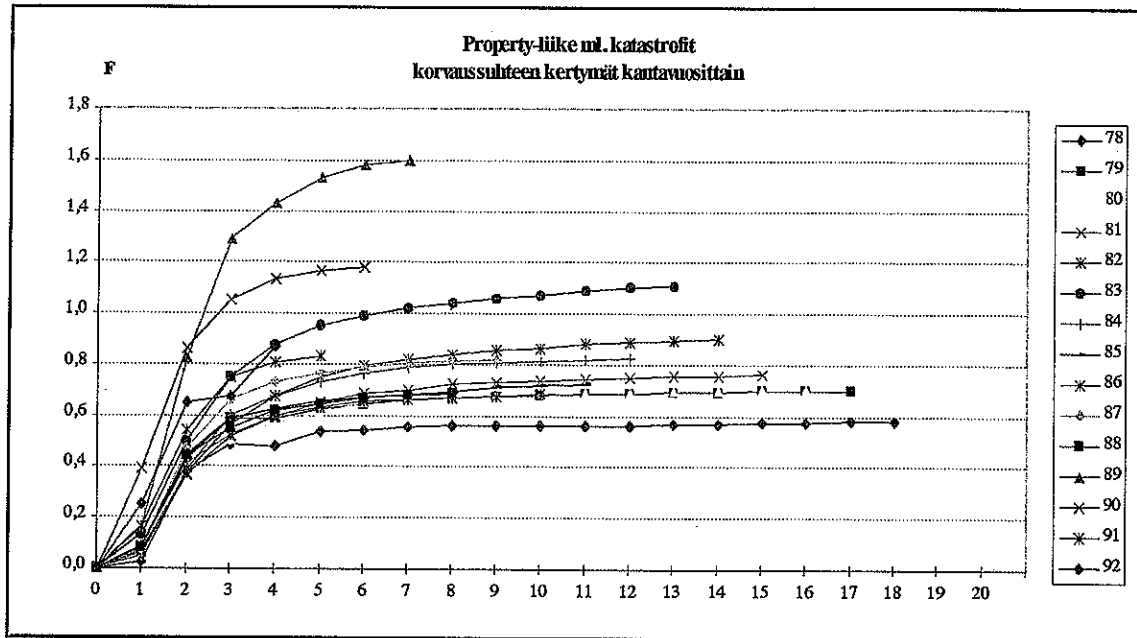
3.2.3. Data

Useimmat varausmenetelmät perustuvat tavalla tai toisella varattavista sopimuksista kertyneisiin maksu- ja vahinkotietoihin eli tililaskelmien mukaisiin kirjauksiin. Nykyinen tietotekniikka tarjoaa mahdollisuuden helppoon ja luotettavaan tietojenkäsittelyyn. Tästä huolimatta tilastointia uhkaavat käytännössä usein seuraavantyyppiset ongelmat.

- **Datan virheellisyys:** Kirjaus saatetaan viedä väärälle valuutalle. Pahimmassa tapauksessa Italian liirat kirjataan USA:n dollareina. Sopimuksen vakuutuslaji saattaa olla virheellisesti koodattu, jolloin esimerkiksi yksittäinen iso vastuuvakuutus sopimus saattaa tulla luokitelluksi lyhythäntäiseen omaisuusvahinkokantaan. Tällaiset virheet yleensä huomataan ennen pitkää ja ne on helppo korjata. Jos korjaus kuitenkin jää seuraavalle kirjanpitovuodelle ja varausmenetelmät perustuvat kirjanpitovuositaiseen luokitteluun, saattaa sopimuksen historia näyttää hyvinkin kiharalta. Tätä ongelmaa ei ole jos luokittelutekijänä on oman kirjanpitovuoden sijasta sedentin tilivuosi.
- Usein yksittäinen sopimus pitää sisällään useammanlaista liikettä: Sopimuksesta voi olla 90 % omaisuusvakuutusta ja 10 % vastuuvakuutusliikettä makсутulolla mitattuna. Tällainen sopimus usein luokitellaan kokonaan omaisuusvahinkoliikkeeseen kuuluvaksi. Todellisuudessa kuitenkin 10 %:n vastuuvakuutusosuus saattaa tehdä sopimuksesta hyvinkin pitkähäntäisen. Ongelma on vaikeasti ratkaistavissa, koska vahinkoilmoituksia ei useinkaan saada lajittasolla.
- Kirjauskäytäntö voi muuttua ajan kuluessa joko sedenttiyhtiössä tai itsellä. Esimerkiksi suurvahinkoja, vahingonselvittelykustannuksia tai erityisen hitaasti selviäviä vahinkoja kuten asbestoosi ja saastuminen aletaan seurata erikseen sopimuksen alla.
- Riitatilanteitten oikaisut. Sedentti on sisällyttänyt sopimukseen vahinkoja, jotka eivät siihen kuulu. Tietämättään tai varovaisuusperiaatetta noudattaen jälleenvakuuttaja on vuosien ajan kirjannut liikaa vahinkoja. Kun riita lopulta ratkeaa jälleenvakuuttajan eduksi, saattaa syntyä suurikin korjaus eli normaalille korvauskirjaukselle vastakkaismerkinen korjauskirjaus.

- Jos sopimukseen sisältyy sedentin tai brokerin sopimukselle ottama suoja, saattaa suojan aiheuttamat kirjaukset sotkea sopimuksen korvauskertymäkäyrät kokonaan. Jälleenvakuuttajat saavat suojista aiheutuneet hyvitykset yleensä viiveellä. Jos sedentti lähettää laskelmat pelkästään nettolukuina on jälleenvakuuttajan käytössä olevan tiedon perusteella usein hankala analysoida sopimusta. Jälleenvakuutussuojan loppuminen saattaa aiheuttaa epämiellyttävän yllätyksen, jos asiaan ei kiinnitetä ajoissa huomiota: jopa vuosia kohtalaisen hyvältä näyttänyt sopimus alkaa korvauskäyttämisen osalta huomattavasti huonontua sisäänrakennettujen suojien täytyttyä.
- Nuorelle yhtiölle tai vanhan yhtiön tuoreille kantavuosille kertynyt historia saattaa olla liian lyhyt. Jos kyseessä on asbesti- ja saastumisvahinkoja sisältävä sopimus, saattaa useitakin vuosia vanhasta sopimuksesta olla kertynyt vain maksut. Vahingoista ei ole edes ennakoilmoitusta (precautionary loss advice) vahinkohistoriasta puhumattakaan.
- Kannan jako riittävän homogeenisiin luokkiin on kollektiivisesti varaaville menetelmille eräs kaikkein tärkeimpiä edellytyksiä. Luokittelulle on tullut aikojen kuluessa uusia tarpeita. Esimerkiksi 1980-luvulla oleelliseksi luokitteletekijäksi nousi ”LMX business vai ei” tai vanhan luokittelun tarkentaminen: vastuuvakuutus sopimukset tulisi jakaa suhteellisiin ja ei-suhteellisiin jne. Uusien luokittelutekijöiden käyttöönotto saattaa vaatia valtavia työmääriä. Muutokset vaikuttavat yleensä myös atk-ratkaisuihin (uusia tietokenttä, ohjelmamuutokset jne.). Liian hienojakoisen luokittelun hyödyntämiselle on kuitenkin usein esteenä se että vakuutuskanta on liian pieni. Aineistoa on liian vähän tilastollisten menetelmien hyödyntämiseksi.
- Nykyään run off-tilaan siirtyminen ja kannan aktiivinen alasajo kommutoimalla monien yhtiöitten osalta aiheuttaa sen että näiden yhtiöitten tilastoaineisto käy yhä suppeammaksi. Kommutaatio aiheuttaa yleensä piikin sopimuksen korvauskertymän loppuun, joten sopimus on jätettävä pois aineistosta laskettaessa keskimääräistä korvauskertymää. Ideaalitilanteessa, jossa sopimuksesta on käytössä O/S-historia ja tuorein O/S-arvio on ollut riittävä (kommutaation tulosvaikutus nolla), sopimus voidaan jättää tilastoaineistoon, josta lasketaan tunnettujen vahinkojen selviämiskäyrä (O/S ks. kohta 3.1.3).
- Yhtiön joutuminen selvitystilaan tai siirtyminen run off-tilaan saattaa näkyä yhtiön kirjanpidossa ja raportoinnissa. Usein selvitystilaan ajautunut yhtiö on huonosti hoidettu myös taustatoiminnoiltaan. Tällöin selvitysmiesten asioihin puuttuminen saattaa nopeuttaa jälleenvakuutussaatavien perintää aiheuttaen epätavallisen suuria korvausvaatimuksia jälleenvakuuttajien kirjanpidossa. Myös run off-tilaan siirtyminen saattaa näkyä tehostettuna jälleenvakuutussaatavien perintänä.

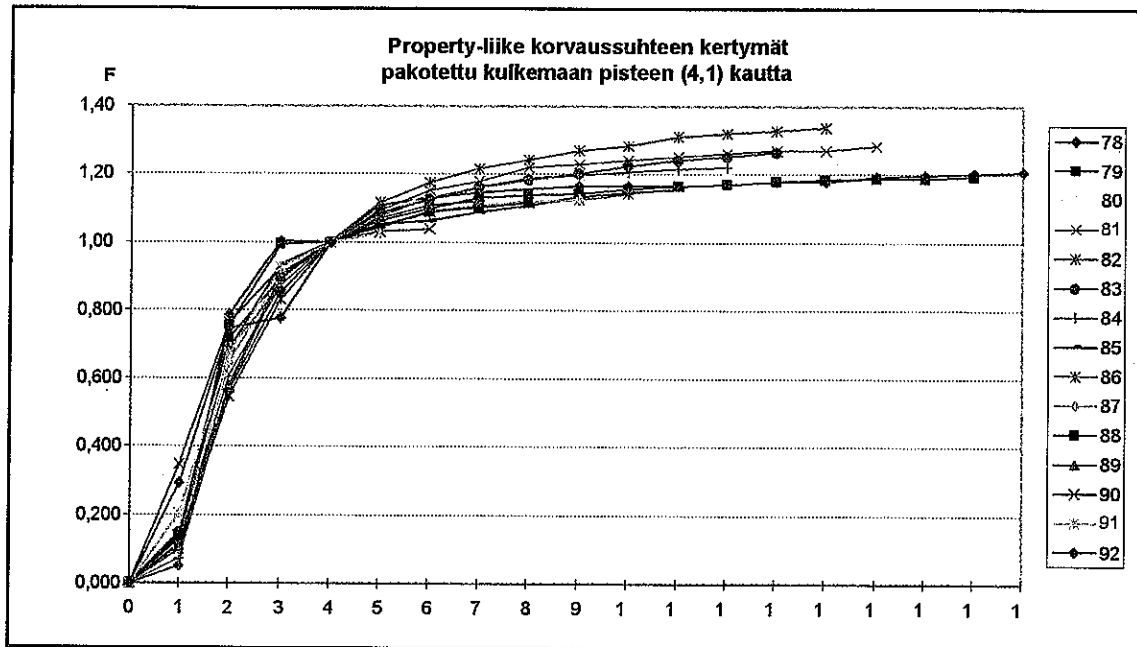
- Myös aktiiviliikettä merkitsevässä yhtiöissä saattaa tilityssysteemeihin tulla muutoksia. Esim. uusi johto tai johtamismenetelmät, keskeneräinen oikeustapaus ja erilaiset lainsäädännölliset muutokset saattavat vaikuttaa tililaskelmien saapumisfrekvenssiin. Sopimuksen oikeuskäsittely saattaa lopettaa laskelmien normaalin tulon ja oikeuden päätös sitten tuoda ne kerralla tai vapauttaa jo kirjatuista ja maksetuistakin korvauksista.
- Kuten jo portfoliosiirtojen yhteydessä todettiin data tulisi kirjata merkintävuosi tai vahinkovuositasolla.
- Tilityslaskelmia voidaan laatia vuosi, puolivuosi tai neljännesvuositasolla. Voidaan sanoa että mitä useammin laskelmia saadaan sitä parempi. On kuitenkin huomattava, että neljännesvuosittain tehdyissä aineistoissa saattaa esiintyä kausivaihtelua.
- Toisinaan, varsinkin Lloyds'issa maksut sisällytetään korvauksiin kolmannen tilivuoden jälkeisissä laskelmissa. Kyse ei kuitenkaan ole suurista summista, koska maksut ovat siihen mennessä valtaosin jo kertyneet.
- Tulisiko IBNR-laskelmat perustaa kirjattujen vai tunnettujen (kirjatut + O/St) vahinkojen historiaan ? Jos mahdollista, laskenta kannattaa suorittaa kummallakin tavalla. Usein kuitenkin on niin, että tunnettujen vahinkojen kehityshistoriaa ei ole käytettävissä ainakaan pitkältä aikaväliltä. Jos ajatellaan kollektiivilaskentaa, on tiedostettava ero nollan ja puuttuvan tiedon osalta käytettäessä O/S-tietoja: Ajatellaan kokonaista kannanosaa, jossa osaan sopimuksista saadaan ja on saatu O/S-ilmoitukset ja osaan näitä ilmoituksia ei saada. Tunnettujen vahinkojen keskimääräistä selviämiskäyrää ei tällöin saada run off-kolmiosta, johon on summattu kirjatut korvaukset ja ilmoitetut O/St. Toisinaan O/S-ilmoituksilla on myös taipumus jäädä päivittämättä kun sopimuksesta maksetaan korvauksia. Tästä johtuu, että tunnettujen vahinkojen pohjalta tehty IBNR-arvio on yleensä korkeampi kuin pelkästään kirjattujen korvausten perusteella laskettu vastaava arvio. Toisaalta korkea inflaatio saattaa johtaa päinvastaiseen tilanteeseen jos O/S-arvioita ei riittävän hyvin päivitetä inflaatio-odotuksella. Kuitenkin varsinkin pitkähän-täisessä liikkeessä kannattaa aina hyödyntää O/S-ilmoitukset, koska saattaa mennä useita vuosia ennen kuin vahingot realisoituvat maksetuiksi korvauksiksi. On perusteltua jopa vaatia sedentiltä edes jonkinlaista O/S-arviota.



Kuvio 7: Korvaussuhteen kertymät kantavuosittain

Kuviosta 7 voidaan havaita että eri kantavuodet kertyvät melko tasaisesti. Kantavuodet 83, 89 ja 90 ovat kuitenkin korvaussuhteiltaan muita selvästi huonompia. Tämä johtuu siitä että kyseisinä vuosina sattui useita suuria katastrofivahinkoja: vuonna 1983 hirmumyrsky Alicia ja Winter Freeze USA:ssa, vuonna 1989 Exxon Valdezin aiheuttama öljyvahinko Alankomaissa, hirmumyrsky Hugo USA:n itärannikolla ja Phillips Petroleumin kemiantehdaitten räjähtäminen Houstonissa Texasissa sekä vuonna 1990 myrskyt Euroopan länsirannikolla ja Irakin hyökkäys Kuwaitin lentokentälle.

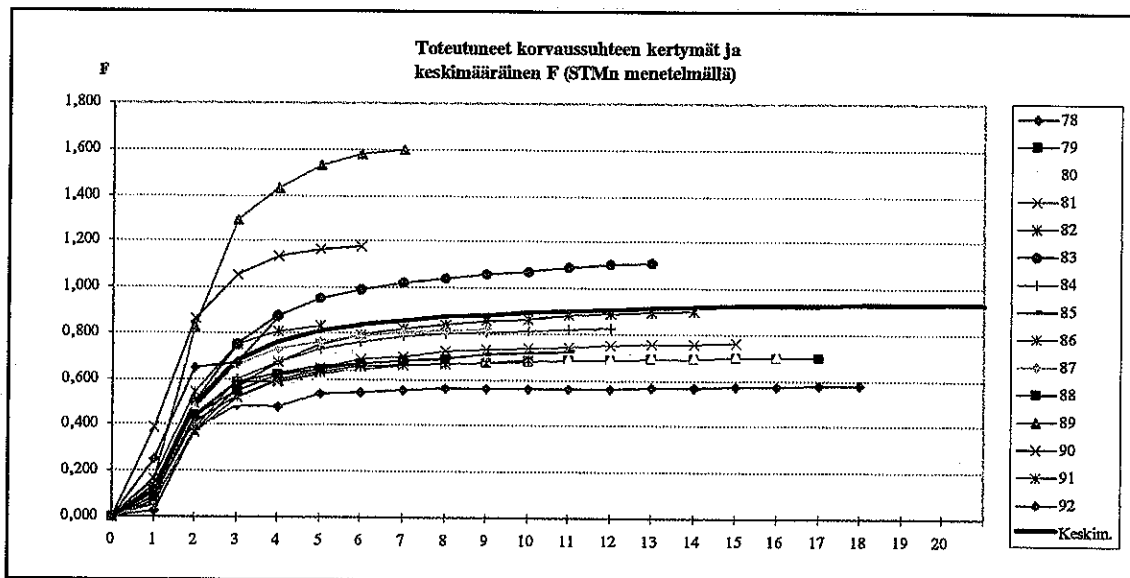
Eri kantavuosien korvaussuhteen kertymänopeudesta saadaan hyvä käsitys pakottamalla kaikki korvaussuhdekäyrät kulkemaan saman pisteen kautta, jolloin korvaussuhteet tasaantuvat ja käyrästä kohtalaisen yhtenäinen muoto käy ilmi. Ks. kuvio 8. Pisteksi, jonka kautta käyrät pakotetaan kulkemaan, on valittu (4,1). Vuosi 4 on tuorein ajanhetki, josta kaikilla kantavuosilla on olemassa havaintoarvo. Graafin perusteella voidaan olettaa että aineisto on riittävän homogeenista.



Kuvio 8: Saman pisteen (4,1) kautta kulkemaan pakotetut korvaussuhdekäyrät

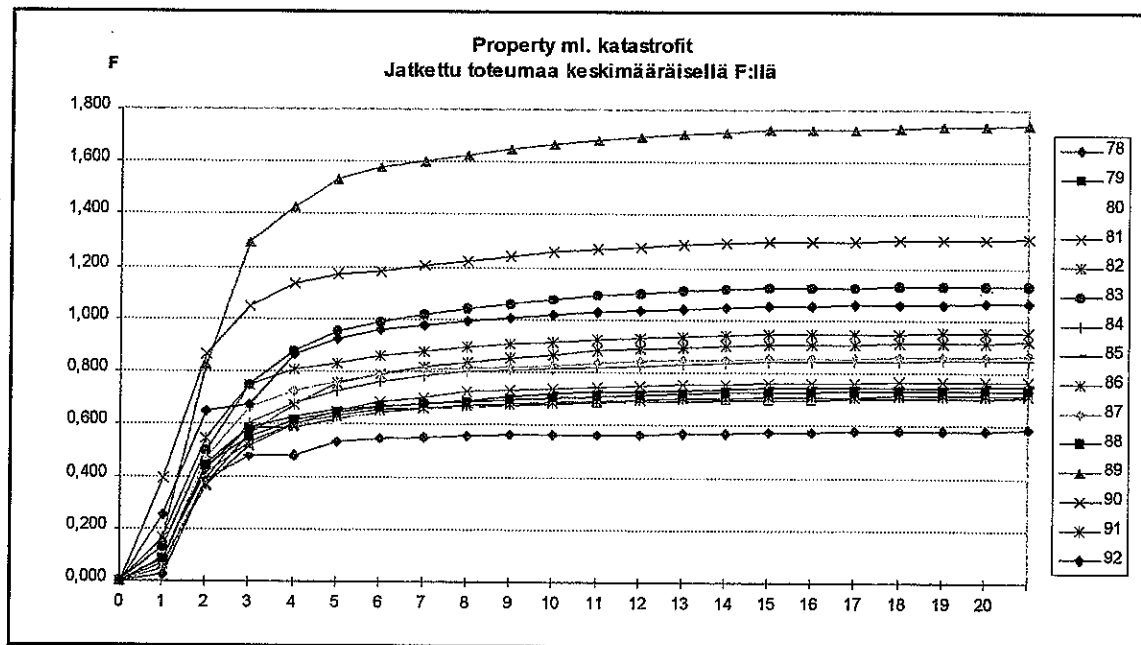
Kuviosta 8 nähdään, että kertymät muodostavat samantyyppisen viuhkan kuin Craigheadin käyrät kuvioissa 1 ja 2. Voitaneen olettaa että eri kantavuosille löytyy oma Craigheadin käyränsä.

Lasketaan nyt kummallakin menetelmällä kantavuosien lopulliset korvaussuhdearvot. STMn menetelmässä lasketaan kaikille kantavuosille yhteinen keskimääräinen korvaussuhdekäyrä. Ks. musta käyrä kuviossa 9.



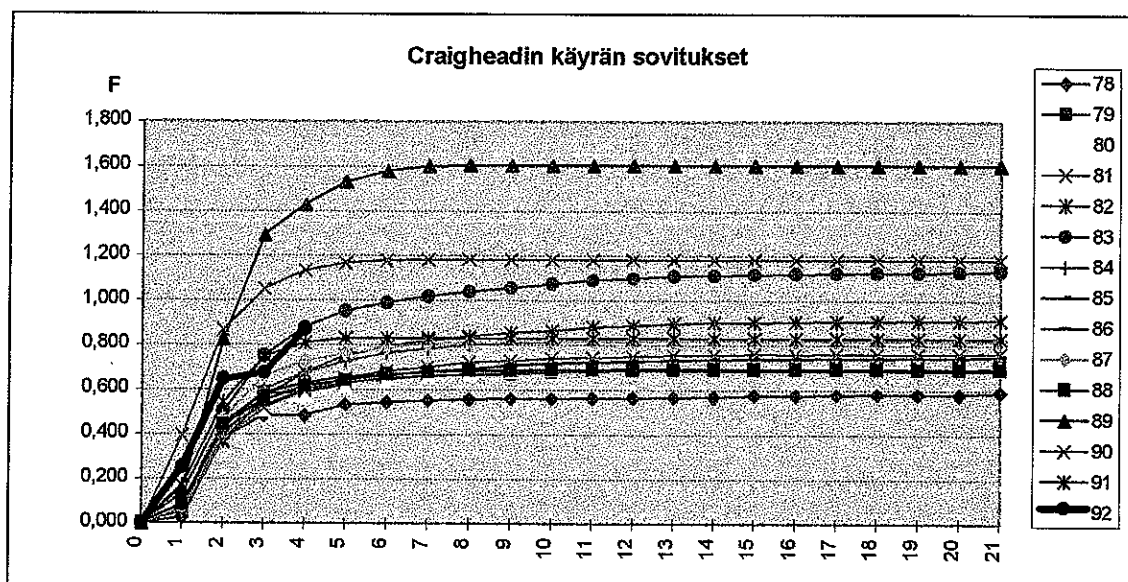
Kuvio 9: Keskimääräinen korvaussuhteen kertymä STMn menetelmällä

Tämän keskimääräisen korvaussuhdekäyrän avulla tehdään eri kantavuosien toteutuneet korvaussuhdekäyrät lopullisiksi pakottamalla keskimääräinen käyrä kulkemaan tuoreimman havaintopisteen kautta. Toteutuneet ja tällä tavalla ”loppuun” asti jatkettut korvaussuhdekäyrät näkyvät kuviossa 10.



Kuvio 10: STMn menetelmällä lopullisiksi arvioidut korvaussuhdekertymät

Craigheadin menetelmällä sen sijaan pyritään löytämään kunkin kantavuoden toteutumaan parhaiten sopiva käyrä varioimalla Craigheadin käyrän $y(t) = A \cdot (1 - e^{-(t/b)^c})$ parametreja A, b ja c. Sovituksen hyvyyttä mitataan toteutuneitten havaintojen ja sovitettun käyrän etäisyyden neliösumman avulla. Tästä oli esimerkki kuvioissa 3 ja 4, joissa Craigheadin menetelmä antoi kantavuoden 1989 lopulliseksi korvaussuhdearvioksi 1,605. Kuviossa 11 on Craigheadin käyrän sovitukset.



Kuvio 11: Craigheadin käyrän sovitus

Sovitus onnistui kaikille muille kantavuosille paitsi kantavuodelle 92. Tälle havaintosarjalle ei löytynyt äärellistä A:n arvoa, joka olisi minimoinut neliösumman. Tämä on tyypillistä Craigheadin menetelmälle tapauksissa, joissa tuoreissa havainnoissa vielä on selvää kasvua eli "tasaantumista" ei vielä ole tapahtunut. Näin käy usein aivan tuoreille kantavuosille, joista ei ole kertynyt vielä kuin kaksi tai kolme havaintopistettä ja korvauskehitys ei ole laantunut. Jos korvauskehitys on taittunut sen verran että käännepiste on ohitettu, ratkaisu yleensä löytyy. Tämä ei kuitenkaan ole välttämätön edellytys ratkaisun löytymiselle. Jos nimittäin painotus on sellainen, että se kohtalaisen paljon huomioi alkupään arvoja ja lisäksi havaintojen alkupään muodostama funktio on kovera, toimii Craigheadin menetelmä yleensä hyvin, koska käyrä on tietyllä tavalla "symmetrinen" pisteen b suhteen. Tämä "symmetria" käy hyvin ilmi kuviosta 2. Siis mitä "kiharampi" käyrä on alkupäässä (c kohtalaisen suuri), sitä jyrkemmin se taipuu pisteen b jälkeen. Menetelmä etsii siis "kiharouden" ensimmäisten havaintojen perusteella, jos niitä painotetaan riittävästi.

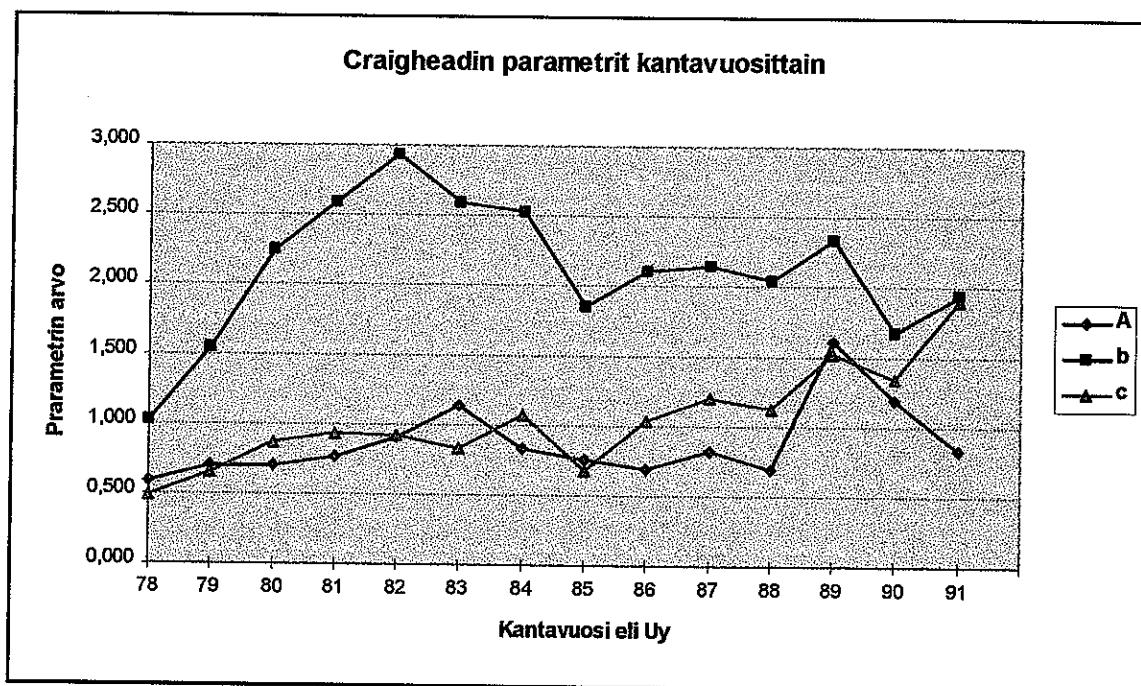
STMn menetelmän vahvuudeksi voidaan sanoa, että se antaa aina ratkaisun.

Taulukkoon 2 on kerätty Craigheadin käyrän parametrit kantavuosittain samoin kuin STMn menetelmän antamat lopulliset korvaussuhteet.

Taulukko 2: Craigheadin käyrän parametrit ja STMn menetelmän $F_X(\infty)$

Uy	Craigheadin parametrit			STM $F_X(\infty)$
	A	b	c	
78	0,588	1,0	0,5	0,582
79	0,705	1,6	0,6	0,704
80	0,705	2,2	0,9	0,710
81	0,762	2,6	0,9	0,768
82	0,912	2,9	0,9	0,915
83	1,132	2,6	0,8	1,131
84	0,827	2,5	1,1	0,848
85	0,748	1,8	0,7	0,747
86	0,686	2,1	1,0	0,715
87	0,819	2,1	1,2	0,862
88	0,691	2,0	1,1	0,733
89	1,605	2,3	1,5	1,739
90	1,182	1,7	1,3	1,308
91	0,829	1,9	1,9	0,954
92	na	na	na	1,063

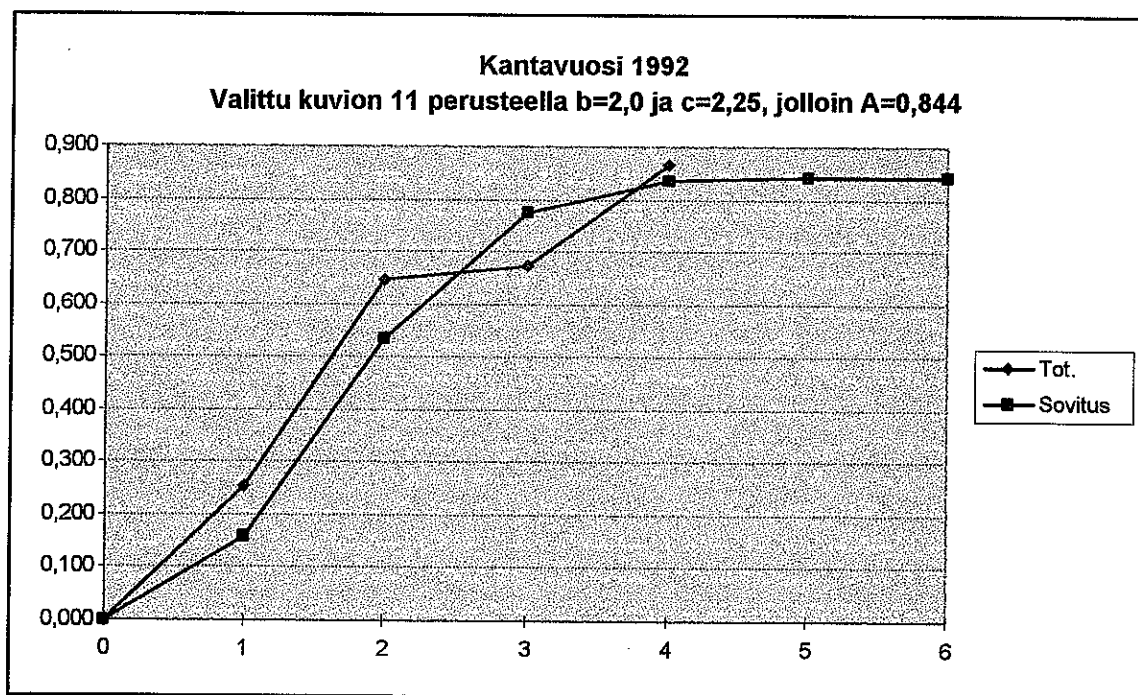
Tarkastellaan ensin Craigheadin käyrän $y(t) = A \cdot (1 - e^{-(t/b)^c})$ parametreja niinä kantavuosina, joina menetelmä suppeni. Parametrien arvot on piirretty kuvioon 12.

**Kuvio 12: Craigheadin käyrän parametrit kantavuosittain**

Kuten odottaa saattaa, A ja b parametrit korreloivat keskenään, koska hetkellä b noin 63% A:sta on kertynyt. Mielenkiintoista on myös b- ja c-käyrien samanmuotoisuus. Kuten kappaleessa 2.2 todettiin: jos b ja c parametrit tunnetaan voidaan A:n arvo laskea algebrallisesti. Estimoidaan siis parametrien b ja c arvot kantavuodelle 92 kantavuosien 78-91 trendin perusteella. Parametrin b arvo on ollut keskimäärin 2,0 kantavuosille 85-91, joten se tuntuisi luonnolliselta estimaatilta myöskin kantavuodelle 92. Parametri c on sen sijaan hieman kasvanut kantavuosien mukana, joten sen arvo on parasta valita hieman korkeammaksi kuin kantavuoden 91 toteuma. Valitaan c:n arvoksi 2,25. Lasketaan nyt A kaavalla

$$A = \frac{\sum w(t) \cdot (1 - e^{-(t/b)^c}) \cdot y_{obs}(t)}{\sum w(t) \cdot (1 - e^{-(t/b)^c})^2} = 0,844.$$

Kantavuoden 1992 toteutuneet korvaussuhteet ja sovitus on piirretty kuvioon 13.

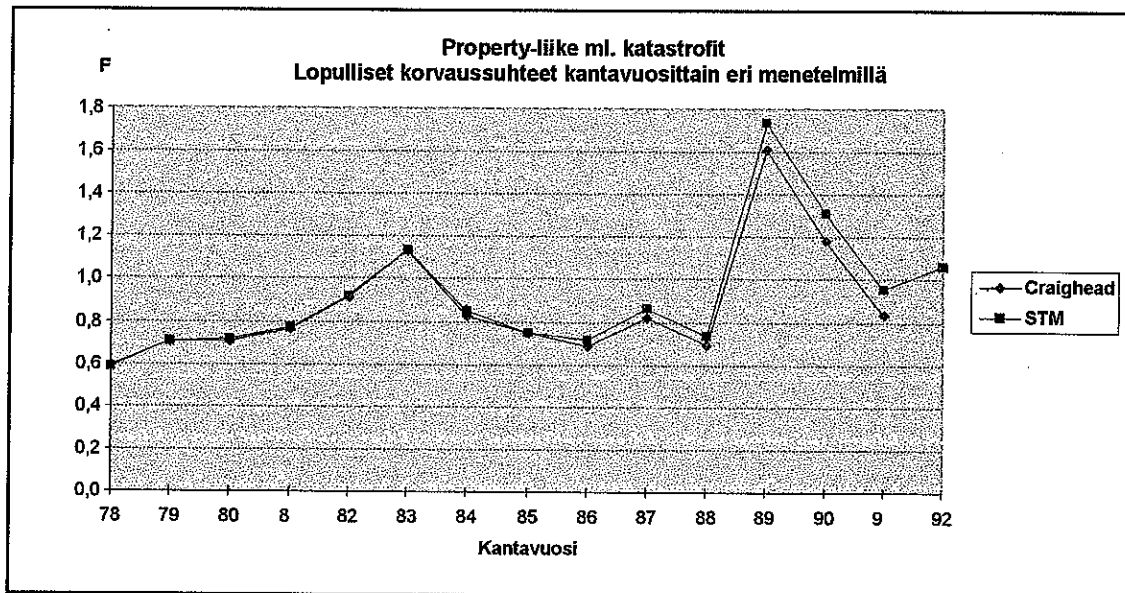


Kuvio 13: Kantavuoden 1992 toteutunut korvaussuhde ja Craigheadin käyrä

Kuten huomataan sovitus ei ole erityisen onnistunut, koska toteutunut korvaussuhde pisteessä 4 (=0,866) ylittää lopullisen korvaussuhdearvion (=0,844). Voidaan siis päätellä, että kantavuodelle 92 merkitty liike poikkeaa luonteeltaan aikaisempien

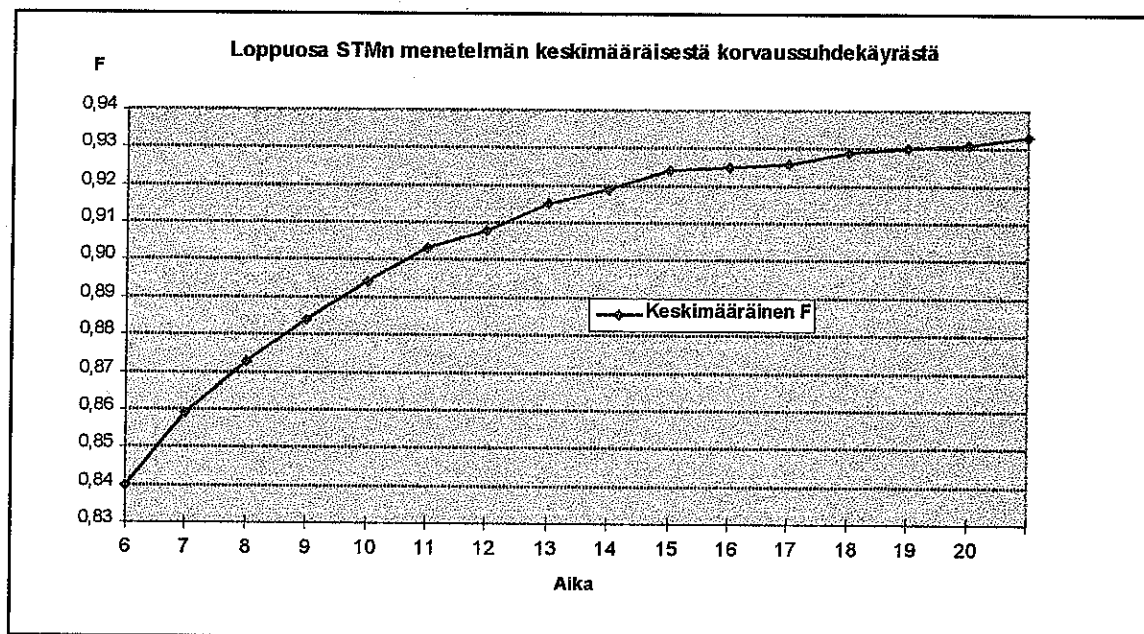
kantavuosien liikkeestä. Tässä käytännön esimerkissä selitys on siinä, että vuonna 92 merkittiin enää vain murto-osa aikaisempina vuosina voimassa olleista sopimuksista. Siis parametreja b ja c ei voida valita edeltävien vuosien perusteella.

Verrataan nyt eri menetelmien antamia tuloksia eli lopullisia korvaussuhdearvioita keskenään. Vertailu on esitetty kuviossa 14.



Kuvio 14: Lopullisten korvaussuhteitten vertailu eri menetelmillä

Huomataan, että menetelmät antavat vanhoille vuosille hyvin lähellä toisiaan olevat arvot, mutta mitä tuoreemmasta kantavuodesta on kysymys, sitä turvaavamman arvion STMn menetelmä antaa verrattuna Craigheadin menetelmään. Tämä johtuu siitä, että STMn menetelmässä vanhojen kantavuosien korvaussuhde on ollut kasvussa vielä tuoreimpinakin kirjanpito vuosina siinä määrin, että se kasvattaa keskimääräistä korvaussuhdekäyrää loppuun asti. Osasyynä kasvuun on korvausten run off-kolmioon sisältyvä inflaatio. Kuviossa 15 on loppuosa STMn menetelmän keskimääräisestä korvaussuhdekäyrästä. Jotta y-akselin asteikko on saatu riittävän pieneksi, on kuvioon 15 otettu vain korvaussuhdekäyrän loppuosa.



Kuvio 15: Loppuosa keskimääräisestä korvaussuhdekäyrästä STMn menetelmässä

Esimerkiksi kasvu 18. vuotena johtuu kantavuoden 78 korvauskehityksestä kirjanpito-vuonna 1995. Kasvu vuoden 18 jälkeen perustuu eksponenttifunktion $a \cdot e^{bt}$ sovitukseen (ks. kappale 2.1.).

4.2. Historian pituus

Tarkastellaan seuraavassa miten STMn menetelmä riippuu käytettävissä olevien kirjanpituovuosien lukumäärästä eli ”historian pituudesta”. Aineistona on sama kuin kappaleessa 4.1 käytetty data eli on käytössä kuvion 16 mukainen run off-matriisi. Matriisin alkioiksi alla olevaan taulukkoon on merkitty vastaava kirjanpituovuosi.

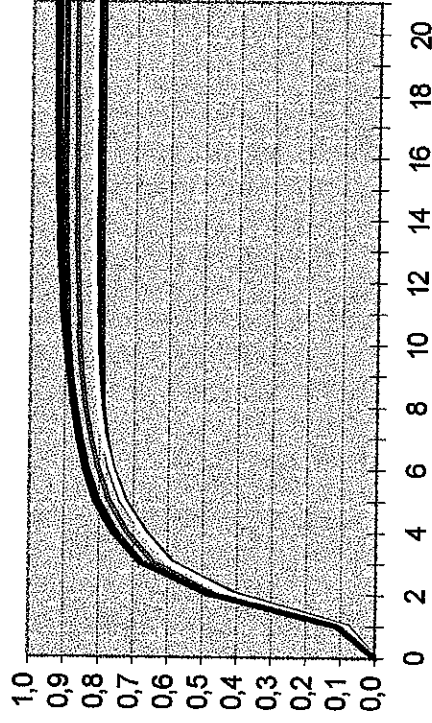
Aika = Kirjanpituvuosi-Uy																		
Uy	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	
80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95		
81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95			
82	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95				
83	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95					
84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95						
85	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95							
86	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95								
87	87	88	89	90	91	92	93	94	95									
88	88	89	90	91	92	93	94	95										
89	89	90	91	92	93	94	95											
90	90	91	92	93	94	95												
91	91	92	93	94	95													
92	92	93	94	95														
93																		
94																		
95																		

Kuvio 16: Käytettävissä oleva historia

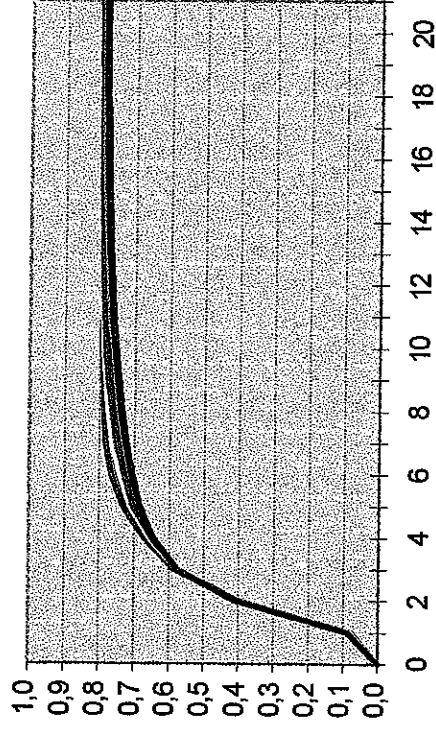
Lasketaan ensin keskimääräiset korvaussuhteen kertymät lähtien olettamuksesta, että käytössä on kirjanpituovuodet 78-87 (kuvion 16 mustat alkiot). Lisätään kirjanpituovuosien lukumäärää yhdellä, kunnes kirjanpitohistoria 78-89 on tullut hyödynnetyksi (kuvion 16 mustat+vihreät alkiot). Lisätään vielä loputkin käytössä olevat kirjanpituovuodet eli kuvion 16 punaiset alkiot kp-vuosi kerrallaan. Tällöin nähdään puhtaasti kp-vuosien 90-95 mukanaan tuoma ”viisaus” kantavuosien 78-89 keskimääräiseen käyttäytymiseen, kun kantavuodet >89 jätetään tarkastelun ulkopuolelle. Tutkitaan vielä kuvion 16 sinisen alueen vaikutus menetelmään. Tämähän on ollut se käytännön aineisto, johon kollektiivikertoimet ovat perustuneet. Tehdään laskelmat em. property-liikkeen aineistolle ensinnäkin katastrofivahinkojen kanssa (”MI. kat”) ja toiseksi ilman katastrofivahinkoja (”PI. kat”).

Kuviot 17-20: Käytettävissä olevan historian vaikutus STMn menetelmään

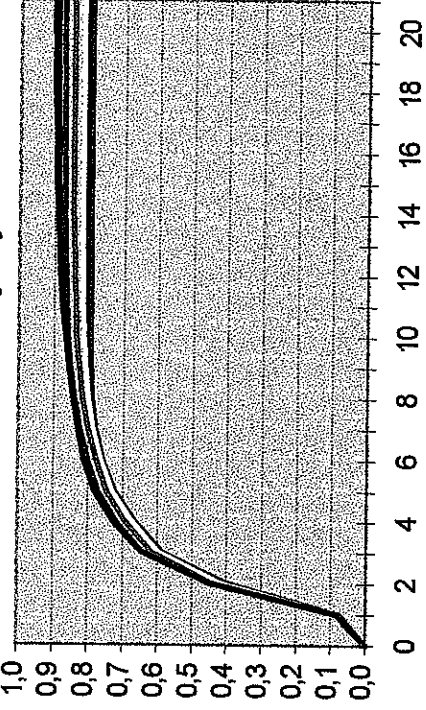
F Kuvio 17: MI. kat ja kaikki uy:t



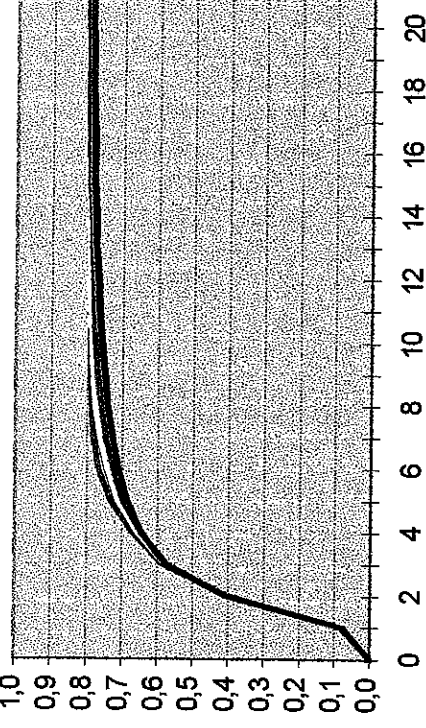
F Kuvio 18: PI. kat ja kaikki uy:t



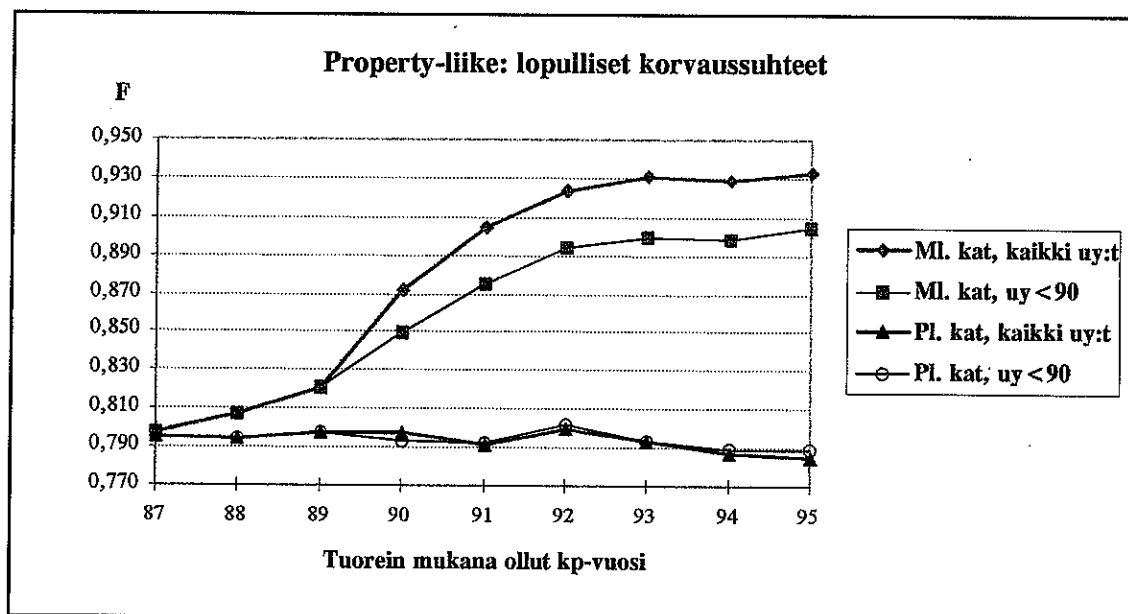
F Kuvio 19: MI. kat ja uy<90



F Kuvio 20: PI. kat ja Uy<90



Kuvioissa 17-20 on esitetty keskimääräiset korvaussuhteitten kertymät näissä neljässä eri tapauksessa. Kuten olettaa saattoi, katastrofeista putsattu aineisto ilman kantavuusia 90-92 on varianssiltaan pienin eli sen kohdalla kehityskäyrästä on kapein. Vastavasti katastrofit ja kantavuudet 90-92 sisältävä kehityskäyrästä on odotetusti levein. Kuvioon 21 on kerätty lopulliset korvaussuhteet kaikissa neljässä tapauksessa.



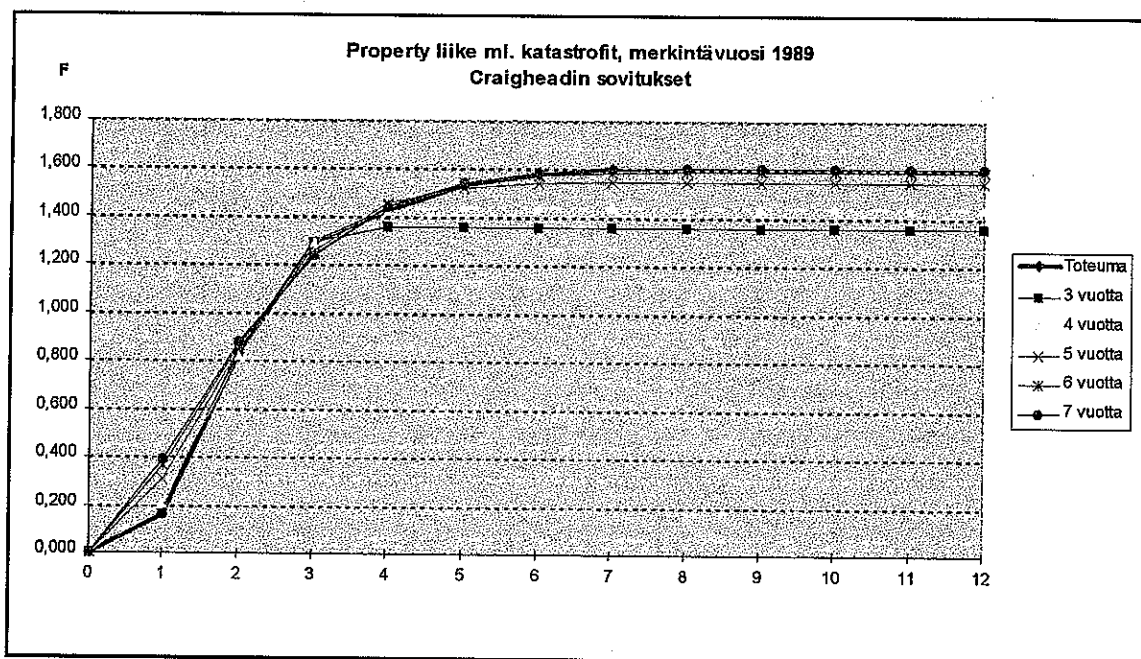
Kuvio 13: Lopulliset korvaussuhteet historian pituudesta riippuen

Kuvion 21 perusteella voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset koskien STMn menetelmää.

- Aineistosta on pyrittävä poistamaan erikoisilmiöt: tässä tapauksessa katastrofivahingot. Menetelmä tekisi tilivuosina 87-92 selvää alivarausta, koska kuvion 21 siniset käyrät tasaisessa kasvussa.
- Jos kantavuudet ovat keskenään riittävän homogeenisia, ei tuoreitten kantavuosien poisjättämisellä ole suurta merkitystä varaukseen (punaiset käyrät lähellä toisiaan). Korvaussuhdekäyrään perustunut varaus on ollut turvaava tilivuosina 87-94 nykytietämyksen valossa (punasilla käyrillä tuorein havainto on käyrien minimi ja käyrät jopa lievässä laskussa).
- Jos aineistossa on epähomogeenisuutta, mutta se joudutaan siitä huolimatta esimerkiksi aineiston pienuudesta johtuen varaamaan yhteisen korvaussuhdekäyrän perusteella, on kaikki kantavuudet otettava mukaan laskentaan (ero sinisten käyrien välillä kasvussa katastrofivuosina 89-92).

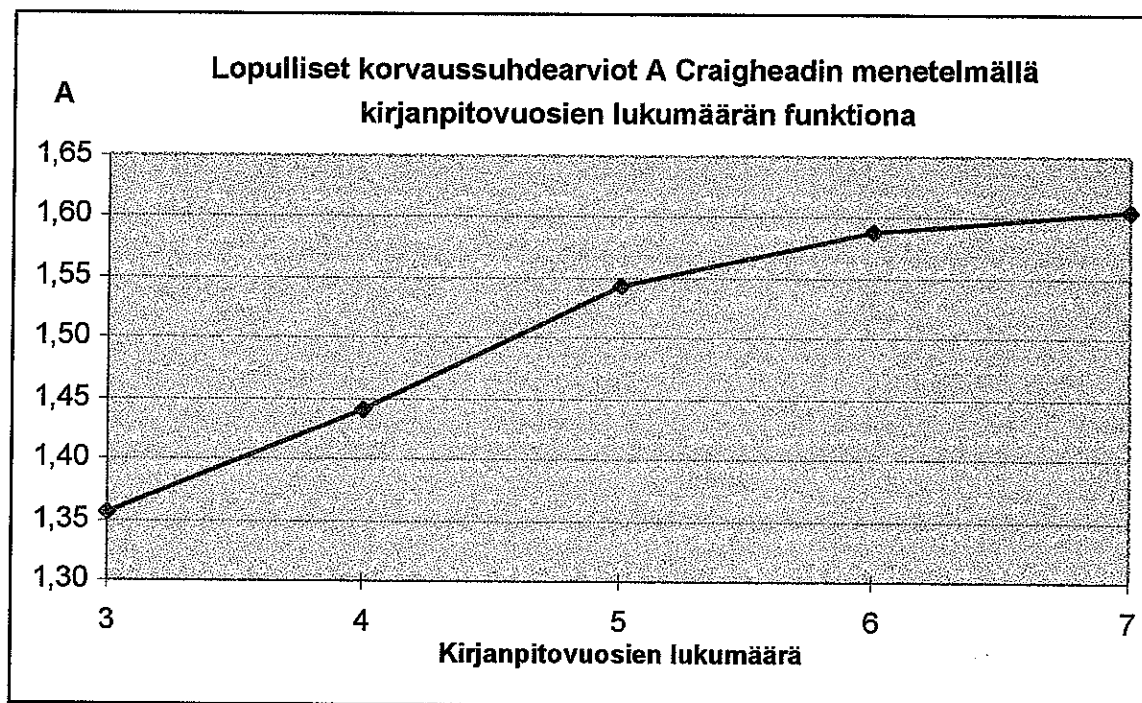
- Epähomogeeninenkin aineisto tulee ”täysinoppineeksi”. Kirjanpitoluvuosi 94 ja 95 tuottama lisäinfo on vähämerkityksellistä (siniset käyrät melko tasaantuneet. Jopa katastrofivahingot pääosin tasaantuneet keskimäärin viidessä vuodessa).

Tarkastellaan vielä miten Craigheadin menetelmä käyttäytyy, kun havaintojen lukumäärä kasvaa kolmesta seitsemään. Otetaan tarkastelun kohteeksi merkintävuosi 1989 katastrofi-property-liikkeestä ja etsitään paras sovitus ensin kolmen, sitten neljän jne. ja lopulta seitsemän havaintopisteen perusteella. Kuviossa 22 näkyvät vastaavat sovitukset.



Kuvio 22: Craigheadin menetelmän riippuvuus historian pituudesta

Lopulliset korvaussuhdearviot A kasvavat uusien havaintopisteitten myötä 1,355:sta 1,601:een. Suurin ”hyppäys” tapahtuu, kun neljäs havaintovuosi otetaan käyttöön. Tämä neljäs vuosi on kantavuoden 89 kohdalla kirjanpitoluvuosi 92. Näyttäisi siltä, että kirjanpitoluvuonna 92 merkintävuoden 89 suurkanastrokeista maksetut korvaukset ovat saaneet aikaan spiraalin (ks. kappale 3.1.2.). Kuvioon 23 on koottu lopulliset korvaussuhteet, kun kirjanpitoluvuosiin lukumäärä kasvaa kolmesta seitsemään.



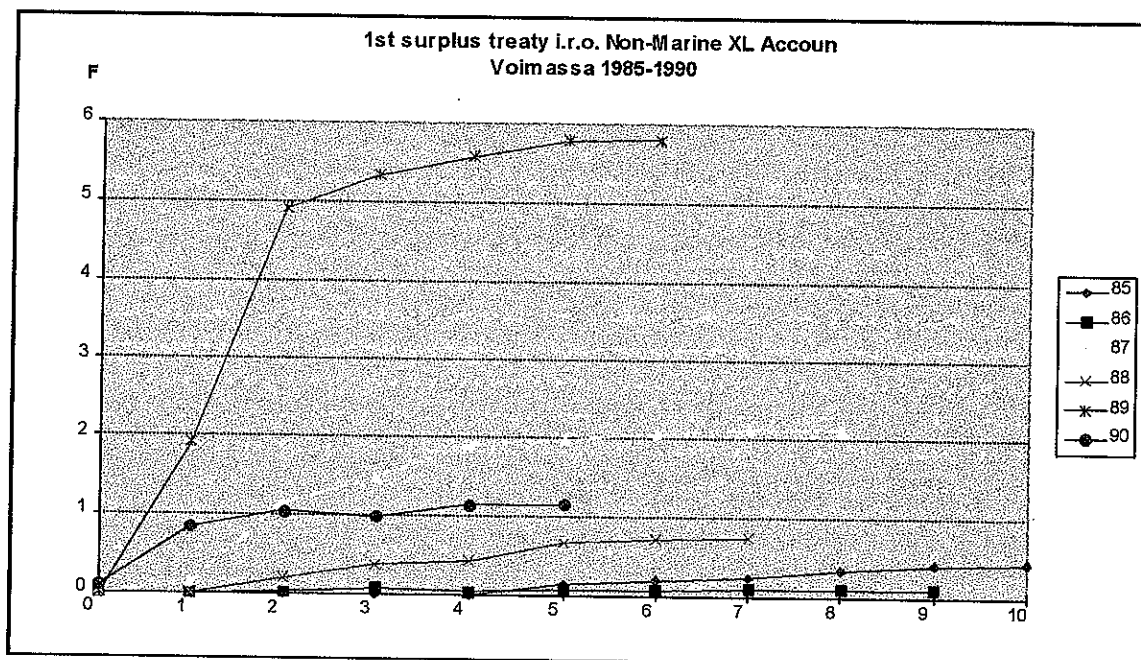
Kuvio 23: Craigheadin menetelmän riippuvuus historian pituudesta

Kuvion 23 käyrä on nouseva eli menetelmä antaa siis nykytietämyksen valossa liian optimistisia arvioita lopullisesta korvaussuhdearviosta A, kun havaintoja eli kirjanpito vuosia on käytössä vähän. Sovitettava Craigheadin käyrä pyrkii tasaantumaan liian nopeasti, kun sillä on mahdollisuus eli totuus ei ole vielä realisoitunut. Sovituksissa painotus on ollut t^3 , joka siis painottaa voimakkaasti tuoreita havaintoja. Tämä ei kuitenkaan ole riittänyt kompensoimaan toteuman ”kiharuutta” havaintosarjan alkupäässä. Tämä alkupään ”kiharuus” on esteenä käyrän kasvulle myöhempinä vuosina (”symmetria”). Ilmeisesti uudet havainnot eli kirjanpito vuosi 1996 ja siitä eteenpäin edelleen tulevat huonontamaan lopullista korvaussuhdearviota. Kuvion 23 käyrä näyttäisi siltä, että lopullisen korvaussuhteen arvo äärettömyydessä (kun kirjanpito vuosien lukumäärä on ääretön) olisi ennustettavissa Craigheadin menetelmällä.

4.3. Muutokset merkintävuositasolla

Muutos voi tapahtua merkintävuositasolla eli yhden sopimuksen eri merkintävuodet voivat käyttäytyä hyvin eri tavalla. Syynä voi olla eri kantavuosiin hankitut erilaiset sisäänrakennetut suojat, jolloin yhtiölle tulevat nettoluvut kertyvät erilaisina. Eri kantavuosiin sisältyy eri määrä suurvahinkoja. Esimerkiksi 1983, 1989 ja 1990 ovat kuuluisia runsaslukuisista katastrofivahingoista. Tarkastellaan erästä käytännön esimerkkiä. Tarkasteltava sopimus on suhteellinen, mikä tarkoittaa sitä, että jälleenvakuutettujen vastuiden vakuutusmaksut ja korvaukset jaetaan sedentin ja jälleenvakuutajan kesken saman suhdeluvun mukaisesti. Kyseessä on Lontoolainen sopimus ”1st Surplus Treaty I.R.O. Non-Marine XL Account” uy:t 85-90, jossa kantavuodet

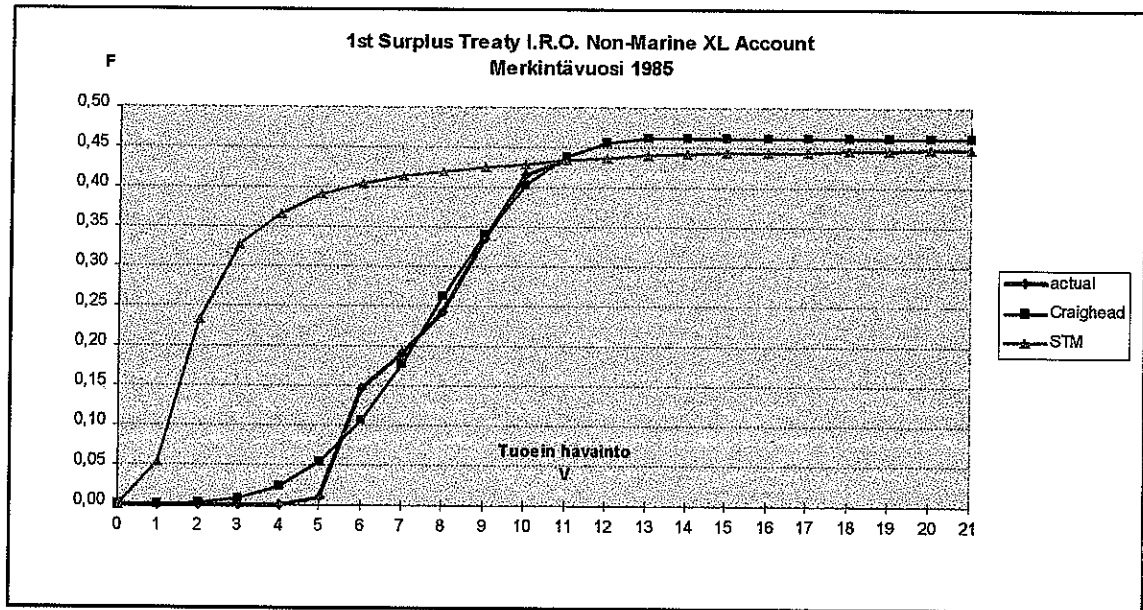
käyttäytyvät hyvin eri tavalla kummastakin edellä mainitusta syystä. Sopimuksen tietyt kantavuudet ovat täynnä katastrofivahinkoja ja sopimukseen on olemassa sisäänrakennettu suoja. Tilityslaskelmat saadaan ainoastaan nettona eli sisäänrakennettujen suojien jälkeen. Kuviossa 24 on korvaussuhteen kertymät kantavuosittain (nettona).



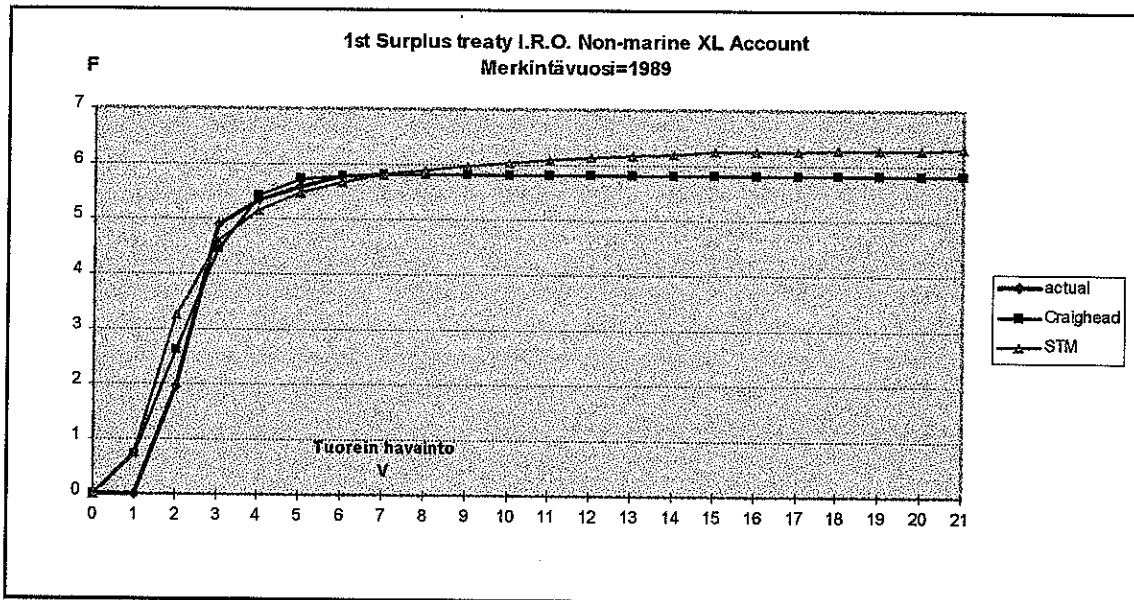
Kuvio 24: Toteutuneet korvaussuhteen kertymät

Voidaan todeta, että kantavuudet ovat sekä korvaussuhteiltaan että kertymältään hyvin erilaisia. Sopimus kuuluu edellä läpikäytyyn property-liikkeeseen, joten STMn menetelmän keskimääräinen korvaussuhteen kertymäkäyrä saadaan sieltä.

Tarkastellaan kantavuusia 85 (kuvio 25) ja 89 (kuvio 26).



Kuvio 25: Kantavuosi 1985 eri menetelmillä

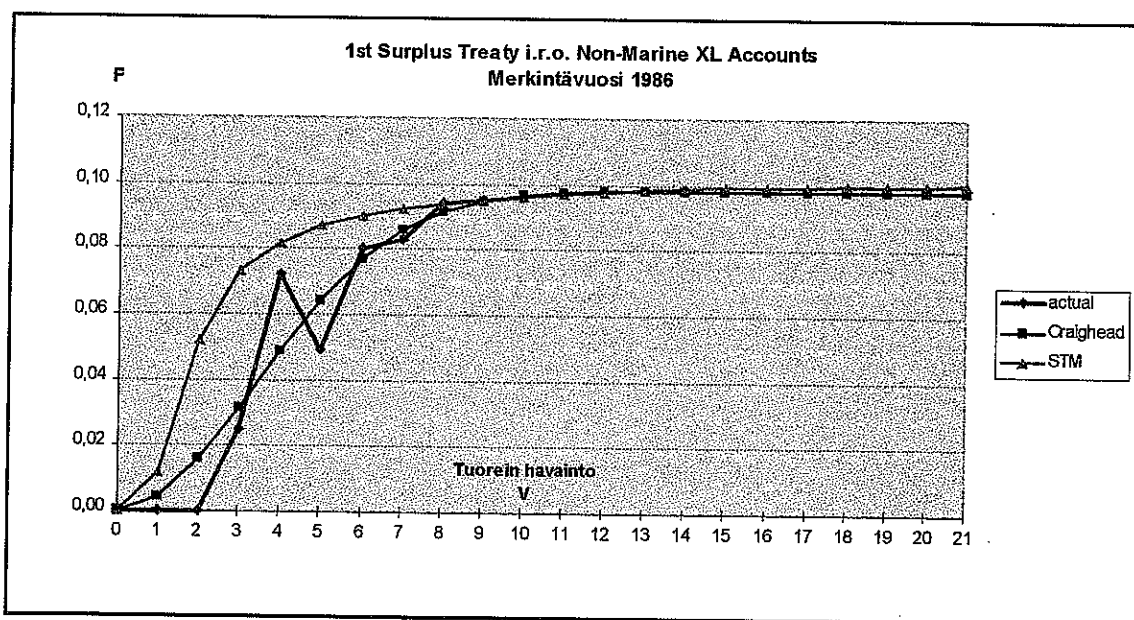


Kuvio 26: Kantavuosi 1989 eri menetelmillä

Vuosi 85 ei sisällä katastrofeja, mikä näkyy hyvästä korvaussuhteesta. Sen sijaan vuosi 89 on täynnä niitä (toteutunut korvaussuhde 5,7). Toisaalta uy 85 kertyy selvästi hitaammin kuin kyseiseen luokkaan kuuluva sopimus keskimäärin. Merkille pantavaa vuodessa 85 on se, että vahingot alkavat kertyä vasta kuudentena kirjanpitoluotena. Tähän on kaksi selitystä: Sopimus kattaa korkeita layereita (*layer* ks. kohta 3.1.2. toinen kappale) ja sisäänrakennetut suojat riittävät ensimmäisiin vahinkoihin. STMn menetelmä tekee todennäköisesti pientä alivarausta. Craigheadin sovitus näyttää kohtalaisen hyvältä ja johtaa kolme prosenttia korkeampaan lopulliseen korvaussuh-

teeseen. Vuosi 89 kertyy suurin piirtein samalla nopeudella kuin property-luokkaan kuuluva keskimääräinen sopimus, vaikka onkin korvaussuhteeltaan keskimääräistä huomattavasti huonompi. Myös Craigheadin käyrä näyttää sopivan havaintoaineistoon kohtalaisen hyvin, vaikka se ei ennustakaan korvaussuhteelle enää kasvua. STMn menetelmä johtaa 9 prosenttia huonompaan korvaussuhteeseen kuin Craigheadin menetelmä.

Tarkastellaan vielä kantavuutta 1986 (kuvio 27).



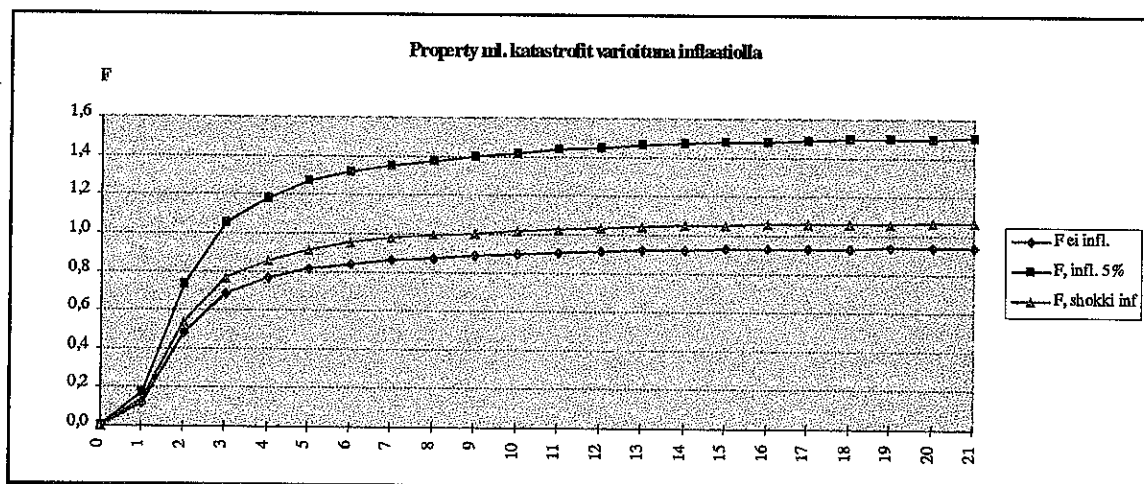
Kuvio 27: Kantavuosi 1986 eri menetelmillä

Kuviossa näkyy selvästi sisäänrakennettujen suojien vaikutus toteutuneeseen korvaussuhteeseen. Vahinkoja on ensin kirjattu 4 vuotta bruttona ja suojista saadut palautukset hyvitetty ja kirjattu viidentenä vuonna. Tästä esimerkistä käy hyvin ilmi sisäänrakennettujen suojien aiheuttamat varaamisongelmat, varsinkin kun tiedot saadaan sedentiltä/brokerilta nettolukuina (kuten tässäkin sopimuksessa). Tulokset vaihtelevat huomattavasti laskenta-ajanhetkestä riippuen. Jos jäljellä olevaa kehitystä arvioidaan neljän vuoden historian perusteella saadaan varmasti moninkertaiset varaukset verrattuna vastaaviin laskelmiin vuotta myöhemmin. Tämä koskee molempia menetelmiä. Nyrkkisääntönä voidaankin sanoa että varauslaskelmat tulisi tehdä bruttolukuihin perustuen ja näin saaduista vastuuveloista pyrkiä vähentämään suojien osuus. Valitettavasti bruttolukuja ei useinkaan ole käytettävissä. Tässä esimerkissä STMn menetelmä antaa kaksi prosenttia korkeamman arvion kuin Craigheadin menetelmä kun laskelmat tehtiin koko 10 vuoden havaintoaineistolla.

Toiseksi kerrotaan samainen korvausmatriisi ”25%:n shokki-inflaatiomatriisilla”:

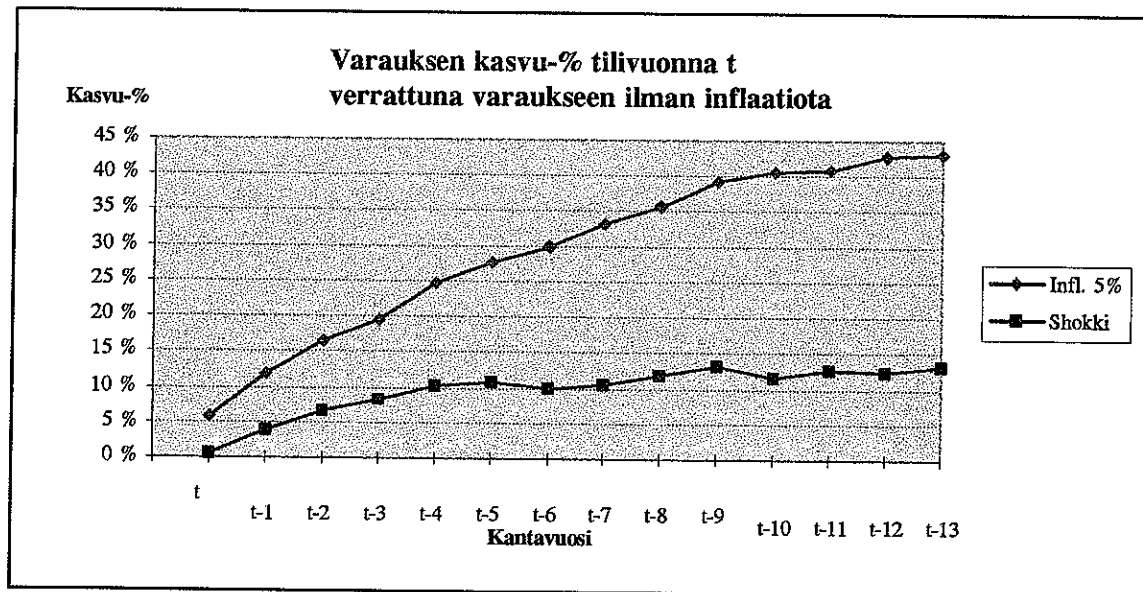
Uy	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
78	0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
79	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
80	2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
81	3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
82	4	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
83	5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
84	6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
85	7	1,000	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
86	8	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
87	9	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
88	10	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
89	11	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
90	12	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
91	13	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
92	14	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
93	15	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
94	16	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
95	17	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250

Inflaation vaikutus maksumatriisiin jätetään huomioimatta. Sen jälkeen lasketaan korvaussuhteen kertymäfunktio F kummassakin tapauksessa. Piirretään kertymäkäyrät kuvioon 28:



Kuvio 28: Inflaation vaikutus STMn menetelmään

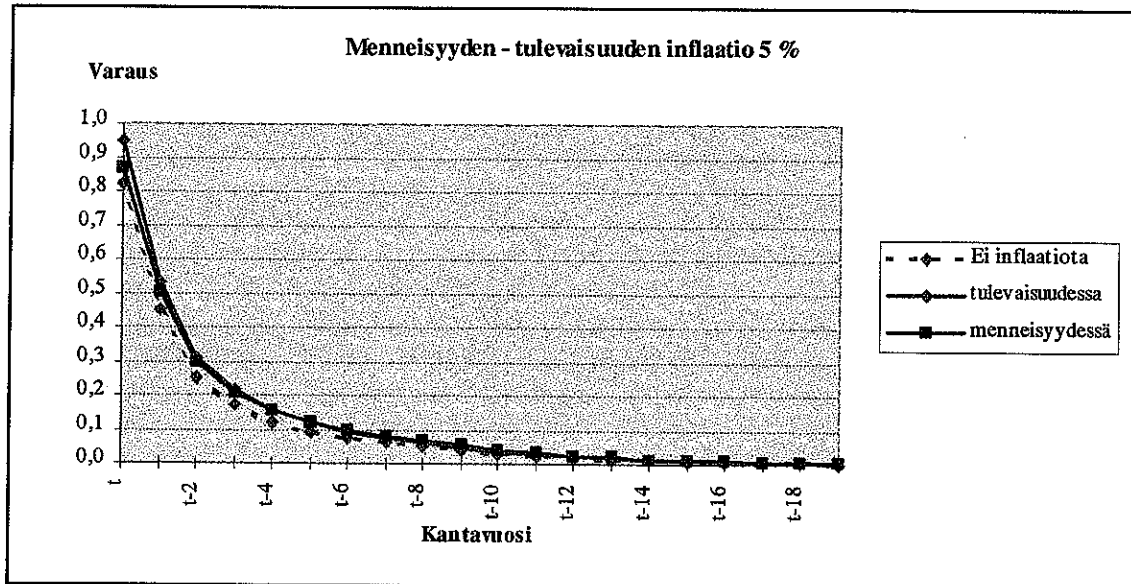
Shokki-inflaatio siis kasvattaa lopullista korvaussuhdetta arvosta 0,933 arvoon 1,063, kun taas 5%:n vuotuinen inflaatio huomattavasti enemmän eli arvoon 1,501. Kuviossa 29 näkyy miten inflaatio on vaikuttanut STMn menetelmän mukaisiin varauksiin, kun korvaussuhdekäyrät on laskettu edellä inflaation muuttamasta aineistosta.



Kuvio 29: Inflaation vaikutus STMn menetelmän varauksiin

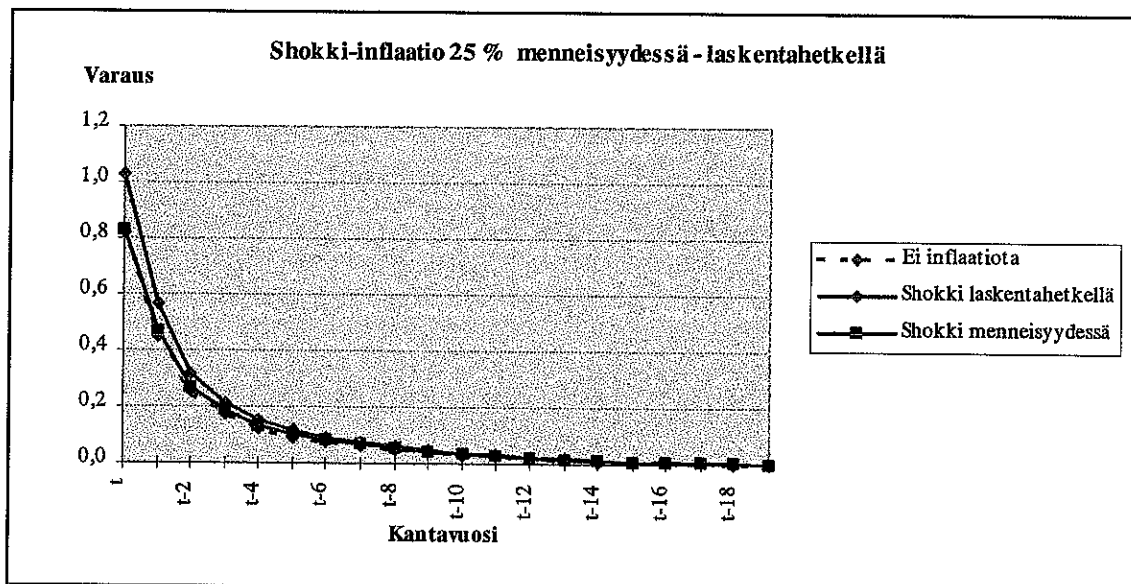
Jos oletetaan, että inflaatio on nolla laskentahetkestä eteen päin, antaa STMn menetelmä 6-43 % liian korkeita varauksia, jos korvaussuhteen kertymäkäyrä on laskettu aineistosta, jossa on ollut 5 %:n inflaatio. Vastaavasti edellä kuvattu 25 %:n shokki-inflaatio aiheuttaa 0-13 % liian korkeita varauksia kantavuodesta riippuen.

Tarkastellaan vielä tilannetta, että 5 %:n vuotuinen inflaatio jatkuu tasaisena laskentahetken jälkeenkin: tehdään inflaatiovapaasta aineistosta laskettuihin varauksiin inflaatiokorjaus (kuviossa 30 "tulevaisuudessa"-käyrä). Verrataan näin saatuja varauksia 5 %:n inflaation sisältävästä aineistosta laskettuihin varauksiin (kuvion 30 "menneisyydessä"-käyrä). Kuvion 30 perusteella voidaan todeta, että kun varaukset on laskettu aineistosta, joka sisältää vuosittain tasaisen inflaation, se tekee varauksen myös tulevaisuuden inflaatiota ajatellen kohtalaisen hyvin. Tuoreimman merkintävuo- den eli laskentavuoden varaus tosin on 9 % riittämätön, mutta vuotta t-4 vanhemmat kantavuodet tulevat vastaavasti jonkin verran ylivaratuiksi.



Kuvio 30: Inflaation vaikutus varaukseen

Tarkastellaan vielä, miten menneisyyden shokki-inflaatio onnistuu varautumaan vastaavaan shokkiin tulevaisuudessa. Lasketaan siis varaus ilman inflaatiota lasketusta aineistosta (Ei inflaatiota). Tehdään tähän inflaatiokorjaus olettamalla että 25 %:n shokki-inflaatio tapahtuu laskentahetkellä eli kerrotaan ilman inflaatiota laskettu varaus 1,25:llä (Shokki laskentahetkellä). Vertaillaan, miten menneisyyden eli vuoden 1989 vastaava shokki-inflaatio (Shokki menneisyydessä) pystyy varautumaan laskentahetken inflaatioon.

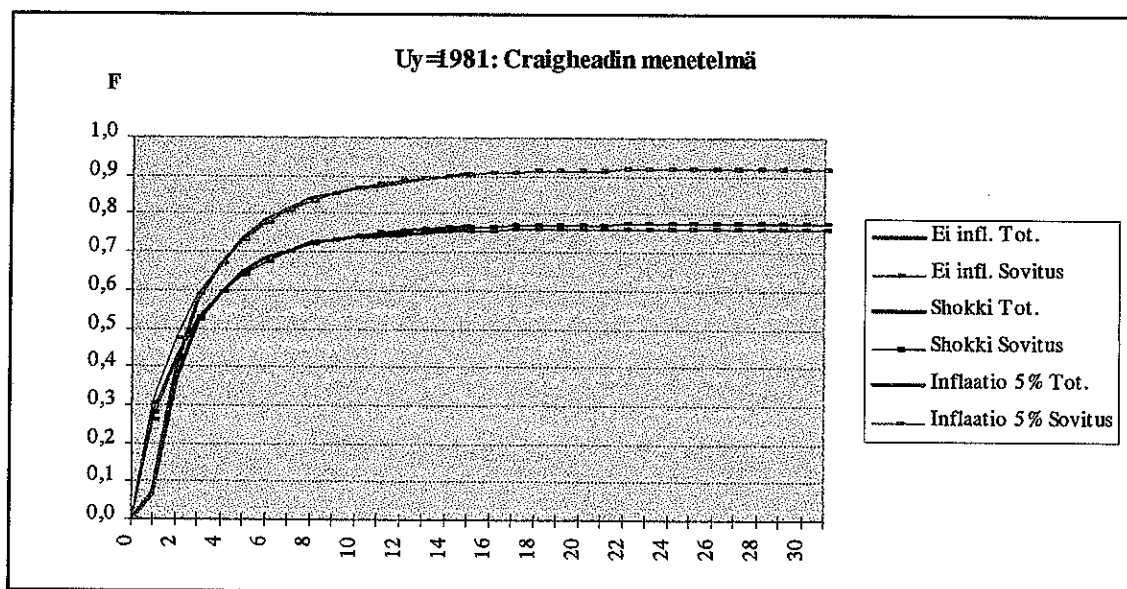


Kuvio 31: Shokki-inflaation vaikutus varaukseen

Kuten kuviosta 31 havaitaan yksittäinen shokki-inflaatio menneisyydessä ei juurikaan riitä varautumaan tulevaisuuden vastaavaan shokkiin. Tuorein kantavuosi jää 20 % alivaratuksi jos shokki-inflaatio yllättää laskentahetkellä, vaikka varaukset olisi

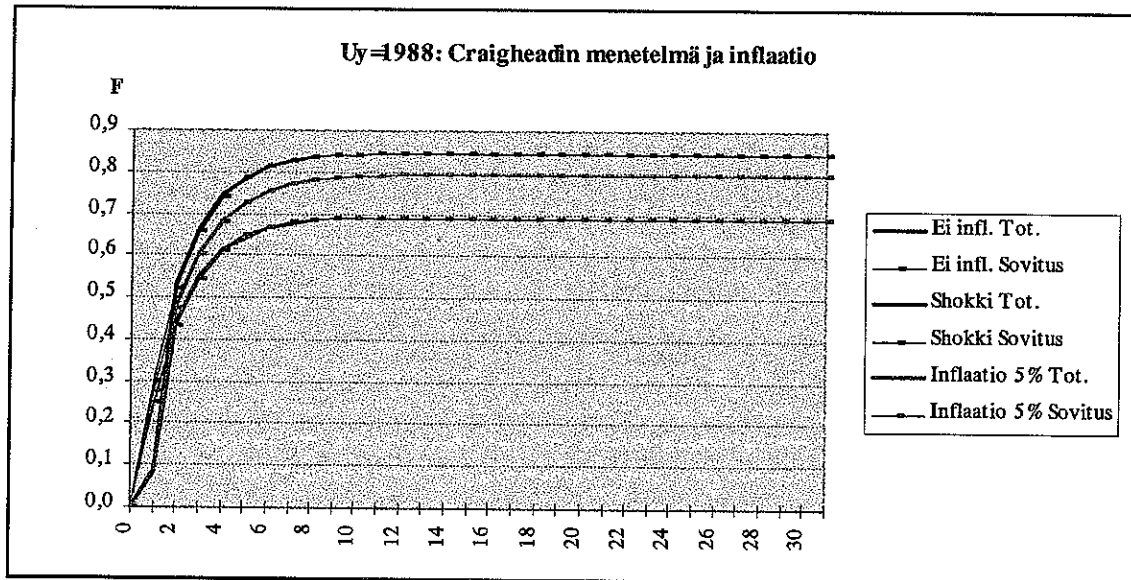
laskettu aineistosta, johon sisältyi vastaava shokki-inflaatio. Varaus jää alimittaiseksi myös kaikkien muittenkin kantavuusien osalta, vaikkakaan ei yhtä paljon.

Inflaatio vaikuttaa Craigheadin menetelmään samansuuntaisesti kuin STMn menetelmä, mutta vielä paljon voimakkaammin. Tarkastellaan esimerkinomaisesti kahta kantavuutta: 1981 (kuvio 32) ja 1988 (kuvio 33). Oletetaan samat inflaatio-oletukset kuin STMn menetelmässäkin.



Kuvio 32: Inflaation vaikutus Craigheadin menetelmään (Uy=1981)

Menetelmän antama varaus kasvaa "5% inflaation" tapauksessa 900 % (0,001:stä 0,010:een) ja "shokki-inflaation" osalta 500 % (0,001:stä 0,006:een). Jos ajatellaan varautumista tulevaisuuden vuosittaiseen 5 %:n inflaatioon, riittäisi 20 % korotus varaukseen verrattuna ilman inflaatiota laskettuun varaukseen. Vastaavasti 25 %:n korotus riittäisi luonnollisesti laskentahetkellä tapahtuvaan yksittäiseen shokki-inflaatioon. Toteutunut inflaatio aiheuttaa siis huomattavaa yliverausta: 900% >> 20% ja 500% >> 25%.



Kuvio 32: Inflaation vaikutus Craigheadin menetelmään (Uy=1988)

Menetelmän antama varaus kasvaa ”5% inflaation” tapauksessa 110 % (0,005:stä 0,011:een) ja ”shokki-inflaation” osalta 40 % (0,005:stä 0,007:een). Jos taas ajatellaan varautumista tulevaisuuden inflaatioon, olisi 11 %:n korotus riittävä vuotuiselle 5 %:n inflaatiolle ja 25 %:n korotus laskentahetken shokki-inflaatiolle. Voidaan siis todeta, että Craigheadin menetelmä on yliherkkä toteutuneelle inflaatiolle.

Ideaalitapauksessa inflaation suhteen tulisi toimia seuraavasti:

- Menneisyyden inflaatio tulisi eliminoida. STMn menetelmässä run off-matriisit tulisi muuttaa nykyhetken rahaksi ja näin saatujen matriisien perusteella laskea korvaussuhteen referenssikertymäkäyrät.
- Kummassakin menetelmässä varattavan sopimuksen toteutuneitten korvausten kertymät tulisi muuttaa ei kumulatiivisiksi, putsata inflaatiosta muuttamalla ne nykyhetken rahaksi ja tehdä takaisin kumulatiivisiksi.
- Arvioida korvaukset tai korvaussuhteet lopullisiksi.
- Ennakoida tulevaisuuden inflaatiokehitys (perusinflaatio ja mahdolliset shokit) kirjanpito vuosittain
- Korjata ilman inflaatiota lasketut tulevaisuuden korvaukset inflaatioennusteella.
- Summata inflaatiolla korjattu korvausmenoarvio.

Jälleenvakuutuksessa tämä toimii yleensä vain teoriassa. Menneisyyden inflaation eliminoiminen on yleensä mahdoton tehtävä. Tulevaisuuden inflaation ennakoiminen on taatusti vieläkin hankalampaa.

4.4.2. Portfoliosiirrot

Tutkitaan seuraavaksi portfoliokirjausten vaikutusta tarkasteltaviin menetelmiin erään käytännöstä peräisin olevan esimerkin avulla. Tarkastellaan lontoolaista sopimusta "Non-Marine and Aviation Q.S. LMX", joka oli voimassa vuosina 1972-1983.

Kyseinen sopimus sisältyy edellä kuvattuun katastrofivahinkoja sisältävään property-liikkeeseen (Alicia ja Winter Freeze vuonna 1983). Sopimusta kirjataan kantavuositalla normaalisti ensimmäiset neljä vuotta. Neljännen vuoden päättyessä vastuut portfolioidaan seuraavalle kantavuodelle. Kyseisen sopimuksen portfoliovahinkokirjaukset ovat taulukoiden 3 ja 4 mukaiset:

Taulukko 3: Portfoliovahinkoveloitukset (1.000 mk)

Uy	Kp-vuosi - Uy				
	0	1	2	3	4
72	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	342
75	0	0	0	0	0
76	0	0	0	545	0
77	0	0	0	769	0
78	0	0	0	0	0
79	0	0	0	2.408	0
80	0	0	0	78	3.029
81	0	0	0	4.948	0
82	0	0	0	9.069	0
83	0	0	0	0	0

Taulukko 4: Portfoliovahinkohyvitykset (1.000 mk)

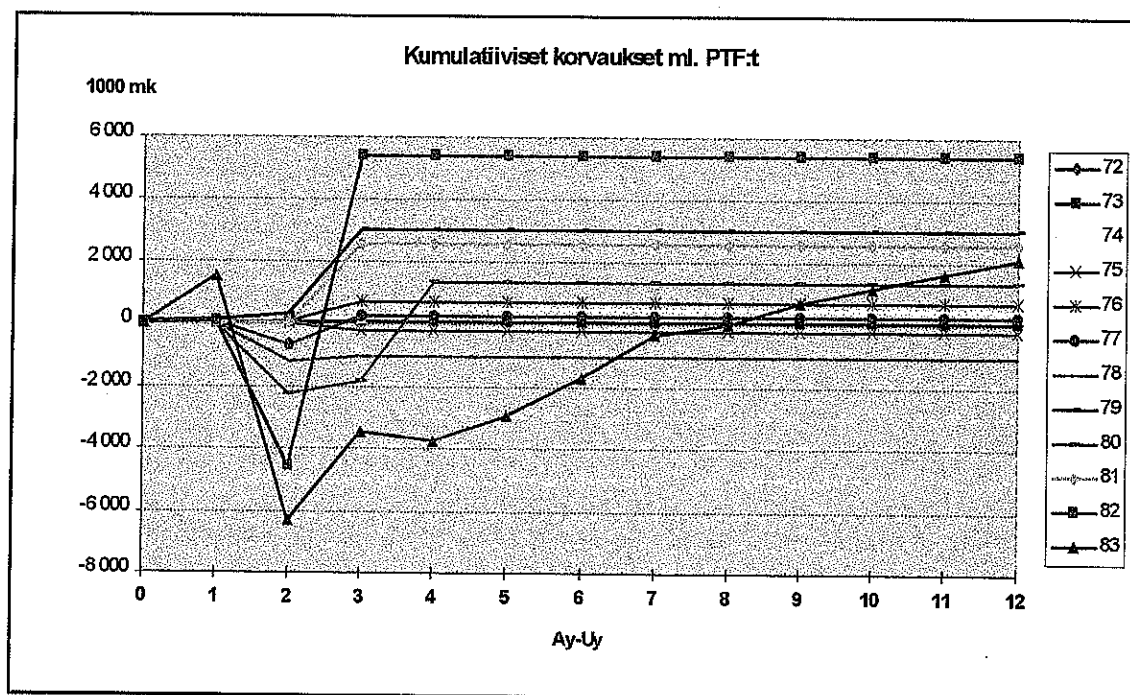
Uy	Kp-vuosi - Uy				
	0	1	2	3	4
72	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0
75	0	0	0	-342	0
76	0	0	0	0	0
77	0	0	-802	9	0
78	0	0	-1.275	0	0
79	0	0	0	0	0
80	0	0	-2.385	0	0
81	0	0	-77	-3.020	0
82	0	0	-4.948	0	0
83	0	0	-9.069	0	0

Kun nämä sisällytetään varsinaisiin korvauskirjauksiin, saadaan taulukon 5 mukainen korvausten ei-kumulatiivinen run off-matriisi.

Taulukko 5: Korvaukset ml. vahinkoportfoliokirjaukset (1 000 mk)

Uy	Kp-vuosi - Uy												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
72	0	0	18	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	13	41	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	64	66	2	30	342	0	0	0	0	0	0	0	0
75	1	1	21	-263	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	27	58	622	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	20	57	-749	900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	0	40	-1.252	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	52	79	179	2.720	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	3	36	-2.261	358	3.200	0	0	0	0	0	0	0	0
81	1	19	-15	2.573	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	6	45	-4.599	9.943	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	1.554	-7.845	2.811	-276	835	1.181	1.391	393	663	446	478	478

Kun tämä run off-matriisi muutetaan kumulatiiviseksi, saadaan kuvion 34 mukaiset korvausten kertymät



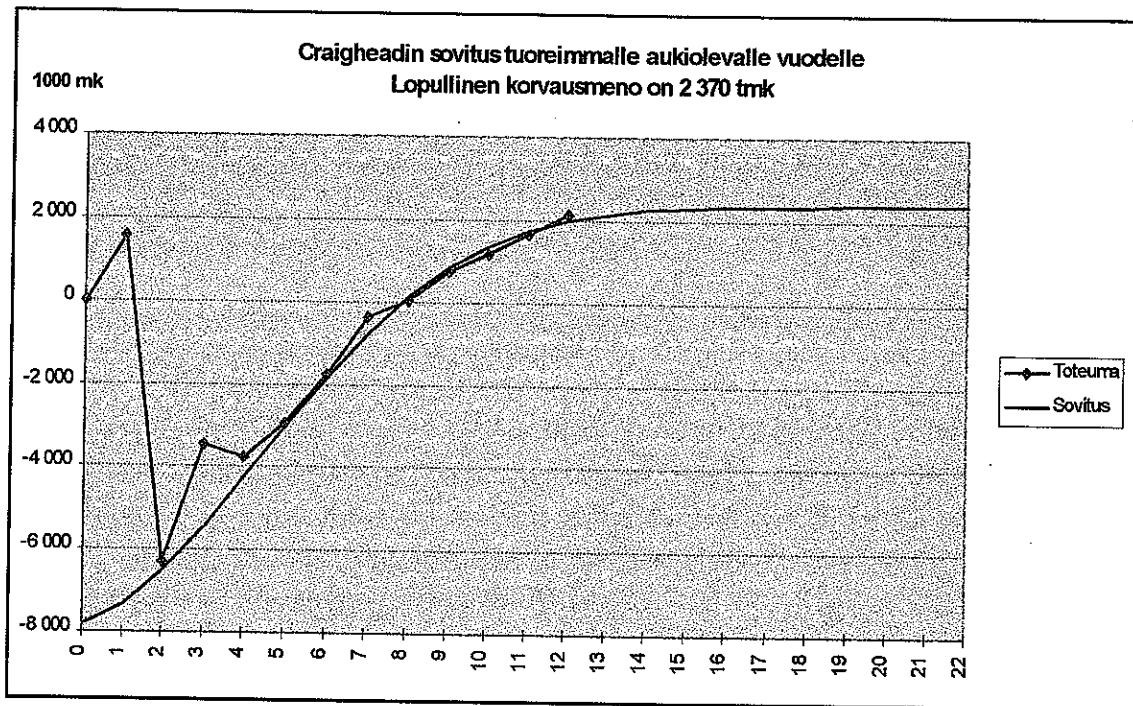
Kuvio 34: Portfoliosiirtojen vaikutus kumulatiiviseen korvauskehitykseen

Kuten kuviosta 34 näkyy, pysähtyy muitten kuin tuoreimman kantavuoden korvauskehitys normaalisti tilivuoteen uy+3 tai uy+4. Sen sijaan tuoreimman kantavuoden 1983 korvauskehitys jatkuu yhä. Nyt on kuitenkin muistettava että tilivuodesta 1986 lähtien siihen ilmoitetut korvaukset saattavat kuulua mille tahansa kantavuosisista 1972-83. Kantavuositarkastelu ei siis onnistu kolmen ensimmäisen tilivuoden jälkeen.

Tarkastellaan menetelmien toimivuutta tällaisissa tilanteissa. STMn menetelmä ei toimi ollenkaan tällaisissa tapauksissa. Kantavuosille 1972-1982 ei selvästikään enää kirjata korvauksia, joten niitten osalta varaus on nolla, mutta miten tulisi arvioida tuorein auki oleva kantavuosi 1983. Sen vahingot ovat kaikki eri-ikäisiä, eikä referenssikäyrää voida sovittaa toteutuneeseen vahinkohistoriaan. STMn menetelmän osalta on lisäksi muistettava että suuria portfoliokirjauksia sisältävät sopimukset on poistettava aineistosta referenssikäyriä laskettaessa, koska nämä kirjaukset vääristävät keskimääräisen vahinkokehityskäyrän harhaanjohtavaksi varsinkin, jos portfoliosiirtoja on aineistossa runsaasti.

Craigheadin menetelmää voidaan yrittää käyttää edellä kuvatussa tapauksessa. Kuten edellä todettiin vain "kantavuoden" 1983 korvauskehitys jatkuu. Craigheadin käyrää voidaan yrittää sovittaa vuoden 1983 korvauskertymään jättämällä pois alkupään havainnoista ainakin ensimmäiset kolme. Jätetään pois laskuista neljä ensimmäistä havaintoa ja lisätään havaintoihin 8 000 tmk. Sovitetaan näin saatuun aineistoon

Craigheadin käyrä. Vähennetään sovitukselta 8 000 tmk. Saadaan kuvion 35 mukainen sovitus.



Kuvio 35: Craigheadin käyrän sovitus ainoaan auki olevaan vuoteen

Lopullinen korvausmeno on Craigheadin käyrän mukaan 2 370 tmk. Koska korvauksen kumulatiivinen kertymä on 2 109 tmk, saataisiin vastuuvélaksi laskentahetkellä 261 tmk. Craigheadin menetelmän käyttökelpoisuus riippuu siitä, onko käytössä riittävän tasaisesti kertyvää historiaa, johon sovitus voidaan tehdä. Kuvitellaan tilannetta vuoden 1987 lopussa: "kantavuodet" 1972-1982 on suljettu ja ainoa auki oleva vuosi on 1983, josta on olemassa toteutuma pisteissä 0,1,2,3 ja 4. Kun katsotaan tätä dataa kuviosta 35, voidaan todeta, että mitään edellytyksiä Craigheadin menetelmän soveltamiselle ei ole.

4.4.3. Data

Vertailtaessa menetelmiä sen suhteen miten ne selviytyvät erilaisista dataan liittyvistä ongelmista, voidaan todeta, että STMn menetelmän rasitteeksi voidaan katsoa se että se vaatii tuekseen referenssikäyrän maksetuista korvauksista, sattuneista vahingoista tai vahinkosuhteesta. Kappaleessa 3.2.3. luetellut dataan liittyvät ongelmat ovat kaikki hankaloittamassa luotettavan referenssikäyrän laskemista omasta aineistosta. Pienelle yhtiölle oman aineiston riittävyys onkin usein esteenä menetelmän käytölle. Toisaalta jos kohtalaisen luotettava referenssikäyrä on pystytty tuottamaan omasta aineistosta tai on muuten käytössä, on STMn menetelmä siinä mielessä datan suhteen ongelmatto-

Craigheadin menetelmän modifikaatioista ensimmäisenä mainittakoon "Double Craighead Curve", jolloin sovitettava käyrä on muotoa

$$y(t) = A_1 \cdot (1 - e^{-(t/b_1)^2}) + A_2 \cdot (1 - e^{-(t/b_2)^2})$$

Tämä sovitus on omiaan sopimukseen, jossa on sisällä kahdenlaista riskiliikettä esimerkiksi lyhythäntäistä property-liikettä ja pitkähäntäistä casualty-liikettä tai casualty-sopimukseen, jossa on keskipitkä ja erittäin pitkä häntä. Tässä sovituksessa on estimoitavia parametreja kaikkiaan kuusi kappaletta, mikä on alaraja toteutuneen korvauskertymän havaintopisteitten lukumäärälle. Erikoistapauksena Double Craighead-käyrästä mainittakoon seuraava yksinkertaistus: Käytäntö on osoittanut että c-parametrin arvo 2 on usein paras mahdollinen. Tällöin double-käyrä voidaan kirjoittaa muotoon

$$y(t) = A_s \cdot r_s \cdot (1 - e^{-(t/b_s)^2}) + A_l \cdot (1 - r_s) \cdot (1 - e^{-(t/b_l)^2}),$$

missä alaindeksi s kuvaa lyhythäntäistä ja l pitkähäntäistä riskiä. Tässä kaavassa on itse asiassa vain neljä riippumattomaa parametria, koska kertoimet

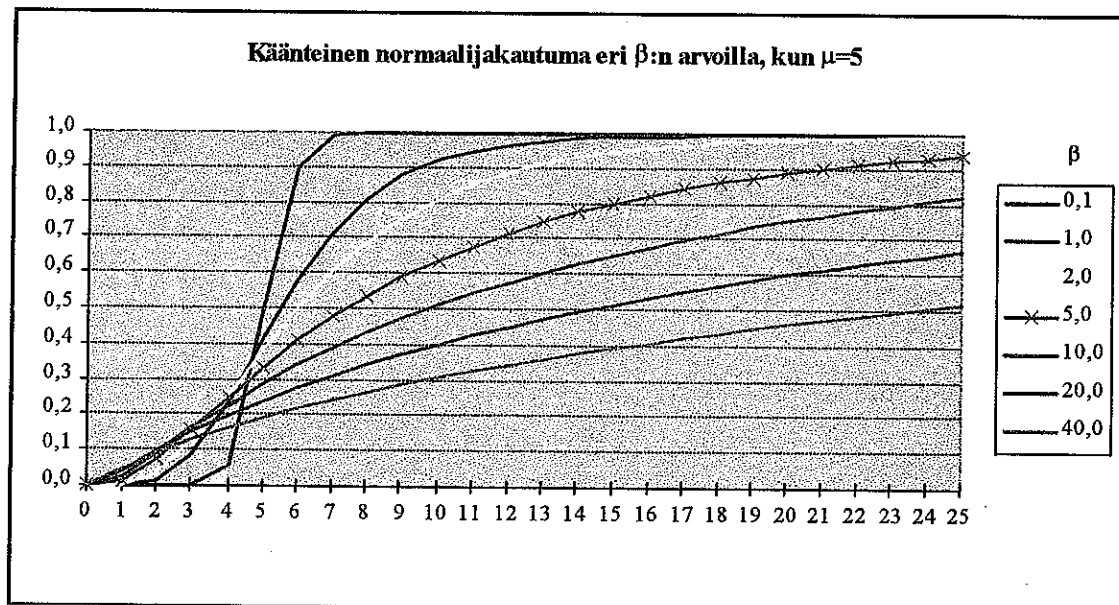
$A_s \cdot r_s$ ja $A_l \cdot (1 - r_s)$ voidaan tulkita kahdeksi riippumattomaksi parametriksi.

Craigheadin käyrän (Weibullin jakautuman) sijasta voidaan käyttää muita jakautumafunktioita. Käytännössä Craigheadin käyrää käyttökelpoisemmaksi useassa tapauksessa on osoittautunut käänteinen normaalijakautumafunktio, joka tasaantuu Craigheadin käyrää hitaammin. Käänteisen normaalijakautuman kertymäfunktio $F(t)$ on muotoa:

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sqrt{\beta \cdot t}}\right) - \exp\left(\frac{2 \cdot \mu}{\beta}\right) \cdot \Phi\left(-\frac{t + \mu}{\sqrt{\beta \cdot t}}\right), \quad t > 0, \mu > 0 \text{ ja } \beta > 0$$

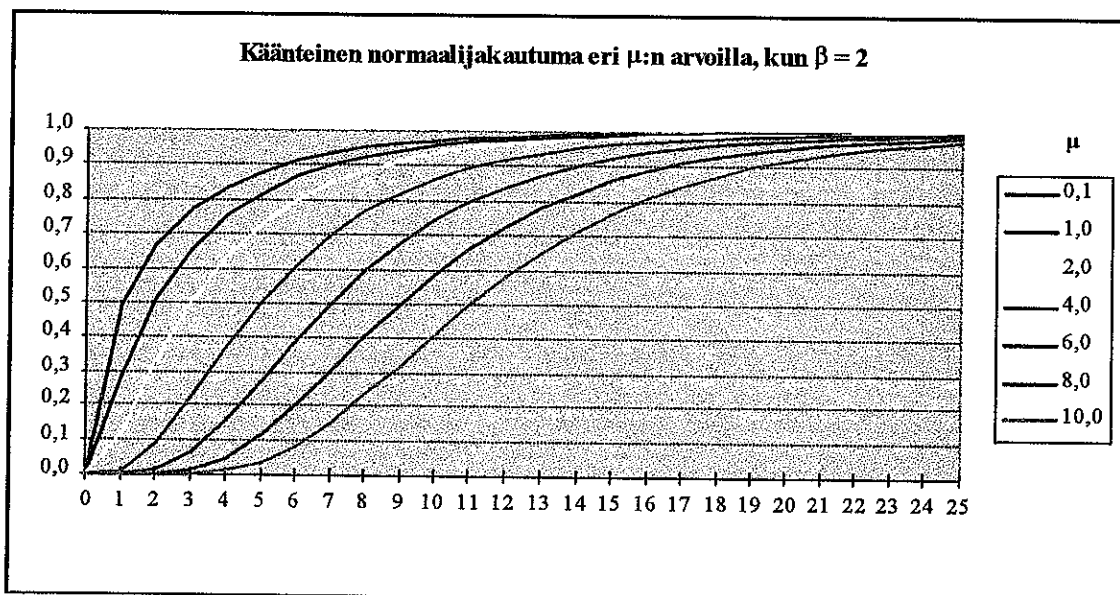
kun Φ on normaalijakautuman kertymäfunktio.

Kuviossa 36 on varioitu parametria β parametrin μ ollessa vakio ($=5$).



Kuvio 36: Käänteisen normaalijakautuman riippuvuus parametrilla β

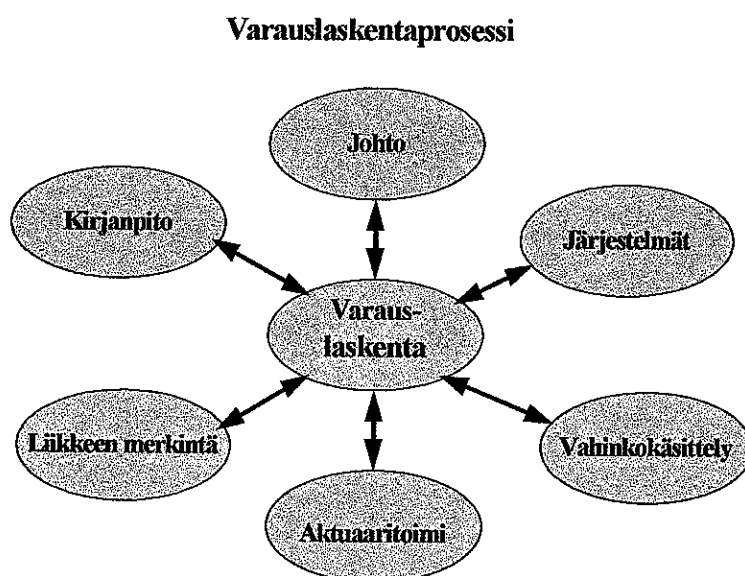
Vastaavasti kuviossa 37 on varioitu μ -parametria β :n ollessa vakio ($=2$). Käänteisen normaalijakautuman etuna Weibullin jakautumaan nähden on sen epäsymmetrisyys.



Kuvio 37: Käänteisen normaalijakautuman riippuvuus parametrilla μ

6. Yhteenveto

Edellä on tarkasteltu kahta erilaista varausmenetelmää. Menetelmiä, niitten erityispiirteitä ja kykyä selviytyä erilaisissa reaali maailman tilanteissa on tutkailtu lähinnä empiirisesti. Varauslaskennasta puhuttaessa on syytä tiedostaa, että varauslaskenta ei ole pelkästään kertyneen datan mallintamista ja mekaanista menetelmien hyväksikäyttöä. Onnistunut varauslaskenta on monen tekijän hyvän yhteistyön tulos.



Kuvio 38: Varauslaskentaprosessi

Varauslaskenta vaatii varattavan liikkeen hyvää tuntemusta eli saumatonta yhteistyötä liikkeen merkitsijöiden eli underwritereiden kanssa. Aktuaarin tulee nähdä numeroiden taakse ja ottaa varauksia laatiessaan huomioon varattavaan liikkeeseen liittyvä toteutuneessa vahinkohistoriassa näkymätön informaatio. Käyrän sovitus voi tilastollisessa mielessä olla erittäin hyvä, mutta aktuaarin näkökulmasta täysin epäonnistunut - tai päinvastoin. Jälleenvakuutuksen varauslaskentaan liittyy aina erittäin paljon epävarmuustekijöitä. Yhtiön johdon tulee ymmärtää tämä perustaessaan päätöksiään aktuaarin laatimiin arvioihin. Tehokas vahinkokäsittely on välttämätön edellytys varauslaskennan onnistumiselle. Vahinkoseuranta ja vahinkoerittelyjen vaatiminen on edellytyksenä myös omien jälleenvakuutussuojien perinnälle. Ajantasalla olevat tietojärjestelmät ovat merkityksellisiä paitsi varauslaskennalle myös yhtiön lähestulkoon kaikille muillekin toiminnoille.

Tarkastelun kohteena olevia menetelmiä vertailtaessa suurin ero on siinä että STMn menetelmän tukena on referenssikäyrä, joka perustuu laajempaan tilastoaineistoon

kuin yksittäiseen varattavana olevaan sopimukseen. Jos tarkasteltavalle sopimukselle on pystytty hankkimaan omasta aineistosta tai ulkoisista lähteistä sopimusta hyvin kuvaava referenssikäyrä, sitä kannattaa ilman muuta hyödyntää. Menetelmä toimii silloin luotettavammin kuin Craigheadin menetelmä varsinkin tuoreille kantavuosille. Pienille yhtiöille riittävän tilastoaineiston löytäminen on kuitenkin usein ongelma. Jos referenssikäyrä ei kaikilta osin olekaan varattavaa sopimusta vastaava, saattaa menetelmä helposti johtaa virhearvioon.

Craigheadin menetelmän etuna vastaavasti on se että se ei tarvitse tuekseen minkäänlaista muuta tilastoaineistoa. Tarvitaan vain varattavan sopimuksen vahinkohistoria ja varaus perustuu yksinomaan siihen. Menetelmän etuna on myös sen havainnollisuus. Graafeista on helppo ”nähdä”, miten hyvin sovitus on onnistunut. Suurimpana heikkoutena on tuoreet kantavuodet, joissa tasaantumista ei vielä ole tapahtunut. Jäännöseliösummakäyrä on usein silloin ”L”:n muotoinen eikä menetelmä anna ratkaisua.

Molemmat menetelmät ovat käyttökelvottomia tapauksissa, joissa vahinkohistoriaa ei vielä ole kertynyt. Tällaisissa tapauksissa varauksen voi perustaa sopimuksen ”exposure”-analyysiin, joka kuvattiin kappaleessa 4.4.3. Sopimuksen ”Exposure”-analyysi on hyvänä tukena myös jonkun menetelmän antamalle ratkaisulle.

Varausmenetelmiä vertailtaessa voidaan tuskin koskaan sanoa että jokin menetelmä on muita parempi. Menetelmä voi olla muita parempi tietyissä tilanteissa pystyen ottamaan huomioon joitakin reaali maailman ilmiöitä paremmin kuin joku toinen menetelmä jääden vastaavasti toiseksi joissakin muuntyyppisissä tilanteissa. Laskettaessa varausta jollekin sopimukselle, kannattaa käyttää mahdollisimman monta erilaista tilastollista menetelmää ja analysoida vielä sopimuksen exposure ja saatujen ratkaisujen perusteella reaali maailman kvalitatiiviset seikat huomioiden valita realistisimmalta tuntuva arvio.

Kirjallisuutta:

- Benjamin and L.M. Eagles: Reserves in Lloyd's and the London Market (Journal of the Institute of Actuaries Vol. 113 Part II September 1986)
- Benjamin and L.M. Eagles: A Curve Fitting Method and a Regression Method
- David Craighead: Financial Analysis of a Reinsurance Office
- Institute of Actuaries: Claims Reserving Manual (Seminaarijulkaisu 2/1989)
- London Market Actuaries Group: Lloyd's and The London Market
- George Maher: Loss reserves in the London Market (Reinsurance Volume 26 Number 2, May 1995)
- P N Matthews: Catastrophe Evaluation (Esitelmä Casualty Actuarial Seminar'issa Orlandossa 13.9.1993)
- P N Matthews, D I Tomlinson and M G White: Portfolio Transfers (Commutation Working Party, GIRO 1990)
- T Pentikäinen, H Bonsdorf, M Pesonen, J Rantala ja M Ruuhonen: Insurance Solvency and Financial Strength
- Matti Ruuhonen: Ulkomaisen jälleenvakuutuksen problematiikka (Esitelmä Aktuaariyhdistyksessä 27.2.1995)
- Suomen vakuutusalan koulutus ja kustannus Oy: Vakuutussanasto

