

TASOITUSVARAUKSEN ALA- JA YLÄRAJA ELÄKEVAKUUTUKSESSA

Sisällysluettelo

	sivu
1. Varautuminen vahinkomenon heilahteluihin	1
1.1. Toimintapääoman vähimmäismäärä, cmat rahastot	1
1.2. Tasoitusvaraus	2
1.3. Jälleenvakuutus	2
1.4. Luottotappiovaraus	3
2. Tasoitusvarauksen ala- ja ylärajan määräämisessä käytettävät periaatteet	4
2.1. Vahinkovakuutus	4
2.2. Henkivakuutus	4
2.3. Eläkevakuutus	5
3. Vahinkomenon satunnaisheilahtelu	7
3.1. Vakuutusyhtiön vastuulla oleva liike	7
3.1.1. TEL:n peruseläkevakuutus	7
3.1.2. TEL:n lisäeläkevakuutus	7
3.1.3. Vapaamuotoinen lisäeläkevakuutus ja yksilölinen eläkevakuutus	
3.1.4. YEL:n mukainen eläkevakuutus	8
3.1.5. Laskuperusteiden muutoksesta johtuva rahastotäydennys	8
3.2. Vahinkomenon satunnaisheilahtelun arviointi	8
3.2.1. Arviointimenetelmä	8
3.2.2. Kertymäfunktioiden $S(x)$ estimointi	9
3.2.2.1. TEL-P-työkyvyttömyyseläke	9
3.2.2.2. TEL-P-perhe-eläke	10
3.2.2.3. TEL-L-työkyvyttömyyseläke	10
3.2.2.4. TEL-L-perhe-eläke	11
3.2.2.5. Jälleenvakuutuksen huomioon ottaminen	11
3.3. Vahinkomenon arvioitu satunnaisheilahtelu	11
3.3.1. Tasoitusvarauksen alarajaa määrättäessä huomioon otettava satunnaisheilahtelu	13
3.3.2. Tasoitusvarauksen ylärajaa määrättäessä huomioon otettava satunnaisheilahtelu	16
4. Vahinkomenon huojunta	18
4.1. Työkyvyttömyysmeno	18
4.1.1. Käytettävissä olevat tilastot	19
4.1.2. Arvioitu huojunta	21
4.1.3. Tasoitusvarauksen työkyvyttömyysoosan mitoitus	21

naisheilahteluun liittyvän termin merkitys on vähäinen, voidaan yläraja tältä osin mitoittoa melko karkeasti: Tasoitusvarauksen ylärajaksi asetetaan analogisesti vahinkovakuutuksen kanssa vähintään 2 M. Yllä esitetty kerroin $\sqrt{2} \cdot 4$ pyöristetään 6:ksi ja oletetaan riippumattomaksi suhteesta $\frac{M}{a}$. Näin saadaan tulokseksi:

Tasoitusvarauksen ylärajaa mitoitettaessa satunnaisheilahteluna käytetään suuretta 6 a, missä a on määriteltä kohdan 3.3.1. kaavan (3) yhteydessä. Lisäksi ylärajalle asetetaan ehto $T_{\max} \geq 2M$. Suureet a ja M lasketaan olettaen, että jälleenvakuutusta ei ole.

Todettakoon, että ellei tasoitusvarauksen ylärajaan sisältyisi muita termejä kuin edellä mainitut työkyvyttömyys- ja perhe-eläkkeen satunnaisheilahtelu, vastaisi valittu raja suhdeluvusta $\frac{M}{a}$ riippumatta vähintään todennäköisyyttä 0.995, kun tarkastellaan 1 vuoden toimintaa. Kahden vuoden toimintaa ja todennäköisyyttä 0.995 ajatellen valittu raja olisi yksinään eräissä tapauksissa liian alhainen.

4. Vahinkomenon huojuuta

Kohdassa 3 on käsitelty vahinkomenon satunnaisheilahtelua olettaen, että vahinkotodennäköisyys pysyy muuttumattomana. Kohdassa 4 tarkastellaan vahinkotodennäköisyyden muutosten sekä eräiden muiden kohdan 3 tarkastelun ulkopuolelle jääneiden ilmiöiden vaikutusta vahinkomenon heilahteluun. Kohtien 4.1. - 4.3. tarkastelu koskee ainoastaan TEL-vakuutusta.

Tarkastelussa kiinnitetään päähuomio siihen, mitä taloudellinen lama voi vaikuttaa työkyvyttömyys- ja maksutappioliikkeeseen. Lisäksi tarkastellaan jonkin verran myös kuolleisuuden muutoksiin liittyviä ilmiöitä sekä ei-riskiliikkeen vahinkomenon heilahtelua.

4.1. Työkyvyttömyysmeno

Työkyvyttömyysmenoon liittyvää vahinkomenon heilahtelua tarkasteltaessa on päähuomio kiinnitettävä lamakauteen liittyviin ilmiöihin. Suhdannetaantumana aikana nämä ilmiöt näkyvät osittaisina

Varauduttaessa työkyvyttömyysvakuutuksen osalta taloudellisen lamakauden vaikutuksiin tulee ottaa huomioon seuraavat seikat

- työkyvyttömyysmenoon vaikuttaa huomattavasti halukkuus tai paine siirtyä eläkkeelle. Tämä tuli selvästi ilmi tasokorotuksen 1.1.1975 yhteydessä: Kun tieto korotuksesta tuli julkisuuteen vähenivät eläkehakemukset 20-30 %. Vastaavasti hakemusten ja myöntöjen määrä oli jopa 50 % edellisvuotista suurempi vuoden 1975 loppupuolella

- laman aikana paine työkyvyttömyyseläkkeelle siirtymiseen lisääntyy
- aktiivien palkkasumma, johon verrannollisella maksulla työkyvyttömyysmeno katetaan, alenee työllisyysasteen heikennyttyä
- eläkepalkan määräämistavasta johtuen lamakauden alussa, jolloin ansiotason nousuvauhti alenee tai muuttuu jopa negatiiviseksi, eläkepalkka muodostuu systemaattisesti suuremmaksi kuin vastaava aktiivien palkka, mikä lisää työkyvyttömyysmenoa
- työkyvyttömyysmaksu TEL-peruseläkevakuutuksessa ei ole vielä teoreettisesti oikea vaan nuorilla liian suuri ja vanhoilla liian matala. Lisäksi maksu on vain iästä, ei esim. ammatista, riippuva. Tämä johtaa siihen, että eri vakuutusyhtiöt ovat kannan rakenteesta riippuen eri asemassa varsinkin, koska maksutaso mitoitetaan pikemminkin keskimääräisen menon kuin suurimman menon mukaisesti

ns. tuntemattomien eläkkeiden varaus on TEL-P-vakuutuksessa ollut viime vuosina yhtä suuri kaikilla vakuutusyhtiöillä. Eläketapausten käsittelystä riippuen saattaa varaus olla joko liian pieni tai liian suuri. Erityisesti konkurssitapauksissa tuntemattomia eläketapauksia varten tehty varaus voi olla liian pieni.

4.1.1. Käytettävissä olevat tilastot

Koska lakisääteistä eläkevakuutusta on harjoitettu vasta va-
jaat 15 vuotta, on edellä esitettyjen ilmiöiden vaikutusten arvioimiseksi käytettävissä melko vähän tilastoja, mikä lienee varsin yleistä vahinkomenon huojustaa arvioitaessa.

Lähtökohtana työkyvyttömyysmenon huojustaa arvioitaessa on ollut lähinnä seuraavat kaksi tilastoa: Aktuaarilautakunnan eläkejack-
sen kokoama vakuutusyhtiöiden työkyvyttömyysmenoa vuosina 1968 -
1974 koskeva tilasto sekä Eläke-Varman, Kalervon ja Ilmarisen
kannasta koottu konkurssieja koskeva tilasto. Työkyvyttömyysme-
noa koskeva tilasto on esitetty liitteenä 3.

Sen testaamiseksi, voivatko em. tilastossa esiintyvät työkyvyttö-
myysmenon perättäisten vuosien poikkeamat johtua pelkästä sattu-
masta, laskettiin taulukon 2 perusteella tunnusluvut
$$\frac{|p_v - p_{v-1}|}{2} \cdot \sqrt{\frac{n_v + n_{v-1}}{2}}$$
, missä n_v on arvioitu tk-tapausten
määrä tarkasteltavassa ryhmässä vuonna v ja p_v on taulukossa 2
esitetty suhteellista työkyvyttömyysmenoa kuvaava luku vuonna v .
Sivulla 12 esitetyn taulukon perusteella voidaan olettaa, että
em. tunnusluvun ollessa suurempi kuin 4, sattuman mahdollisuus on
alle 0.5 %, ja tunnusluvun ollessa suurempi kuin 3, alle 2.5 %.
Suurimmat em. tavalla määrätty tunnusluvut olivat

Aura	3.5 (1973/1974)
Eläke-Varma	6.0 (1968/1969)
Ilmarinen	7.1 (1968/1969)
Kalervo	5.6 (1973/1974)
Kansa	0.7 (1969/1970)
Liv-Alandia	1.0 (1970/1971)
Pohja	4.0 (1969/1970)
Verdandi	3.1 (1969/1970)

Siis työkyvyttömyysmenossa on eräillä yhtiöillä ollut heilahtelua, jonka ei voida katsoa johtuvan sattumasta. En. tilastossa esiintyvät heilahtelut ovat kuitenkin niin vähäisiä, että niiden perusteella ei kannata yrittää tehdä työkyvyttömyysmenon suurimmasta mahdollisesta heilahtelusta johtopäätöksiä.

Sen arvioimiseksi, miten lamakausi voi kasvattaa työkyvyttömyysmenoa, koottiin Eläke-Varman, Kalervon ja Ilmarisen vakuutuskanassa konkurssiin vuosina 1967 - 1975 päättyneitten yritysten työkyvyttömyyseläkemenot konkurssivuodelta ja kahdelta sitä edeltäneeltä vuodelta. Näiden tapausten osalta laskettu työkyvyttömyysmeno P^I oli seuraava

	Eläke-Varma.		Kalervo		Ilmarinen		Yhteensä	
	P^I	$\sum_{i,t} k_{i,t} S_{v,v}$	P^I	$\sum_{i,t} k_{i,t} S_{v,v}$	P^I	$\sum_{i,t} k_{i,t} S_{v,v}$	P^I	$\sum_{i,t} k_{i,t} S_{v,v}$
								Mmk
1975	..	..	4.2 %	11.5 Mmk	..	..	4.2%	11.5
1974	22.3 %	1.3 Mmk	1.2 %	18.6 Mmk	3.5 %	6.4 Mmk	2.8%	26.3
1973	4.5 %	4.4 Mmk	1.5 %	23.4 Mmk	3.8 %	12.3 Mmk	2.5%	40.1
1972	2.4 %	4.9 Mmk	1.7 %	13.9 Mmk	1.5 %	6.8 Mmk	1.8%	25.6
1971	7.6 %	4.1 Mmk	..	..	..	..	7.6%	4.1
1970	2.3 %	6.4 Mmk	..	..	..	..	2.3%	6.3
1969	0.7 %	4.8 Mmk	..	..	..	..	0.7%	4.8
1968	5.5 %	2.2 Mmk	..	..	..	..	5.5%	2.2
1967	4.2 %	3.8 Mmk	..	..	..	..	4.2%	3.8
							2.8%	124.7

Cheinen meno sisältää jonkin verran myös tuntemattomien eläketaapausten varalta tehdyn varauksen purkautumista, mutta joka tapauksessa meno on vastaavaan normaaliin menoon verrattuna keskimäärin 2 - 3-kertainen.

Vertailun vuoksi voidaan vielä todeta, että suurimmat Eläke-Varman kannasta lasketut normaalit suurten yritysten (yli 400 työntekijää) työkyvyttömyysmenot ovat olleet 2 - 3-kertaisia keskimääräismenoon verrattuna.

4.1.2. Arvioitu huojunta

Työkyvyttömyysvakuutuksen osalta mahdollinen vahinkomenon nousu voidaan arvioida seuraavasti.

Syvän laman aikana työttömyysaste voinee nousta yli 10 %:n. Esimerkiksi vuodesta 1928 vuoteen 1932 pieneni teollisuuden palveluksessa olevien työntekijöiden luku n. 25 %:lla. Karkeasti voitaneen olettaa, että 20 % vakuutetuista voi joutua vastaavaan asemaan kuin konkurssitapauksissa, jolloin tästä johtuva vahinkomenon kasvu voisi olla $0.2 \cdot 2 = 40 \%$, jos tämän ryhmän työkyvyttömäksi tulotodennäköisyys oletetaan 3-kertaiseksi normaaliin verrattuna. Jos muiden henkilöiden osalta työkyvyttömäksi tulotodennäköisyys kasvaa 1,5-kertaiseksi, johtuu tästä vahinkomenon kasvu joka on $0,8 \cdot 0,5 = 40 \%$.

Aktiivien palkkasumman 20 %:n supistumisesta johtuva menon kasvu on 25 % laskettuna supistuneen kannan palkkasummasta.

Eläkepalkan laskutavasta voidaan arvioida johtuvan 20 %:n korotus jonkin vuoden eläkemenoihin.

4.1.3. Tasoitusvarauksen työkyvyttömyysosan mitoitus

Tasoitusvarauksen alarajaa mitoitettaessa voitaneen lähteä siitä, että huojunnasta tulisi ottaa huomioon se osa, joka johtuu yhtiöiden vakuutuskantojen erilaisuudesta. Jos lama koettelee kaikkia yhtiöitä ankarasti, lienee tarvittaessa käytettävissä keinoja (esim. rahastointiasteen muutos), joilla perusteet saadaan lähes välittömästi muutetuiksi siten, että tappiota ei synny.

Liitteen 3 perusteella arvioituna yksityisten vakuutusyhtiöiden meno näyttää poikenneen enintään 25 % keskimääräisestä. Taloudellinen lama voisi korottaa heilahtelua arviolta 30 - 50 %:ksi. Tämä merkitsee sitä, että satunnaisheilahtelun lisäksi työkyvyttömyysmenossa tulisi olla alarajaa määrättäessä huojuntaa kuvaava termi, joka olisi suuruusluokkaa $0.3 - 0.5 \cdot$ omalla vastuulla oleva työkyvyttömyyseläkkeen vuosimaksu.

Tasoitusvarauksen ylärajaa mitoitettaessa voitaneen edellä esitetyn perusteella olettaa, että vahinkomeno voi 2 vuoden ajan olla runsaat 100 % normaalia suurempi, ennen kuin vahinkokehitys voidaan ottaa huomioon laskuperusteissa. Lisäksi on huomattava, että tuntemattomia työkyvyttömyyseläkkeitä varten tehty varaus voi lisäantyneiden työkyvyttömyystapausten vuoksi osoittautua riittämättömäksi. Viimeksi mainittu seikka tulee yhtiön vastuulla olevan liikkeen osalta ottaa huomioon

tasointusvarauksen työkyvyttömyysoosaa mitoitettaessa. Ns. oma-
vastuuyritysten (yli 600 työntekijää, vrt. 3.1.1.) osalta vas-
taava varaus kuuluu maksutappio-osaan.

Kun otetaan huomioon tuntemattomien varauksen osalta kohdassa 4.2.2.
tehtävä tarkastelu, voidaan tasointusvarauksen ylärajaksi aset-
taa työkyvyttömyysliikkeen huojunnan osalta yhtiön omalla vastuul-
la olevan vuotuisen riskimaksun 3-kertainen määrä.

Todettakoon, että edellä esitetty 100 %:n menon kasvu vastaa
asiallisesti henkivakuutuksen työkyvyttömyysliikkeen osalta
käytettävää huojuntavakiota. Nykyisin tasointusvarauksen ylära-
jana TEL-P-työkyvyttömyysvakuutuksen osalta käytetään muiden kuin
yli 600 vakuutettua käsittävien yritysten osalta laskettua 2 vuo-
den tk-maksutuloa.

4.2. Maksutappiot

Tasointusvarauksen maksutappio-osaa mitoitettaessa voidaan
lähtökohtana pitää samaa kuin työkyvyttömyysoosassakin: on voita-
va selvittää mahdollisen syvän taloudellisen laman aiheuttamista
maksutappioista. Maksutappioiden osalta voidaan lähtökohtana
todeta, että

- tasointusvarauksen maksutappio-osa tulee mitoitaa ottaen huo-
mioon luottotappiovaraus siten, että luottotappiovarauksella
katetaan ensisijaisesti sijoitustoiminnasta johtuvista saata-
vista aiheutuvat luottotappiot
- konkurssitapauksessa ei lakisääteisten vakuutusmaksujen etuoikeu-
della ole paljonkaan merkitystä. Tämän vuoksi on lähdeittävä
siitä, että konkurssitapauksissa varaudutaan maksutappioon
kaikkien saamatta olevien maksujen osalta
- työnantaja koettaa konkurssin lähestyessä siirtää maksujensa
eräkuukautta ja pitkittää maksujen maksamista niin, että kon-
kurssitapauksessa on varauduttava noin $1\frac{1}{2}$ vuoden osalta mää-
rättävien maksujen menetykseen.

4.2.1. Käytettävissä olevat tilastot

Sellaisia tilastoja, joita voidaan käyttää hyväksi maksutappio-
osan mitoituksessa, on ollut saatavissa varsin vähän.

Konkurssseista tehdyissä 1930-lukua koskevilla tilastoilla on tilastoitu vararikkojesien varat ja velat mutta ei sen sijaan yritysten suuruutta. Näitä tilastoja ei juuri voi käyttää hyväksi.

1930-luvun lamasta on sen sijaan käytettävissä kaksi tietoa, joita voidaan jossain määrin käyttää hyväksi.

1^o. Vuodesta 1928 vuoteen 1932 aleni teollisuustyöntekijäin lukumäärä n. 25 %

2^o. Nettokansantuote aleni vuodesta 1928 vuoteen 1931 n. 21 %.

Työntekijäin eläkelain voimassa ollessa sattuneiden konkurssien johdosta saamatta jääneet vakuutusmaksut ovat toistaiseksi olleet niin vähäisiä, ettei niiden perusteella voida päätellä juuri mitään. Konkurssien selvittely on lisäksi useissa tapauksissa vielä kesken.

4.2.2. Arvioitu huojuunta

Kohdassa 4.2.1. esitettyjen lukujen perusteella voitaneen arvioida, että lamakausi voi johtaa noin 20 %:n suuruiseen työvoiman pienenemiseen yrityksissä. Kun oletetaan työvoiman pienenemisen pelkästään konkurssien kautta ja maksua oletetaan konkurssitapauksessa jäävän saamatta $1\frac{1}{2}$ vuodelta, saadaan maksujen menetysten ylärajaksi $0.2 \cdot 1\frac{1}{2} \cdot P = 0.3 P$, jossa P = vuotuinen maksutulo.

Työkyvyttömyysvakuutuksen tuntemattomien varauksen osalta voidaan konkurssitapausten osalta arvioida tarvittavan lisämaksua $0.2 \cdot (0.5 P^I) \cdot 2 = 0.2 P^I$, kun konkursseihin liittyvä työkyvyttömäksitulotodennäköisyys oletetaan keskimääräiseen verrattuna 3-kertaiseksi (P^I = vuotuinen tk-maksutulo). Työkyvyttömyyseläkkeiden voidaan konkurssitapauksessa olettaa liittyvän vielä vuoden ajan konkurssihetken jälkeen ko. työsuhteeseen, joten tämän vuoksi em. lukuun on lisättävä vielä yhdeltä vuodelta laskettu 3-kertainen meno $= 3 \cdot 0.2 P^I$. Näin saadaan mahdolliseksi lisämenoksi $0.2 P^I + 0.6 P^I = 0.8 P^I$. Tulos voitaneen pyöristää P^I :ksi.

Kuten kohdassa 4.1.3. on todettu, kuuluu tästä maksutappio-osaan TEL-P-liikkeen osalta $P^I - P^I_{\text{oma}}$, jossa P^I = koko TEL-P-työky-

vyttömyysliikkeen maksutulo ja P_{oma}^I = eläkelaitoksen vastuulla oleva osa P^I :stä (vrt. 3.1.1.).

4.2.3. Tasoitusvarauksen maksutappio-osan mitoitus

Edellä esitetyn perusteella tasoitusvarauksen maksutappio-osan yläraja tulisi olemaan TEL-vakuutuksessa muotoa

$$0.3 P + (P^I - P_{\text{oma}}^I) \quad (\text{TEL-P}),$$

$$0.3 P \quad (\text{TEL-L})$$

jossa P = vuotuinen maksutulo

P^I = vuotuinen työkyvyttömyysliikkeen maksutulo

P_{oma}^I = eläkelaitoksen vastuulla oleva osa P^I :stä.

Tasoitusvarauksen alarajaa mitoitettaessa voitaneen lähteä toimintansa lopettaneisiin yrityksiin kohdistuvien maksujen osalta siitä, että maksut menetetään kokonaan, ellei ole täyttää varmuutta jonkin maksun osan saamisesta. Muista perinnässä olevista maksuista, joita siis ei ole maksettu ajallaan, voitaneen menetykseksi arvioida jokin suhteellinen osuus. Tämä osuus voisi olla esimerkiksi 3 %, mikä olisi sama kuin kohdassa 1.4. mainittu EVL:n 46 §:n mukainen verotuksessa vähennyskelpoinen varaus.

Todettakoon, että muiden avoimien maksujen osalta, joita ei ole vielä yritetty periä, ei tarvinne erikseen tehdä varausta.

4.2.4. Luottotappiovarauksen huomioon ottaminen

Kuten kohdassa 4.2. on todettu, tulee luottotappiovarauksella ensisijaisesti kattaa sijoitustoiminnasta johtuvista saamisista aiheutuvat luottotappiot.

Siltä osin kuin rahastojen katteena on VYL:n 47 §:n mukainen vakuus, luottotappiot ovat hyvin epätodennäköisiä. Sen sijaan muun sijoitustoiminnan osalta luottotappiot ovat mahdollisia, jopa todennäköisiä. Tasoitusvarauksen alarajan kannalta tämä merkitsee sitä, että luottotappiovarauksesta tulisi ensin katsoa sijoitustoimintaan liittyväksi osa

$$k_3 \cdot (1 - k_4) \cdot V,$$

jossa k_3 = kerroin, jonka arvo jätetään erikseen määrättäväksi (≤ 0.2 ?)

k_4 = se suhteellinen osa vastuusta, jolla on VYL:n 47 §:n mukainen kate

V = vastuu (vakuutusmaksuvastuu + korvausvastuu)

Tasoitusvarauksen ylärajaa määriteltäessä voidaan sijoitussaamisista johtuvien menetysten katteeksi ensin arvioida määrä 0.06 V, mikä likimain vastaa EVL:n 46 §:n mukaista maksimimäärää.

4.3. Perhe-eläkemeno

Poikkeuksellinen kuolleisuuden nousu aiheuttaa luonnollisesti perhe-eläkemenon lisäyksen niin TEL-P- kuin TEL-J-vakuutuksessakin.

Kuolleisuuden nousemisen varalta perhe-eläkeosaa mitoitettaessa on kuitenkin otettava huomioon, että vaikka perhe-eläkemeno kasvaakin suoraan verrannollisesti kuolleisuuden nousuun, syntyy samalla säästöä vastaisen vanhuuseläkevastuun, TEL-L:ssä myös vastaisen työkyvyttömyyseläkerahaston ylimääräisen vapautumisen muodossa. Todettakoon, että em. säästön merkitys voi olla erityisen suuri naisilla, joiden jälkeen maksettavien perhe-eläkkeiden kustannus on vähäinen.

Kuolleisuuden noususta johtuvaa menon lisäystä arvioitaessa on huomattava, että TEL-vakuutus on toissijainen esim. sotilasvammalain ja tapaturmavakuutuslain mukaisiin korvauksiin verrattuna, mikä osaltaan eliminoo menon kasvua.

4.3.1. Kuolleisuuden nousun vaikutus TEL-P-vahinkomenoon

Jos kuolleisuus nousee tasaisesti (s.o. yhtä monta %) kaikissa ikäluokissa voidaan miesten osalta ylimääräisesti vapautuneen vanhuuseläkerahaston arvioida kattavan n. 20 % perhe-eläkemenon noususta.

Todettakoon, että em. prosenttiluku riippuu TEL:n voimaantulovaiheessa tarkasteluvuodesta. Luku 20 % on arvioitu "tasapainotilan" vallitessa jolloin palkkaindeksin nousuksi on oletettu 10 %/v.

Naisten osalta kasvaneen perhe-eläkemenon voidaan arvioida tulevan kokonaan katetuksi, jos kuolleisuus nousee tasaisesti.

Koska kuitenkin ennalta ei voida arvioida, miten lisääntynyt kuolleisuus kohdistuu eri ikäluokkiin, voitaneen tasoitusvarauksen ylärajaa mitoitettaessa em. ylimääräinen vanhuuseläkerahaston vapautuminen jättää ottamatta huomioon.

4.3.2. Kuolleisuuden nousun vaikutus TEL-L-vahinkomenoon

TEL-L:n osalta voidaan todeta vastaava kuin TEL-P:n osaltakin, että vastaisten vanhuus- ja työkyvyttömyyseläkkeiden rahastosta vapautuva määrä kattaa osan nousseesta vahinkomenosta. TEL-L-vakuutuksen osuus on suurempi kuin TEL-P-vakuutuksessa johtuen rahastointitekniikassa olevista eroista.

Eläke-Varman kannasta vuonna 1974 sattuneiden perhe-eläketapausten osalta olisi rahastoista vapautunut n. 70 % lisääntyneestä perhe-eläkemenosta. Jos myös naisten osalta olisi tullut sama kuolleisuuden nousu, olisi miesten-naisten jälkeen tuleva perhe-eläkemenon nousu tullut katetuksi kokonaan ylimääräisillä vapautuneilla rahastoilla.

Koska TEL-L-vakuutuksenkaan osalta ei voida ennakoida sitä, mihin ikäluokkiin kuolemanvaaran nousu voisi kohdistua, voitaneen vastaisten vanhuus- ja työkyvyttömyyseläkkeiden rahastosta vapautuvat varat jättää ottamatta huomioon tasoitusvarauksen ylärajaa mitoitettaessa.

4.3.3. Tasoitusvarauksen perhe-eläkeosan mitoitus

On vaikeaa yksilöidä tarkasti miten kaikki ilmiöt voisivat nostaa kuolleisuutta siten, että se nostaisi myös TEL-perhe-eläkemenoa. Näitä voisivat olla, lainataksemme henkivakuutuksen tasoitusvarauksista pohdiskelleen toimikunnan raporttia, esimerkiksi seuraavat

- epidemiat
- saasteet
- luonnonolosuhteet (erittäin epätodennäköinen Suomessa)
- epäonnistuneet lääkkeet
- suuronnettomuudet (TEL-korvaus epävarma)
- laajamittaiset myrkytykset
- yhteiskunnan toiminnan häiriintyminen (TEL-korvaus epävarma)

Koska kuolemanvaaran nousun mahdollinen vaikutus on erittäin vaikeasti rajattavissa ja eläkevakuutuksen kannalta harvinainen ilmiö, se voitaneen tyytyä ottamaan huomioon ainoastaan tasoitusvarauksen ylärajaa mitoitettaessa.

Jos kuolleisuuden nousun johdosta perhe-eläkemenon arvioidaan voivan nousta 100 %, ja oletetaan, että se voidaan viimeistään kahden vuoden kuluttua ottaa huomioon maksun tasossa, tulisi tasoitusvarauksen ylärajan vastata tältä osin kahden vuoden perhe-eläkevakuutusmaksutuloa. Tämä vastaa nykyistä tasoitusvarauksen ylärajaa määrittäessä TEL-P-vakuutuksessa sovellettavaa menettelyä.

4.4. Tasoitusvarauksen kuolleisuusosa

Tasoitusvarauksen yläraja mitoitettiin kuolleisuuden osalta alunperin TEL-P-vakuutuksessa siten, että kuolleisuuteen liittyvän erityisvakion (b2) muuttaminen yhdellä yksiköllä olisi mahdollinen käyttämällä rahastotäydennykseen tasoitusvarausta.

Edellä esitetyssä mielessä kuolleisuusosa on kuitenkin tarpeeton, koska laskuperustemuutoksesta johtuva rahastotäydennys saadaan kohdan 3.1.5. mukaan tasauksesta. Näin ollen kuolleisuusosaa ei tätä tarkoitusta varten tarvita muualla kuin mahdollisesti vapaa-
muotoisessa ja yksilöllisessä eläkevakuutuksessa.

Kuolleisuusosa voitaisiin haluttaessa yhdistää perhe-eläkeosaan TEL:n ja YEL:n osalta. Toinen mahdollisuus on erillisen kuolleisuusosan säilyttäminen kuolleisuusliikkeen tulosta kuvaavana suurena. Oheinen tarkastelu on suoritettu jälkimmäisen vaihtoehdon pohjalta.

Tasoitusvarauksen alarajaa mitoitettaessa kuolleisuusosa voitaneen asettaa nolllaksi. Ylärajaa koskeva tarkastelu kuuluu osana kohtaan 4.5.

4.5. Ei-riskiliikkeen menon heilahtelu

Edellä on jo TEL-L-vakuutuksen osalta kiinnitetty jonkin verran huomiota myös vahinkomenon siihen osaan, joka ei ole varsinaista riskiliikettä. Suoritetun tarkastelun mukaan tasoitusvarauksen alarajaa määrittäessä voidaan TEL-vakuutuksessa muu kuin riskiliike jättää ottamatta huomioon. Sen sijaan ylärajaa määrittäessä olisi myös ei-riskiliikkeen menon heilahtelu eräiltä osin perusteltua ottaa huomioon:

- 1^o. TEL-P-työkyvyttömyysliikkeessä päättyneet vakuutukset, joissa on oläkkeensaajia, tuottavat helposti tappiota, koska eläkkeelle on vakuutuksen päättyessä siirtynyt normaalia terveempiä henkilöitä. Tasoitusvarauksen ylärajassa tämä voitaisiin ottaa huomioon siten, että ylärajan lausekkeeseen sisällytettäisiin vastuuseen verrannollinen termi ($= k_t \cdot V^I$).
- 2^o. Vastuuseen verrannollinen termi on tarpeen myös TEL-L-vakuutuksessa, vapaamuotoisessa vakuutuksessa, yksilöllisessä eläkevakuutuksessa ja YEL-L-vakuutuksessa kuolleisuus-, työkyvyttömyyseläke- ja perhe-eläkeliikeen osalta, koska liike on supistuvaa tai muuten pientä. Supistuvassa liikkeessä maksutuloon verrannollinen termi ei ennen pitkää riitä kattamaan satunnaisheilahtelua.
- 3^o. Myös TEL-P-kuolleisuusliikkeen osalta on vastuuseen verrannollinen termi ($k_v \cdot V^V$) tarkoituksenmukainen, kun kuolleisuusosaa käsitellään itsenäisenä liikkeen tulosta kuvaavana suurena.

Jotta kohdassa 1^o. esitetystä saataisiin konkreettista hyötyä, tulisi laskuperusteita muuttaasiten, että varauksen kerääminen em. tarkoitusta varten olisi vakuutukseen kuuluvien työntekijöiden lukumäärästä riippumatta mahdollista.

5. Tasoitusvarauksen ala- ja yläraja

5.1. Satunnaisheilahtelu ja huojunta. Yhteenvedo, TEL-P- + TEL-L-liike

Edellä kohdissa 3 ja 4 esitetyn tarkastelun yhteydessä on kunkin komponentin osalta kaavailtu, millaisena vahinkomenon heilahtelu tulisi ottaa huomioon TEL-P- ja TEL-L-liikkeen tasoitusvarauksen ala- ja ylärajaa määrättäessä. Tulokset on esitetty koottuina seuraavassa taulukossa.

Satunnaisheilahtelu ja huojunta/ TEL-P + TEL-L		alaraja	yläraja
		satunnais- + huojunta heilahtelu	satunnais- + huojunta heilahtelu
TEL-P	-kuoll.osa	-	$+ k_v \cdot V^V$
	-tk-osa	$\frac{\int (M/a)}{\sqrt{n^I_{oma}}} \cdot P^I_{oma} + k_1 \cdot P^I_{oma}$	$\frac{6}{\sqrt{n^I_{oma}}} \cdot P^I_{oma} + 3P^I_{oma} + k_t \cdot V^I$
	-pe-osa	$\frac{\int (M/a)}{\sqrt{n^P}} \cdot P^P$	$\frac{6}{\sqrt{n^P}} \cdot P^P + 2P^P$
	-mt-osa/maksut ¹⁾	$P(\text{ei toim.}) + k_2 \cdot P(\text{per.})$	$0.3P + (P^I - P^I_{oma})$
TEL-L	-kuoll.osa	-	$+ k_v \cdot V^V$
	-tk-osa	$\frac{\int (M/a)}{\sqrt{n^I}} \cdot P^I_R + k_1 \cdot P^I_R$	$\frac{6}{\sqrt{n^I}} \cdot P^I_R + 3P^I_R + k_t \cdot V^I$
	-pe-osa	$\frac{\int (M/a)}{\sqrt{n^P}} \cdot P^P_R$	$\frac{6}{\sqrt{n^P}} \cdot P^P_R + 2P^P_R + k_p \cdot V^P$
	-mt-osa/maksut ¹⁾	$P(\text{ei toim.}) + k_2 \cdot P(\text{per.})$	$0.3 P$

Lisäksi ylärajan $T_{\max}$ osalta on oltava voimassa $T_{\max} \geq 2M$.

Taulukossa on käytetty seuraavia merkintöjä

$$\int (M/a) = \frac{M}{a} + \frac{9}{\frac{M}{a} + 3}, \text{ jossa}$$

$$a = \sum_i \frac{1}{\sqrt{n^i}} P^i \quad (i = \text{TEL-P-TK, TEL-P-P, TEL-L-TK, TEL-L-P})$$

n^i = vahinkojen lukumäärän odotusarvo liikkeessä i

1) maksutappio-osassa ei ole otettu huomioon luottotappiovarauksesta (LT) johtuvaa vähennystä, joka on alarajaa määrättäessä $[LT - k_3(1 - k_4)V]^+$ ja ylärajaa määrättäessä $[LT - 0.06 V]^+$ kuitenkin niin, että kummassakin tapauksessa mt.osa ≥ 0 .

$P^i(P_R^i)$ = vakuutusyhtiön vastuulla oleva osa liikkeen i riskimaksutulosta [Lukumääräsuureiden n^i , n_{oma}^i ja maksutulosuureiden P^i , P_R^i , P_{oma}^i määräämistä tarkastellaan erikseen kohdassa 5.3.2.] Ylärajaa laskettaessa liikkeen oletetaan olevan kokonaan omalla vastuulla.

M = suurin vakuutusyhtiön vastuulla oleva vastuuvaarasumma

Ellei jälleenvakuutusta ole, $M = \frac{I_v}{I_{74}} \cdot 5 \text{ Mmk}$ (I_v = vuoden v TEL-indeksi). Jos osa liikkeestä on jälleenvakuutettu, käytetään M :n arvona suurinta mahdollista $\frac{I_v}{I_{74}} \cdot 5 \text{ Mmk}$:in vahingosta vakuutusyhtiön vastuulle jäävää osuutta. Jos esimerkiksi yhden vahingon osalta on kussakin vakuutuslajissa erikseen jälleenvakuutettu 400.000:n ylite kokonaan, on $M = 0.8 \text{ Mmk}$.

Todettakoon, että em. suurimman vahingon laskennallinen määrä 5 Mmk vuoden 1974 tasossa on valittu sellaiseksi, että se pyrkii joissain määrin ottamaan huomioon useamman kertaisen vahingon ts. sen, että eläketapaus sattuu monelle henkilölle samalla kertaa. On kuviteltavissa tilanteita, joissa edellä valittu määrä olisi alimitoitettu, joten varsinkin pienten vakuutusyhtiöiden olisi turvallisinta käyttää aina kaikkein suurimpien vahinkojen varalta jälleenvakuutusta.

$P(\text{ei toim.})$ = konkurssiyritysten ja muiden toimintansa lopettaneiden yritysten osalta avoimina olevat vakuutusmaksut per 31.12.v.

$P(\text{per.})$ = muut kuin em. perinnässä olevat avoimet vakuutusmaksut per 31.12.v.

V = vakuutusmaksuvastuu + korvausvastuu

k_1, k_2, k_3, k_v, k_t ja k_p ovat kertoimia, joiden arvot jätetään aktuaarilautakunnan eläkejaoksen erikseen laskuperustemuutosten yhteydessä käsiteltäväksi. Seuraavaan on merkitty kirjoittajan käsitys siitä, minkä rajojen sisäpuolelta em. kertoimet tulisi määrätä. Lisäksi on sulkuihin merkitty kirjoittajan käsitys sopivimmasta arvosta

$$0 \leq k_1 \leq 0.5 \quad (0.3)$$

$$0 \leq k_2 \leq 0.03 \quad (0.03)$$

$$0 \leq k_3 \leq 0.2 \quad (0.1)$$

$$0 \leq k_v \leq 0.2 \quad (0.05)$$

$$0 \leq k_t \leq 0.2 \quad (0.1)$$

$$0 \leq k_p \leq 0.2 \quad (0.1)$$

k_4 = se suhteellinen osa vastuusta, jolla on VYL:n mukainen kate. Jatkon kannalta (vrt. 5.2.1.) on syytä olettaa, että muu kuin VYL 47 §:n mukainen kate luetaan kokonaan TEL-liikkeen katteeksi. Näin kerroin k_4 tulisi määrätä kaavasta

$$k_4 = \frac{\text{VYL 47 § kate} - V(\text{ei-TEL})}{V(\text{TEL})},$$

jossa $V(\text{TEL})/\text{vast. } V(\text{ei-TEL})$ tarkoittaa vastuuta TEL-liikkeen/ muun kuin TEL-liikkeen osalta.

5.2. Satunnaisheilahtelu ja huojunta, muu kuin TEL-liike

5.2.1. Tasoitusvarauksen alaraja

Eläkevakuutusyhtiöiden riskiliikkeestä muodostavat vapaamuotoinen vakuutus, yksilöllinen eläkevakuutus ja YEL-L-vakuutus niin pienen suhteellisen osan, että näissä liikkeissä ei liene tarkoituksenmukaista määrätä tasoitusvarauksen alarajaa nolasta poikkeavaksi. Tätä voidaan perustella seuraavasti:

- 1^o. En. liikkeet otetaan huomioon vakuutusyhtiölain mukaista toimintapääoman vähimmäismäärää laskettaessa.
- 2^o. Kyseisten vakuutuslajien painopiste on vanhoissa ikäluokissa, joissa riskiliike on vähäistä.
- 3^o. Jos em. liikkeiden osuus vakuutusyhtiön riskiliikkeestä olisi esim. 10 %, seuraisi tästä n. 5 %:n lisäys kokonaisuuden heilahteluun, jos em. liikkeet otetaan huomioon muista liikkeenosista riippumattomina. Toisaalta voitaneen olettaa, että edellä eri TEL-liikkeen osia yhdistettäessä arviointi on ollut sen verran karkeaa, että tasoitusvarauksen alarajan TEL-osa on tullut ainakin 5 % suuremmaksi kuin lähtökohta olisi välttämättä edellyttänyt. Näin ollen muun kuin TEL-liikkeen osalta tasoitusvarauksen alaraja voitaneen asettaa nolaksi.

5.2.2. Tasoitusvarauksen yläraja

Tasoitusvarauksen yläraja tulisi sen sijaan määrätä nolasta eroavaksi. Yläraja voidaan määrätä lähtien edellä esitetyistä TEL-vakuutusta koskevista tuloksista seuraavasti

- 1^o. Vastuuseen verrannollinen termi on mukana kuten TEL:ssä.
- 2^o. Satunnaisheilahtelua ja huojuntaa kuvaava termi on syytä yhdistää, koska vahinkojen lukumäärän odotusarvo on pieni.
- 3^o. Kuolleisuus-, työkyvyttömyys- ja perhe-eläkeosa voidaan yhdistää tuloksen yksinkertaistamiseksi yhdeksi osaksi.

Edellä esitetyn perusteella yläraja voitaisiin valita esim. seuraavaksi:

VPM-vakuutus	- kuoll.-osa	}	$k_5 \cdot P + k_6 \cdot V,$
YEL-L-vakuutus	-työk.-osa		
Yksilöllinen eläkevakuutus	- pe.-osa		

jossa P = jatkuva nettovuosimaksutulo ilman kertamaksuja.

Lisäehtona olisi: $T_{\max} \geq 2 M.$

Kerrointen arvot tulisi kirjoittajan käsityksen mukaan valita seuraavien rajojen sisältä:

$$\left| \begin{array}{l} 0.5 \leq k_5 \leq 2 \quad (1.0) \\ 0.1 \leq k_6 \leq 0.2 \quad (0.1) \end{array} \right.$$

Todettakoon, että kyseisten vakuutuslajien osalta maksutappio-osa on tarpeeton, koska vakuutukset voidaan vakuutusehtojen mukaan tarvittaessa irtisanoa siten, että maksutappioita ei juuri voi syntyä.

5.3. Tasoitusvarauksen ala- ja yläraja eläkevakuutuksessa

5.3.1. Ala- ja ylärajan kaava

Alaraja ja yläraja määrätään TEL-liikkeen osalta kaavoista

$$T_{\min} = \left[\sum T^{KIP} + \left[\sum T^{MM} - [LT - \sum T^{MS}]^+ \right] + - U(TEL) \right]^+ \\ T_{\max} = \max \left[\sum T^{KIP} + \left[\sum T^{MM} - [LT - \sum T^{MS}]^+ \right]^+ ; 2M \right]$$

ja vapaamuotoisen vakuutuksen, YEL-L-vakuutuksen sekä yksilöllisen eläkevakuutuksen osalta kaavoista

$$T_{\min} = 0 \\ T_{\max} = \left[T^{KIP} ; 2M \right]$$

jossa T^{KIP} = kohdan 5.1. tai 5.2. mukainen satunnaisheilahtelua ja huojuntaa kuvaava termi yhteenlaskettuna kuolleisuus-, työkyvyttömyys- ja perhe-eläkeliikkeen osalta. Merkintä $\sum$ tarkoittaa TEL-P- ja TEL-L-liikkeiden yhteenlaskua

T^{MM} = kohdan 5.1. tai 5.2. mukainen maksutappio-osa/maksut

LT = luottotappiovaraus

T^{MS} = kohdan 5.1. mukainen ensisijaisesti sijoitusten katteeksi luettava osuus luottotappiovarauksesta:

$$T^{MS} = k_3(1 - k_4)V, \text{ kun kyseessä on alaraja}$$

$$T^{MS} = 0.06 V, \text{ kun kyseessä on yläraja}$$

$U(\text{TEL})$ = TEL-liikettä vastaava osa toimintapääomasta ilman lisävakuutusrahastoa ja LT-varausta. Toimintapääoma miinus lisävakuutusrahasto jaetaan TEL-liikkeen ja muun liikkeen osalle vastuiden suhteessa.

M = TEL-liikkeen osalta määriteltä kohdassa 5.1. Muunkin TEL-liikkeen osalta M arvioidaan ko. vakuutuskannan perusteella kussakin liikkeessä erikseen.

Todettakoon, että jos tilannetta tarkastellaan pelkästään vakuutettujen etujen turvaamisen kannalta, termiin $U(\text{TEL})$ voitaisiin sisällyttää lisävakuutusrahasto TEL:n osalta, koska vakuutusyhtiön konkurssin yhteydessä lisävakuutusrahastoa voidaan käyttää tappioiden peittämiseen. Vakuutusyhtiön toiminnan jatkamista silmällä pitäen edellä esitetty vaihtoehto on kuitenkin parempi.

5.3.2. Lukumäärä- ja maksutulosuureiden arvioiminen

Vuotta v koskevaa tilinpäätöstä tehtäessä on vuosi $v - 1$ viimeinen, jolta on käytettävissä lopulliset tiedot tarkistusmaksu huomioon ottaen lasketusta vakuutusmaksutulosta. Näin ollen taositusvarauksen ala- ja yläraja vuodelta v tehtävässä tilinpäätöksessä on tarkoituksenmukaista määrätä vuoden $v-1$ lopullisiin tietoihin perustuvaksi.

5.3.2.1. Lukumääräsuureiden arviointi

Vakuutustapahtumien lukumääriä kuvaavina suureina voitaneen käyttää vuoden $v-1$ lukuja yleensä sellaisinaan, sikäli kuin ne ovat saatavissa.

Jos jokin lukumäärä n^i on nolla, korvataan se kaavoissa ykkösellä.

Lukumäärä n_{oma}^I arvioidaan TEL-P-työkyvyttömyyseläkkeen osalta periaatteessa siten, että

1°. Alle 300 työntekijää käsittävien työnantajien osalta sattuneet TEL 6 §:n 3 momentin mukaiset työkyvyttömyyseläketapaukset otetaan huomioon sellaisinaan

2°. Ryhmässä 300 - 600 työntekijää em. eläketapauksista otetaan huomioon vain se osa, joka kussakin tapauksessa on suoraan vakuutusyhtiön vastuulla, esimerkiksi 400 työntekijän yrityksessä $\frac{2}{3}$.

Mikäli vakuutusyhtiöillä ei ole käytettävissä myönnettyjen työkyvyttömyyseläkkeiden lukumääristä edellä mainitun jaon tarkkaa tekemistä varten tarpeellisia tilastoja, voitaneen käytännössä arviointi suorittaa siten, että kaikista TEL 6 §:n 3 momentin mukaisista työkyvyttömyyseläketapauksista otetaan huomioon suhteellinen osa

$$\frac{P_{\text{oma}}^I}{P^I},$$

jossa P_{oma}^I = kohdassa 5.3.2.2. määriteltävä vakuutusyhtiön omalla vastuulla oleva osa työkyvyttömyysmaksusta

$$P^I = \sum i_{x(v-1)} k_i k_{iw} t_{v-1} S_{v-1} = \text{koko kannasta laskettu ennakkomaksutekniikan mukainen työkyvyttömyysmaksu.}$$

5.3.2.2. Maksutulosuureiden arviointi

Maksutuloon liittyvät suureet voidaan arvioida seuraavien periaatteiden pohjalta:

1^o. Arvion perusteena on vuoden v-1 nettovakuutusmaksutulo - jälleenvakuutusmaksut ilman kuormitusosia.

2^o. TEL-P-työkyvyttömyysvakuutuksessa suure P_{oma}^I määrätään kasvasta

$$P_{\text{oma}}^I = \sum \left[1 - \frac{[n - 300]^+}{300} \right] i_{x(v-1)} k_i k_{iw} t_{v-1} S_{v-1},$$

jossa n = laskuperusteissa määritelty vakuutettujen lukumäärä vuonna v-1

3^o. Vuoden v-1 lukuja vuoden v tasoon muutettaessa otetaan huomioon TEL-indeksin ja maksutason nousu, ellei ole perusteltua syytä muihin menettelyyn.

4^o. Jos vuoden v-1 luvut ovat laman tai vastaavan syyn vuoksi poikkeuksellisen alhaisia, käytetään vuoden v-1 lukujen sijasta vuoden v-2 lukuja, mikäli viimeksi mainitut ovat suurempia.

Todettakoon, että jos tasoitusvarauksen alarajaan liittyviä maksutulosuureita laskettaessa jätetään jälleenvakuutuksen osuus ottamatta huomioon, saadaan alarajalle ylälikiarvo, joka on helposti laskettavissa ja usein riittävän matala.

Edellä kohdissa 5.3.2.1. ja 5.3.2.2. esitettyjen periaatteiden lisäksi tulee lukumääräsuureita ja maksutulosuureita arvioitaessa ottaa huomioon seuraavaa, mikäli toiminnan laajuudessa on tapahtunut huomattava muutos

- a) Fuusio- tai fissio-tapauksessa pyritään vuoden v-1 lukumäärä- ja maksutulosuureet yhdistämään tai osoittamaan siten, että fuusion (fission) vaikutus eliminoiduu.
- b) Uuteen vakuutusyhtiöön ei liene kohtuullista soveltaa en. vaatimuksia aivan alusta vaan esim. kolmannelta toimintavuodesta alkaen.

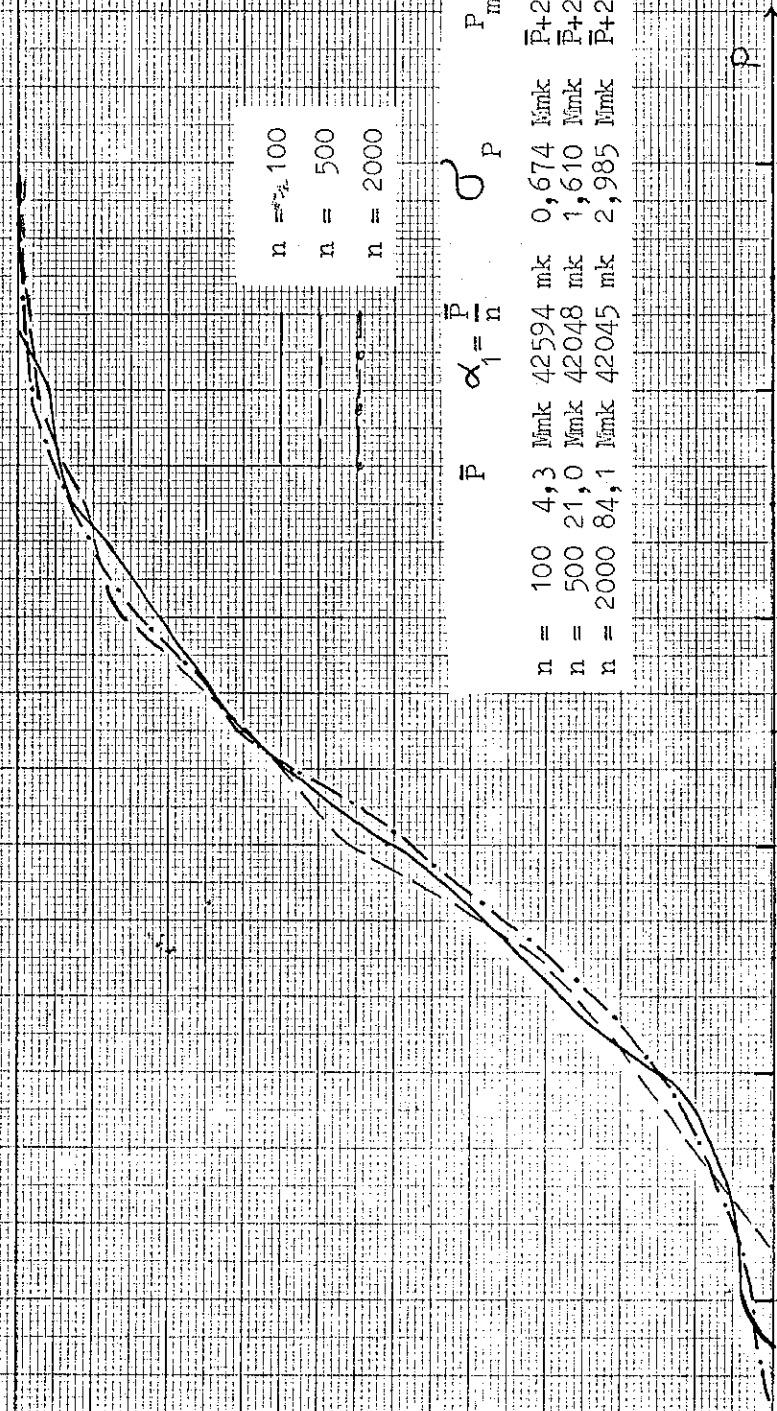
SIMULOINTITULOSTEN JAKAUTUMINEN

TEL-P-TK-eläke, pientyönantajat

KOKONAISEN KERTYMÄFUNKTIOT

4.0

0.5



$n = 100$

$n = 500$

$n = 2000$

$\bar{P}$	$\alpha_1 = \frac{\bar{P}}{n}$	σ_P	P_{max}	P_{min}
$n = 100$	4,3 Mmk	0,674 Mmk	$\bar{P} + 2,201\sigma$	$\bar{P} - 2,155\sigma$
$n = 500$	21,0 Mmk	1,610 Mmk	$\bar{P} + 2,960\sigma$	$\bar{P} - 1,793\sigma$
$n = 2000$	84,1 Mmk	2,985 Mmk	$\bar{P} + 2,527\sigma$	$\bar{P} - 2,701\sigma$

$\bar{P} - 2\sigma$

$\bar{P} - \sigma$

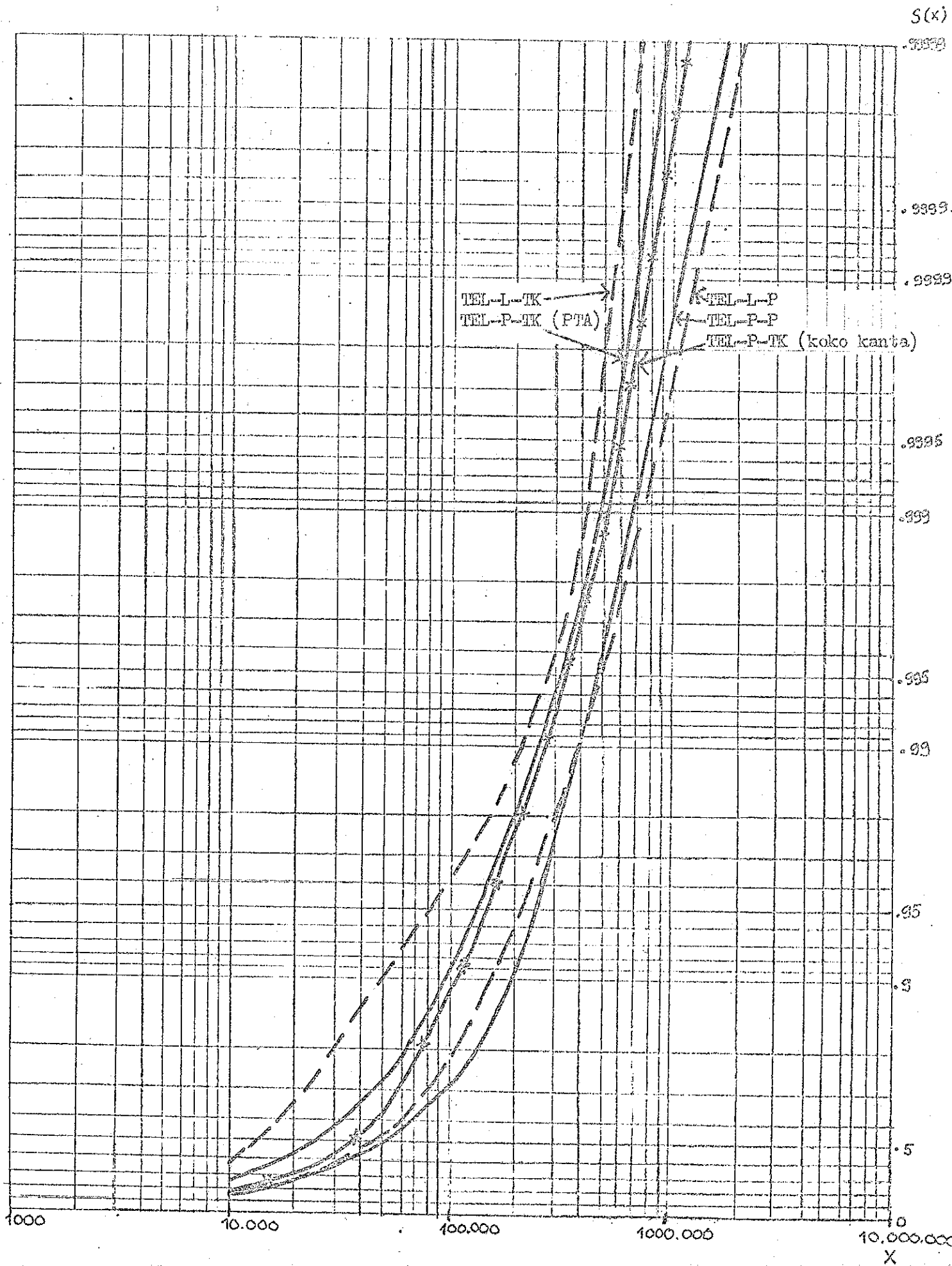
$\bar{P}$

$\bar{P} + \sigma$

$\bar{P} + 2\sigma$

P

KERTYMÄFUNKTIOITA $S(x)$



TEL-P- ja TEL-L-liikkeen yhdistäminen

Tämän liitteen tarkoituksena on osoittaa, että kohdassa 3.3.1. suoritettussa yhdistämisessä varmuus ei tietyin edellytyksin vähene vaikka TEL-L:ssä vahinkomeno korvataan riskimaksulla.

1. Aluksi tarkastellaan esimerkkinä lähemmin Eläke-Varman työkyvyttömyysliikettä

Voidaan arvioida, että Eläke-Varmassa sattuu TEL-P-liikkeessä vuosittain n. 1300 sellaista työkyvyttömyystapausta, joissa vastuu jää Eläke-Varmalle. Lisäetutapauksia on vastaavasti n. 290 kpl/v. Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan aluksi, että kaikki 290 lisäetutapausta kuuluvat em. 1300 tapauksen joukkoon.

Yhdistetty vahinkotapahtuma voidaan nyt aproksimoida siten, että em. 1300 tapauksesta oletetaan 1010 olevan vastaavia kuin sivun 12 taulukossa kohdassa pientyönantajat/käsin laskettu II. Tätä jakautumaa kuvaavat tunnusluvut ovat, kun $n = 598$, seuraavat: $\alpha_1 = 45600$ mk, $\alpha_2 = 4.83 \cdot 10^9$ mk³, $\gamma_1 = 0.12$. Lopuissa tapauksissa voidaan eläketason arvioida olevan 60 % palkasta.

Kun ikä- ja palkkatilastosta johdetaan kohdassa 3.2.2.1. esitetyllä tavalla pientyönantajakantaa ja tasoa 60 % vastaava vahinkojakautuma, saadaan jakautumaa kuvaaviksi tunnuslauseiksi, jos $n = 598$, seuraavat: $\alpha_1 = 71300$ mk, $\alpha_2 = 10.25 \cdot 10^9$ mk², $\gamma_1 = 0.11$. Voidaan todeta, että jakautuman keskiarvo 71300 vastaa hyvinkin tarkasti vastaavista TEL-P- ja TEL-L-(II)-jakautumista saatua summaa $45600 + 25900 = 71500$ mk.

Yhdistämällä edellä esitetyllä tavalla aproksimoitu TEL-P + TEL-L-jakautuma ($n = 290$) ja TEL-P-jakautuma ($n = 1010$) saadaan jakautuma, jonka keskimääräinen vahinkomeno on 66.2 Mmk/v ja todennäköisyyteen 0.975 liittyvä varmuusraja 5.60 Mmk.

Toisaalta jakautumaan, jossa on 1300 edellä esitetyn kaltaista normaalia TEL-P-tapausta, liittyvä todennäköisyyttä 0.975 vastaava varmuusraja on 5.07 Mmk. Jos tähän lisätään TEL-L-vakuutuksen riskimaksutulon (3.5 Mmk/v) perusteella laskettu suure $\frac{3}{\sqrt{290}} \cdot 3.5$ Mmk = 0.62 Mmk analogisesti kohdan 3.3.1. kaavan 3 kanssa, saadaan summaksi 5.69 Mmk, eli enemmän kuin toista kautta arvioitu raja on.

Tämän perusteella voidaan siis päätellä, että ainakin esimerkki-tapauksessa on turvaavaa arvioida yhdistetyn TEL-P + TEL-L vahinkomenon varmuusraja siten, että TEL-P-liikkeestä saatuaan rajaan lisätään suure $\frac{3}{\sqrt{n}}$ · (TEL-L-riskimaksu). Kuten kohdasta 2 ilmenee, varmuus itse asiassa kasvaa huomattavasti siirryttäessä yksittäisiä liikkeenosia koskevista tuloksista kohdan 3.3.1. kaavan (3) mukaiseen tulokseen.

2. Eri liikkeenosiin liittyvien varmuusrajojen yhteenlasku; vektoriesitys

2.1. Hajontojen yhteenlasku

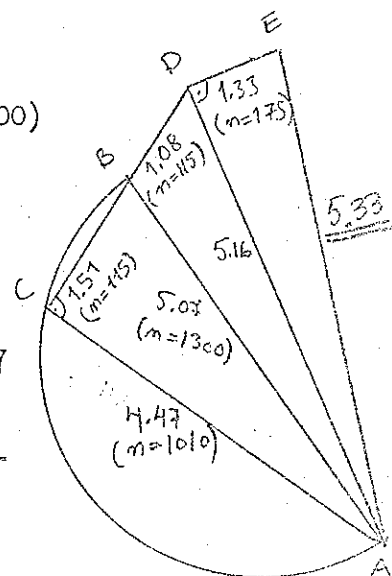
Muuttujan $x+y$ hajonta $|\sigma_{x+y}|$ voidaan käsittää hajontojen σ_x ja σ_y summan itseisarvoksi, kun σ_x ja σ_y käsitellään vektoreiksi. Kun muuttujat x ja y ovat toisistaan riippumattomia, on $\sigma_x \perp \sigma_y$ ja $|\sigma_{x+y}| = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$. Jos taas muuttujien x ja y välinen riippuvuus on lineaarinen, $|\sigma_{x+y}|$ on joko $|\sigma_x| + |\sigma_y|$ tai $||\sigma_x| - |\sigma_y||$. Yleisessä tapauksessa, jos muuttujien x ja y välinen korrelaatio on positiivinen, on $\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} < |\sigma_{x+y}| < |\sigma_x| + |\sigma_y|$ ja jos korrelaatio on negatiivinen $||\sigma_x| - |\sigma_y|| < |\sigma_{x+y}| < \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$.

Edellä esitettyjä varmuusrajoja, jotka ovat hajonnan monikertoja, voidaan vinouden ollessa pieni yhdistää vastavalla tavalla kuin hajontoja. Seuraavassa pyritään siihen, että yhdistettävät varmuusrajat jaetaan ensin sellaisiin komponentteihin, että yhdistäminen voidaan tehdä joko riippumattomia tai lineaarisesti riippuvia komponentteja hyväksi käyttäen.

2.2. Sovellutus = kohdassa 1 esitetty esimerkki

Olkoon $AB = \text{TEL-P-TK-liikkeeseen}$ ($n = 1300$) liittyvä varmuusraja 5.07 Mnk (rajojen markkamäärien ja tapausten lukumäärien osalta ks.s. 12).

$BC =$ sen TEL-P-TK-liikkeen varmuusraja, jossa on myös TEL-L mukana $\sim \sqrt{\frac{290}{3280}} \cdot 5.07 = 1.51$ Mnk (Tällaisia tapauksia on $\frac{290}{3280} \cdot 1300 \sim 115$). Vm. tapauksia vastaavia TEL-L-tapauksia vastaava TEL-L-menon varmuusraja $BD = \sqrt{\frac{115}{290}} \cdot 1.71 \sim 1.08$ Mnk.



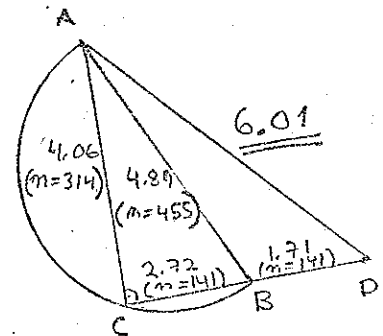
Jos näissä 115 tapauksessa TEL-P- ja TEL-L-menon oletetaan korreloivan lineaarisesti, tulee varmuusrajaksi $AD = \sqrt{AC^2 + CD^2} = 5.16$ Mmk. Koko yhdistettyä liikettä vastaava varmuusraja AE saadaan olettamalla muut TEL-L-tapaukset (175 kpl) edellisistä riippumattomiksi. Tulokseksi saadaan $AE = \sqrt{AD^2 + DE^2} \sim \underline{5.33 \text{ Mmk.}}$

Nähdään, että varmuusraja saatiin pienemmäksi kuin edellä muilla tavoilla arvioidut rajat. Tämä oli odotettavissakin, koska nyt suuri osa (175 kpl) TEL-L-tapauksista käsiteltiin muista riippumattomina.

2.3. Yhdistetty TEL-P ja TEL-L-työkyvyttömyys- ja perhe-eläke-liike

Vastaavalla tavalla kuin edellä voidaan yhdistetyn TEL-P- + TEL-L-perhe-eläkeliikkeen hajonta arvioida vektorien avulla:

AB = TEL-P-liikkeen varmuusraja 4.89 Mmk. Tapauksia, joissa TEL-L on mukana, edustaa TEL-P:ssä BC = 2.72 Mmk. Varmuusrajaksi AD saadaan 6.01 Mmk.



Jos työkyvyttömyys- ja perhe-eläkeliike oletetaan toisistaan riippumattomiksi, saadaan koko yhdistettyä TEL-P- ja TEL-L-työkyvyttömyys- ja perhe-eläkeliikettä kuvaavaksi varmuusrajaksi $\sqrt{6.01^2 + 5.33^2} = 8.03$ Mmk, mikä on pienempi kuin TEL-P-liikkeen osalta laskettujen työkyvyttömyys- ja perhe-eläkeliikkeen varmuusrajojen summa $5.07 + 4.89 = 9.96$ Mmk. Koska työkyvyttömyys- ja perhe-eläkeliikkeiden välinen korrelaatio on oletettavissa varsin vähäiseksi, näyttää kohdassa 3.3.1. valittu alaraja turvaavalta.

TYÖKYVYTYÖNYYSMENO % PALKKASUMMASTA $\sum k_i t_v s_v$ VUOSINA 1968 - 1974

Taulukko 1 Tk-meno % palkkasummasta 1968 - 1974

Yhtiö	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	$\sum k_i t_{74} s_{74}$ (lukk)
Aura	0,82	1,05	1,02	1,10	1,27	1,29	1,85	613
EV + Patria	0,95	0,75	0,91	1,04	1,33	1,42	1,53	2.121
Ilmarinen	0,68	1,02	1,00	1,01	1,17	1,39	1,54	4.481
Kalervo	1,00	0,99	1,10	1,20	1,43	1,53	1,28	2.018
Kansa	0,83	0,99	1,11	1,27	1,47	1,58	1,69	213
Liv-Alandia	0,53	0,50	0,40	0,83	0,76	0,54	0,73	75
Pohja	0,85	0,82	1,08	0,99	1,48	1,22	1,69	790
Verdandi	0,88	1,21	0,83	0,82	1,22	1,61	1,55	252
Yhteensä	0,82	0,92	0,93	1,03	1,27	1,32	1,48	10.563

Taulukko 2 Yhtiöiden tk-menon suhde keskimääräiseen tk-menoon 1968 - 1974

Yhtiö	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Aura	1,00	1,14	1,10	1,07	1,00	0,98	1,25
EV + Patria	1,16	0,82	0,98	1,01	1,05	1,08	1,03
Ilmarinen	0,83	1,11	1,08	0,98	0,92	1,05	1,04
Kalervo	1,22	1,08	1,18	1,17	1,13	1,16	0,86
Kansa	1,01	1,08	1,19	1,23	1,16	1,20	1,14
Liv-Alandia	0,64	0,54	0,43	0,81	0,60	0,41	0,49
Pohja	1,04	0,89	1,16	0,96	1,17	0,92	1,14
Verdandi	1,07	1,32	0,89	0,80	0,96	1,22	1,05
Yhteensä	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tk-meno laskettu kaavasta

$$P_V^I = E_V^{IRM} + 1,05^{-0,5} \left[\Delta \bar{V}_V^I - 0,05 \bar{V}_{V-1}^I \right]$$

Taulukot on laskettu kannasta, joka sisältää pientyönantajat sekä suurtyönantajista tariffiluokat 1 (alle 150 työntekijää) ja 2 (150 - 400 työntekijää).

	sivu
4.2. Maksutappiot	22
4.2.1. Käytettävissä olevat tilastot	22
4.2.2. Arvioitu huojuunta	23
4.2.3. Tasoitusvarauksen maksutappio-osan mitoitus	24
4.2.4. Luottotappiovarauksen huomioon ottaminen	24
4.3. Perhe-eläkemeno	25
4.3.1. Kuolleisuuden nousun vaikutus TEL-P-vahinkomenoon	25
4.3.2. Kuolleisuuden nousun vaikutus TEL-L-vahinkomenoon	26
4.3.3. Tasoitusvarauksen perhe-eläkeosan mitoitus	26
4.4. Tasoitusvarauksen kuolleisuusosa	27
4.5. Ei-riskiliikkeen menon heilahtelu	27
5. Tasoitusvarauksen ala- ja yläraja	29
5.1. Satunnaisheilahtelu ja huojuunta. Yhteenvedo, TEL-P- + TEL-L-liike	29
5.2. Satunnaisheilahtelu ja huojuunta, muu kuin TEL-liike	31
5.2.1. Tasoitusvarauksen alaraja	31
5.2.2. Tasoitusvarauksen yläraja	31
5.3. Tasoitusvarauksen ala- ja yläraja eläkevakuutuksessa	32
5.3.1. Ala- ja ylärajan kaava	32
5.3.2. Lukumäärä- ja maksutulosuureiden arviointi	33
5.3.2.1. Lukumääräsuureiden arviointi	33
5.3.2.2. Maksutulosuureiden arviointi	34

LIITE 1 a SIMULOINTITULOSTEN JAKAUTUMINEN

LIITE 1 b KERTYMÄFUNKTIOITA $S(x)$

LIITE 2 TEL-P- JA TEL-L-LIIKKEEN YHDISTÄMINEN

LIITE 3 TYÖKYVYTTÖMYYSMENO % PALKKASUMMASTA 1968 - 1974

1. Varautuminen vahinkomenon heilahteluihin

Vakuutuksenottajan etujen turvaamisen kannalta on tärkeätä, että vakuutusyhtiö varautuu vahinkomenon heilahteluun niin, että yhtiön toiminta voi vakuutettuja etuja vaarantamatta jatkua, vaikka vahinkomenot olisivat poikkeuksellisen suuria joinakin vuosina.

Vakuutusyhtiölain mukaan varautuminen voi tapahtua eri tavoilla:

- omien rahastojen avulla
- ns. tasoitusvarauksen avulla
- jälleenvakuuttamalla

Lisäksi laki elinkeinotulon verottamisesta (EVL) antaa mahdollisuuden ns. luottotappiovarauksen tekemiseen.

Oheisen työn tarkoituksena on johtaa eläkevakuutusliikkeen tasoitusvaraukselle riskiteoreettisesti alaraja ja yläraja. Rajoja määrittäessä otetaan huomioon tasoitusvaraustarpeen riippuvuus omista rahastoista ja jälleenvakuutuksesta.

Aluksi tarkastellaan hieman tarkemmin em. vakuutusyhtiölain ja EVL:n määräyksiä.

1.1. Toimintapääoman vähimmäismäärä, omat rahastot

Vakuutusyhtiölaki määrää vakuutusyhtiön toimintapääomalle ($\approx$ varojen ja velkojen erotus) vähimmäismäärän. Toimintapääoman vähimmäismäärä on riskiteoreettisesti johdettu ja se riippuu vakuutusyhtiön riskiliikkeen suuruudesta ja laadusta.

Toimintapääomaan kuuluu vakuutusyhtiön varsinaisten omien rahastojen -- osakepääoma, takuupääoma, pohjarahasto, varmuusrahasto -- lisäksi vakuutusyhtiölain 68 §:n mukainen lisävakuutusrahasto. Lisäksi toimintapääomaan kuuluu reaaliomaisuuden käyvän arvon ja kirjanpitoarvon erotus.

Em. varsinaisten omien rahastojen on oltava vähintään kolmannes toimintapääoman vähimmäismäärästä.

Jos vakuutusyhtiön toimintapääoma on pienempi kuin laissa säädetty vähimmäismäärä, eikä vajausta määräajassa täytetä, on vakuutusyhtiö purettava.

Vakuutusyhtiölain mukaan on vakuutusyhtiön varsinaisia omia rahastoja ja lisävakuutusrahastoa kartutettava vuosittain vähintään kymmenesosalla vuotuisesta voitosta, kunnes niiden yhteismäärä on vähintään kaksinkertainen toimintapääoman vähimmäismäärään verrattuna.

1.2. Tasoitusvaraus

Vakuutusyhtiölain mukaan on korvausrahastoon sisällytettävä runsasvahinkoisten vuosien varalta vastuupillisesti laskettava tasoitusmäärä eli tasoitusvaraus.

Eläkevakuutuksessa tasoitusvaraus muodostuu periaatteessa kahdesta osasta, vakuutustapahtumien aiheuttamaa menonlisäystä varten varatusta sekä saamatta jääviä vakuutusmaksuja varten varatusta. Tasoitusvaraus on kuitenkin käytettävissä tarvittaessa kokonaan jompaan kumpaan tarkoitukseen.

1.3. Jälleenvakuutus

Vakuutusyhtiölain mukaan vakuutusyhtiön on jälleenvakuuttamalla tai muulla tavoin järjestettävä toimintansa siten, että syntyy vakuutettuja etuja turvaava suhde vastuumenojen todennäköisen heilahtelun ja toimintapääoman välille.

Kääntäen voidaan todeta, että jälleenvakuutusta ei yleensä ole tarkoituksenmukaista soveltaa laajasti silloin, kun vastuumenon todennäköisen heilahtelun ja toimintapääoman välillä on jo turvaava suhde.

1.4. Luottotappiovaraus

Laissa elinkeinotulon verottamisesta on määritelty luottotappiovaraus, jonka avulla voidaan varautua siihen, että kaikkia liikeseamisia ei saada täysimäärisinä. EVL:ssä liikeseamisilla tarkoitetaan kaikkia liiketoimintaan liittyviä saamisia, esimerkiksi sijoitustoiminnasta johtuvia saamisia ja vakuutusmaksusaamisia.

EVL:n 46 §:n mukaan verotuksessa vähennyskelpoisen luottotappiovarauksen yläraja vakuutusmaksusaamisten osalta on 3 % saamisten yhteismäärästä. Em. %-luku voi olla suurempikin, mikäli sen tarpeellisuus voidaan osoittaa. Muiden kuin vakuutusmaksusaamisten osalta luottotappiovarauksen yläraja on 6 %, kuitenkin niin, että yhtenä vuonna varauksen lisäys saa olla enintään 0,6 % ko. vuoden päättyessä olevien vm. saamisten yhteismäärästä.

Oheisessa tarkastelussa oletetaan luottotappiovarauksen kattavan ensisijaisesti muista kuin vakuutusmaksusaamisista johtuvia tappioita. Näiden tappioiden todennäköisen määrän ylittävä osa luottotappiovarauksesta jää näin ollen otettavaksi huomioon tasoitusvarauksen maksutappio-osassa.

2. Tasoitusvarauksen ala- ja ylärajan määrittämisessä käytettävät periaatteet

Tasoitusvaraukselle on määritetty jo aikaisemmin riskiteoreettisesti ala- ja yläraja vahinkovakuutusliikkeen ja henkivakuutusliikkeen osalta. Näiden määrittäminen on tehty seuraavien periaatteiden pohjalta.

2.1. Vahinkovakuutus

Vahinkovakuutuksen osalta tasoitusvarauksen alaraja $T_{\min}$ on pyritty määrittämään niin, että yhtiö todennäköisyydellä 0.99 selviytyy 1 vuoden korvausmenosta.

Korvausmenoa arvioitaessa on otettu tällöin huomioon satunnaisheilahtelun lisäksi myös mahdollinen vahinkotodennäköisyyden nousu, joka vakuutuslajista riippuen on 20 - 600 % odotusarvosta.

Vakuutusyhtiön toimintapääoma U on oletettu voitavan käyttää vakuutusliikkeestä aiheutuvan tappion peittämiseen.

Lisäehdoksi toimintapääoman vähimmäismäärälle on asetettu vaatimus $T_{\min} \geq \max \{ 0; M - U \}$, jossa M on suurin omalla vastuulla oleva vastuuvaarasumma.

Tasoitusvarauksen yläraja $T_{\max}$ on määrätty siten, että yhtiö todennäköisyydellä 0.99 selviytyy maksun tasoa muuttamatta 5 vuoden ajan korvausvelvoitteistaan em. tavalla kasvaneen vahinkotodennäköisyyden vallitessa ilman, että minään vuonna vahinkomenon katteeksi tarvitaan omaa pääomaa. Lisäehtona on $T_{\max} \geq 2M$.

Sen toteamisen helpottamiseksi, onko tasoitusvaraus em. rajojen välissä, on johdettu yksinkertaiset likiarvokaavat em. rajojen arvioimiseksi. Ellei tasoitusvaraus ole likiarvokaavojen antaman välin sisällä, joudutaan rajat laskemaan riskiteoreettisesti.

2.2. Henkivakuutus

Henkivakuutuksen osalta tasoitusvarauksen alaraja on määrätty siten, että yhtiö todennäköisyydellä 0.995 selviytyy 1 vuoden korvausmenosta. Vakuutusliikkeestä aiheutuvan tappion peittämiseen voidaan käyttää tällöin toimintapääoma.

Korvausmenoa arvioitaessa otetaan tällöin huomioon satunnaisheilahtelun lisäksi mahdollinen vahinkotodennäköisyyden nousu, joka vakuutuslajista riippuen on 20 - 100 % perusteanalyysin avulla arvioidusta perustodennäköisyydestä. Lisäehtona on $T_{\min} \geq M$.

Tasointusvarauksen yläraja saadaan vastaavalla tavalla kuin alaraja käyttämällä toimintapääoman arvona $U = 0$.

Sen toteaminen, onko tasointusvaraus em. tavalla määrättyjen rajojen välissä on verraten helppoa. Yhtiön tarvitsee vain arvioida vakuutuslajeittain riskimaksutulonsa, jonka jälkeen tasointusvarauksen ala- ja yläraja saadaan yksinkertaisella laskutoimituksella, kun U tunnetaan.

2.3. Eläkevakuutus

Eläkevakuutuksen tasointusvarauksen ala- ja ylärajaa johdettaessa voidaan lähteä suurelta osin samoista periaatteista kuin vahinko- ja henkivakuutuksessa. Kuitenkin on eräitä eläkevakuutukselle ominaisia erikoispiirteitä otettava huomioon. Tärkein näistä on TEL:n 12 §:n määräys, jonka mukaan laskuperusteiden muuttamisesta johtuva rahastotäydennys otetaan tasausrahostosta (vrt. 3.1.5.). Tämän johdosta lähtökohtaolettamukset voidaan valita jossain määrin lievenniksi kuin esim. vahinkovakuutuksessa. Näitä lievennettyjä olettamuksia voidaan soveltaa myös muuhun kuin lakisääteiseen eläkevakuutukseen, koska muun liikkeen osuus on kaikilla eläkevakuutusyhtiöillä vähäinen.

Oheisessa on eläkevakuutuksen tasaustasoinnin ala- ja ylärajaa johdettaessa lähdetty seuraavista periaatteista

- 1^o. Tasointusvarauksen alaraja pyritään määräämään sellaiseksi, että vakuutusyhtiö selviytyy sitoumuksistaan 1 vuoden ajan todennäköisyydellä 0.975. Tällöin katsotaan toimintapääomaa voitavan tarvittaessa käyttää korvausmenon katteeksi.
- 2^o. Tasointusvarauksen yläraja pyritään määräämään siten, että vakuutusyhtiö voi sen turvin todennäköisyydellä 0.995 selviytyä 2 vuoden ajan ilman, että toimintapääomaa tarvitsee käyttää korvausmenon katteeksi. Ylärajaa määrättäessä riskiliikkeen oletetaan olevan kokonaan yhtiön omalla vastuulla, ts. jälleenvakuutusta ei oteta huomioon.

Em. määräaika on valittu sillä perusteella, että vahinkokehitys voidaan käytännössä ottaa laskuperusteissa huomioon yleensä viimeistään kahden vuoden kuluttua.

3^o. Sekä alarajaa että ylärajaa määrättäessä otetaan vahinkome-
noa laskettaessa huomioon pelkän satunnaisheilahtelun li-
säksi myös mahdollinen vahinkotodennäköisyyden muutos.

4^o. Tasoitusvaraus määritellään erilliseksi seuraavien vakuutus-
lajien osalta

- a) TEL:n mukainen peruseläkevakuutus ja lisäeläkevakuutus
- b) YEL:n mukainen lisäeläkevakuutus
- c) Vapaamuotoinen eläkevakuutus
- d) Yksilöllinen eläkevakuutus

Todettakoon, että käytännössä saattaa olla perusteltua yhdis-
tää tasoitusvaraus joidenkin em. liikkeenosien (esim. c + d)
osalta.

5^o. Tasoitusvaraus jaetaan kunkin em. vakuutuslajin osalta tarvit-
taessa seuraaviin osiin

- kuolleisuusosa
- työkyvyttömyysosa
- perhe-eläkeosa
- maksutappio-osa

Näistä komponenteista voi yksi tai useampi olla ≤ 0 , kui-
tenkin komponenttien summan on oltava jokaisen vakuutuslajin
osalta ≥ 0 .

6^o. Rajojen lausekkeet pyritään saamaan sellaisiksi, että rajojen
laskeminen olisi suhteellisen yksinkertaista huomioon ottaen
käytettävissä olevat tilastot.

Aktuaarilautakunnan eläkejaos on kokouksissaan 13.10.1976 ja
19.10.1976 käsitellyt oheisia lähtökohtaolettamuksia ja osal-
taan hyväksynyt ne.

Jo tässä yhteydessä on syytä todeta, että em. todennäköisyyksiä
0.975 ja 0.995 sovelletaan seuraavassa melko likimääräisesti.
Tämä on perusteltavissa sillä, että kokonaisuuden kannalta on
muuttuneisiin vahinkotodennäköisyyksiin liittyvä komponentti va-

hinkomenon heilahtelussa hallitseva. Vahinkotodennäköisyyksien muutokset ovat kuitenkin vain karkeasti rajattavissa. Näin ollen pyöristykset, jotka tehdään satunnaisheilahteluun liittyvissä termeissä, ovat kokonaisuuden kannalta vähämerkityksisiä.

3. Vahinkomenon satunnaisheilahtelu

Tässä kohdassa pyritään selvittämään, miten vakuutusyhtiön vastuulla oleva vahinkomeno voi heilahdella vahinkotodennäköisyyden pysyessä muuttumattomana. Tähän liittyen tarkastellaan aluksi lyhyesti, mikä osa vahinkomenosta on vakuutusyhtiön omalla vastuulla. Sen jälkeen pyritään johtamaan vahinkomenon satunnaisheilahtelulle käyttökelpoiset likiarvolausekkeet.

Kohdassa 3 tehtävä tarkastelu koskee lähinnä työkyvyttömyys- ja perhe-eläkevakuutusta. Maksutappio-osan mitoitukseen liittyvä tarkastelu tehdään muuttuneeseen vahinkotodennäköisyyteen liittyvän tarkastelun yhteydessä kohdassa 4.

3.1. Vakuutusyhtiön vastuulla oleva liike

3.1.1. TEL:n peruseläkevakuutus

Työkyvyttömyyseläke on vakuutusyhtiön vastuulla eläkkeen alkamishetken määräisenä. Yli 600 vakuutettua käsittävissä yrityksissä sovelletaan kuitenkin työnantajakohtaista omavastuutekniikkaa, ja 300 - 600 vakuutettua käsittävissä yrityksissä osittaista työnantajakohtaista omavastuutekniikkaa, jolloin vakuutusyhtiölle tuleva työkyvyttömyysmeno näissä tapauksissa tulee edelleenveloitetuksi vakuutuksenottajilta vakuutettujen lukumäärästä riippuen kokonaan tai osittain.

Perhe-eläke on vakuutusyhtiön vastuulla eläkkeen alkamishetken tai eläkettä edeltäneen työkyvyttömyyseläkkeen alkamishetken määräisenä, kunnes edunjättäjä olisi täyttänyt eläkeiän.

3.1.2. TEL:n lisäeläkevakuutus

Työkyvyttömyys- ja perhe-eläke on vakuutusyhtiön vastuulla eläkkeen alkamishetken tasoisena muilta osin paitsi ansaitun ja rahastoidun osan erotuksen osalta.

3.1.3. Vapaamuotoinen lisäeläkevakuutus ja yksilöllinen eläkevakuutus

Vakuutusyhtiö vastaa koko eläkkeestä.

3.1.4. YEL:n mukainen eläkevakuutus

Peruseläke on kokonaan yhteisvastuullista. Lisäeläkkeestä vakuutusyhtiö vastaa vastaavalla tavalla kuin TEL:n lisäeläkkeestä.

3.1.5. Laskuperusteiden muutoksesta johtuva rahastotäydennys

TEL:n 12 §:n mukaisesti laskuperusteiden muuttamisesta johtuva rahastotäydennys otetaan tasausrahastosta. Tämän säännöksen on katsottu koskevan myös YEL:n mukaisia etuuksia.

Yhtiöiden omalle vastuulle jää laskuperustemuutoksen aiheuttamasta lisärahastoinnista vain vapaamuotoista työeläkevakuutusta ja yksilöllistä eläkevakuutusta koskeva liike. Vakuutusyhtiölain mukaan voidaan tarvittavat varat ottaa VYL:n 68 §:n mukaisesta rahastosta.

3.2. Vahinkomenon satunnaisheilahtelun arviointi

3.2.1. Arviointimenetelmä

Vahinkomenon heilahtelua tarkastellaan erikseen TEL-P- ja TEL-L-työkyvyttömyysvakuutuksen ja perhe-eläkevakuutuksen osalta. Muiden vakuutuslajien vahinkomenon heilahtelu pyritään tarvittaessa arvioimaan em. vakuutuslajeista saatujen tulosten perusteella.

Merkitään tarkasteltavaan vakuutuslajiin liittyvää yksityisen vahingon suuruuden kertymäfunktio symbolilla $S(x)$. Oletetaan, että yhden vuoden aikana sattuvien vahinkojen lukumäärä noudattaa Poisson-jakautumaa. Tällöin voidaan kyseiseen vakuutuslajiin liittyvä kokonaisvahinkomenon kertymäfunktio $F(x)$ approksimoida ns. NP-menetelmää hyväksikäyttäen kaavalla

$$F(x) \approx \phi \left[\sqrt{\frac{9}{\gamma_1^2} + 1 + \frac{6(x-P)}{\gamma_1 \sqrt{n\alpha_2}}} - \frac{3}{\gamma_1} \right]$$

jossa ϕ = normaalijakautuman kertymäfunktio

γ_1 = jakautuman $F(x)$ vinous = $\frac{\alpha_3}{\sqrt{n\alpha_2^3}}$

P = jakautuman $F(x)$ odotusarvo = $n\alpha_1$

$\sqrt{n\alpha_2}$ = jakautuman $F(x)$ hajonta ja

α_1, α_2 ja α_3 ovat jakautuman $S(x)$ momentteja

Em. kaava voidaan kirjoittaa x :n ratkaisemista varten muotoon

$$\frac{x - p}{\sqrt{n\alpha_2}} = y + \frac{1}{6} \gamma_1 (y^2 - 1)$$

josta

saadaan ratkaistuksi tiettyä todennäköisyyttä $1 - \varepsilon (= 0.975/0.995)$

vastaava x :n arvo sijoittamalla y :lle yhtälöstä $1 - \varepsilon = \Phi(y)$

ratkaistu y :n arvo (1.96/2.58). Tällöin tarkasteltavan vakuutuslajin kokonaisvahinkomeno on arvon x alapuolella todennäköisyydellä $1 - \varepsilon$.

Em. menetelmä on käyttökelpoinen kun vinous γ_1 on pienempi kuin 2. Oheisissa tarkasteluissa suurinkin vinous on alle 1.0, joten menetelmää voidaan soveltaa.

Vertailun vuoksi on työkyvyttömyysmenon hajonta arvioitu myös simulointimenetelmällä. Kokonaismenon hajonnan selvittämiseksi kokonaismeno laskettiin 100 kertaa käyttäen työkyvyttömyiden lukumäärän odotusarvoina $n = 100, 500$ ja 2000 . Simuloitaessa työkyvyttömyystapausten lukumäärän oletettiin olevan normaalisti jakautuneen hajontana $\sqrt{n}$. Tämä vastaa likimain edellä NP-menetelmää sovellettaessa käytettyä Poisson-jakautuma-olettamusta, koska n on näin suuri.

Simulointi suoritettiin Eläkesysteemissä työryhmän Kausto - Stenberg - Ojala - Voivalin - Leinonen suunnitteleamalla simulointiohjelmalla. Simulointituloksia on esitetty liitteessä 1 a.

3.2.2. Kertymäfunktioiden $S(x)$ estimointi

Ennen kuin NP-menetelmää voidaan käyttää hyväksi, on edellä esitetyn mukaisesti tunnettava yksityisen vahingon suuruuden kertymäfunktio $S(x)$ kunkin tarkasteltavan vakuutuslajin osalta.

Lähtöaineistona on käytetty Eläke-Varman vakuutuskannasta vuodelta 1974 saatua aineistoa.

Kertymäfunktion estimoinnissa on menetelty eri tapauksissa seuraavasti:

3.2.2.1. TEL-P-työkyvyttömyyseläke

TEL-P-työkyvyttömyyseläkkeen osalta on vuosina 1973 ja 1974 toteutuneista työkyvyttömyyseläketapauksista aluksi laskettu kuhunkin ikäluokkaan liittyvä vuotuinen työkyvyttömäksi tulotodennäköisyys. Ikä- palkkatilastosta on saatu kunkin ikäluokan

keskimääräinen, lainmuutos 1.7.75 huomioon ottaen laskettu tavoite-eläkeprosentti ja kunkin ikäluokan palkkajakautuma. Yksityisen vahingon suuruus on tällöin likimain

$$= E_{x,s}^t \cdot \left(\overline{a_{(x)+(\frac{1}{2}):65}^{i|i}} \right),$$

jossa $E_{x,s}^t$ = ikään x liittyvä keskimääräinen tavoite-eläkeprosentti kerrottuna palkalla S. Painottamalla yksityiset vahingot esiintymistodennäköisyyksillään saadaan kertymäfunktio määrätyksi.

Kertymäfunktion se osa, jossa vahingon suuruus on yli 400.000 mk, on määrätty erikseen poimimalla esiin yksilötasolla kysymykseen tulevat henkilöt.

Kertymäfunktio määrättiin erikseen pientyönantajakannasta ja koko kannasta sen selville saamiseksi, vaikuttaako jakautuma olennaisesti lopputulokseen. Kertymäfunktiot on esitetty liitteessä 1 b.

3.2.2.2. TEL-P-perhe-eläke

Kertymäfunktio määrättiin ikä-palkkajakautumasta vastaavalla tavalla kuin työkyvyttömyyseläkevakuutuksessa käyttäen edunjättäjäkentana koko Eläke-Varmassa vakuutettua mieskantaa ja edunjättäjän kuolevuutena laskuperustekuolevuutta μ_{x+3} . Yksityisen vahingon suuruutena on käytetty

$$E_{x,s}^t \cdot \left[\overline{a_{w-x}'} + \overline{z}_x(18) \right].$$

Kertymäfunktio on esitetty liitteessä 1 b.

3.2.2.3. TEL-L-työkyvyttömyyseläke

Kertymäfunktio on saatu alle 100.000 mk:n suuruisten vahinkojen osalta suoraan vuonna 1974 toteutuneista työkyvyttömyyseläketapauksista. Tätä suurempien vahinkojen osalta kertymäfunktio on määrätty teoreettisesti vastaavalla tavalla kuin TEL-P-vakuutuksessa. Vahingon suuruutena on tällöin käytetty

$$\left[E^t - (E^A - E^R) \right] \cdot \left(\overline{a_{(x)+(\frac{1}{2}):65}^{i|i}} \right) - E^R \cdot \overline{a}_{x:65}(s),$$

jossa E^t = tavoite-etu työkyvyttömäksitulohetkellä

E^A = ansaittu etu työkyvyttömäksitulohetkellä

E^R = rahastoitu etu työkyvyttömäksitulohetkellä

Kertymäfunktio on esitetty liitteessä 1 b.

3.2.2.4. TEL-L-perhe-eläke

Kertymäfunktio on saatu vastaavalla tavalla kuin TEL-L-työkyvyttömyyseläkevakuutuksessa. Yli 100.000 mk:n vahinkoihin liittyvää kertymäfunktion osaa laskettaessa on vahingon suuruutena käytetty

$$[E^t - (E^A - E^R)] \cdot \frac{1}{2} (\bar{a}_x + \bar{a}_x(S)) - E^R \cdot \bar{A}_x(P).$$

Kertymäfunktio on esitetty liitteessä 1 b.

3.2.2.5. Jälleenvakuutuksen huomioon ottaminen

Jälleenvakuutuksen vaikutuksen selvilleseamiseksi on kohdan 3.2.1. mukainen tarkastelu suoritettu kussakin em. tarkastelun kohteena olleessa vakuutuslajissa seuraavin vaihtoehtoin

- I suurin vakuutusyhtiön vastuulla oleva vahinko on 400.000 mk, ylite oletetaan jälleenvakuutetuksi
- II koko liike on yhtiön omalla vastuulla
- III koko liike on yhtiön omalla vastuulla. Vahingon suuruusjakautumaa laskettaessa oletetaan tapahtuvan yhden vuoden aikana todennäköisyydellä 0.05 vahinko, jonka suuruus on 5 lmk. Kohdan III tarkastelu on rajoitettu koskemaan vain TEL-P-vakuutukseen liittyviä jakautumia.

3.3. Vahinkomenon arvioitu satunnaisheilahtelu

Seuraavassa taulukossa on esitetty kuhunkin vakuutuslajiin ja vaihtoehtoon liittyvä keskimääräinen vahinkojen lukumäärän odotusarvo n , keskimääräinen vahinko α_1 , keskimääräinen vahinkomeno P , vahinkomenon todennäköisyyksiä 0.975 ja 0.995 vastaava poikkeama keskimääräisestä vahinkomenosta ($\Delta P_{0.975}$, $\Delta P_{0.995}$) sekä vahinkomenon jakautuman vinous γ_1 . Lisäksi on laskettu näkyviin suureet $\frac{\Delta P_{0.975}}{\sqrt{n} \alpha_1}$ ja $\frac{\Delta P_{0.995}}{\sqrt{n} \alpha_1}$.

	n	α_1 mk	$P=n \alpha_1$ Mmk	$\Delta P_{.975}$ Mmk	$\frac{\Delta P_{.975}}{\sqrt{n} \alpha_1}$	$\Delta P_{.995}$ Mmk	$\frac{\Delta P_{.995}}{\sqrt{n} \alpha_1}$	δ_1
TEL-P-TK-ELÄKE								
Pientyön- I	598	45350	27.1	3.31	2.99	4.41	3.97	0.10
antajat II	598	45600	27.3	3.39	3.02	4.53	4.06	0.12
(käsini laskettu) III	598	46040	27.5	4.75	4.22	6.78	6.02	0.81
Pientyön- II	100	42594	4.3	1.27 ¹⁾	2.98	1.48 ²⁾	3.48	..
antajat (simuloitu II	500	42048	21.0	3.64 ¹⁾	3.87	4.77 ²⁾	5.07	..
100 kertaa) II	2000	42045	84.1	5.94 ¹⁾	3.16	7.55 ²⁾	4.01	..
Koko kanta = PTA-STP								
(käsini las- II	3280	54900	180.0	8.88	2.82	11.60	3.69	0.06
kettu)								
TEL-P-PERHE-ELÄKE								
I	455	76100	34.6	4.60	2.83	6.12	3.77	0.09
II	455	77400	35.2	4.89	2.96	6.53	3.96	0.12
III	455	78000	35.5	5.77	3.47	7.95	4.78	0.42
TEL-L-TK-ELÄKE								
I	290	25700	7.5	1.65	3.77	2.24	5.12	0.26
II	290	25900	7.5	1.71	3.88	2.32	5.26	0.29
IV	284	20700	5.9	0.94	2.67	1.25	3.58	0.12
TEL-L-PERHE-ELÄKE								
I	141	47600	6.7	1.62	2.86	2.19	3.87	0.21
II	141	47900	6.8	1.71	3.00	2.33	4.10	0.29
IV	140	45600	6.4	1.45	2.69	1.95	3.61	0.18

I = 400.000 mk:n ylite jälleenvakuutettu

II = koko liike omalla vastuulla

III = lisätty 5 Mmk:n vahinko, jonka tn = 0.05/1 vuosi

IV = todellinen meno

1) $\Delta P_{.975}$:n estimaattina on käytetty kolmanneksi suurimman havainnon ja havaintosarjan keskiarvon erotusta

2) $\Delta P_{.995}$:n estimaattina on käytetty maksimihavainnon ja havaintosarjan keskiarvon erotusta

Taulukossa esiintyvien vahingon keskiarvojen α_1 osalta voidaan todeta, että TEL-pientyönantajakantaan liittyvät simuloimalla saadut keskiarvot ovat alhaisempia kuin käsin lasketut. Tämä johtuu toisaalta käsilaskuissa käytetystä aineiston ryhmitte-
lystä ja toisaalta simulointimallin puutteellisuudesta ylim-
män palkkaryhmän (yli 10.000 mk/kk) osalta. Edelleen voidaan todeta, että koko TEL-P-kantaa vastaava keskiarvo on suurempi kuin pientyönantajakannasta laskettu, kuten korkeamman palk-
katason perusteella on odotettavissakin.

TEL-L-liikkeeseen liittyvien keskiarvojen osalta voidaan tode-
ta, että niissä ei ole otettu vielä huomioon lainmuutosta
1.7.1975, jonka seurauksena lisäedut pienenivät. Jotta saatai-
siin käsitys siitä, mitä suuruusluokkaa pieneneminen oli, lasket-
tiin jakautumia IV vastaavat keskiarvot myös vuoden 1975 ai-
neistosta, johon em. lainmuutos on jo osittain vaikuttanut.
Tulokseksi saatiin: TEL-L-TK-vakuutuksen osalta $\alpha_1 = 22.900$ mk
ja TEL-L-P-vakuutuksen osalta $\alpha_1 = 53.600$ mk. Lainmuutoksen
vaikutus on siis vielä 1975 varsin vähäinen.

3.3.1. Tasoitusvarauksen alarajaa määrittäessä huomioon otettava satunnaisheilahtelu

Sivulla 12 olevan taulukon perusteella voidaan edelleen todeta:

Kun eläkelaitoksen vastuulla on vain ko. liikkeen kokonaisvahinkome-
noon verrattuna pieniä vahinkoja (TEL-P:ssä jakautumat I, TEL-
L:ssä jakautumat IV), voidaan todennäköisyyttä 0.975 vastaava
vahinkomenon yläraja $P_{.975}$ aproksimoida kaavalla

$$(1) \quad P_{.975} \sim P + \frac{3}{\sqrt{n}} \cdot P,$$

jossa P on omalla vastuulla olevan vahinkomenon odotusarvo ja
 n = vahinkojen lukumäärän odotusarvo.

Jos eläkelaitoksen omalla vastuulla on kokonaismenoon verrattuna
suuria vahinkoja, ei edellä esitetty aproksimaatiokaava sovellu
sellaisenaan. Tällaisessa tapauksessa tulisi satunnaisheilahtelua
kuvaavan termin olla vähintään omalla vastuulla olevan suurimman
vastuuvaaarasuman (M) suuruinen. Seuraavassa merkitään $\frac{P}{\sqrt{n}} = a$
ja otetaan uudeksi muuttujaksi $x = \frac{M}{a}$. Tällöin voidaan (1) kir-
joittaa muotoon

$$(1') \quad P_{.975} \sim P + 3 \cdot a$$

Kerroin 3 korvataan jatkossa funktiolla $f(x)$. Funktiolla f on seuraavat ominaisuudet

$$1^{\circ}. f(0) = 3$$

$$2^{\circ}. f'(0) = 0$$

$$3^{\circ}. f \text{ on jatkuva ja monotonisesti kasvava}$$

$$4^{\circ}. \lim_{x \rightarrow \infty} a \cdot f(x) = M.$$

(Ehto 4° voidaan ottaa lähtökohtaolettamukseksi, kun suurimman vahingon M esiintymistodennäköisyys on riittävän pieni, todennäköisyyteen 0.975 liittyvässä tarkastelussa $\leq 0.05/1$ vuosi.)

Yksinkertaisin funktio, joka täyttää em. ehdot on $f(x) = x + \frac{9}{3+x}$

Jos em. funktio osoittautuu käyttökelpoiseksi, voidaan (1^o) kirjoittaa muotoon

$$(2) \quad P_{.975} \sim P + \left(\frac{M}{a} + \frac{9}{3 + \frac{M}{a}} \right) a.$$

Seuraavassa taulukossa on koetettu testata kaavan (2) käyttökelpoisuutta

		[1]	[2]	[3]	[4]
		$a = \frac{P}{\sqrt{n}}$	$\frac{\Delta P_{.975}}{\sqrt{n}} \propto_1$	M Mnk	$\frac{M}{a} + \frac{9}{\frac{M}{a} + 3}$
TEL-P-työkyvyttömyyseläke					
Pientyönantajat					
(käsin laskettu)					
	I	1.11	2.99	0.40	3.04
	II	1.12	3.02	0.96	3.29
	III	1.13	4.22	5.00	5.63
(simuloitu)					
n = 100	II	0.43	2.98 ¹⁾	0.60	3.45
n = 500	II	0.94	3.87 ¹⁾	0.60	3.11
n = 2000	II	1.88	3.16 ¹⁾	0.60	3.03
Koko kanta					
(PTA+STA)					
	II	3.14	2.82	1.15	3.04
TEL-P-P					
	I	1.62	2.83	0.40	3.02
	II	1.65	2.96	1.58	3.23
	III	1.66	3.47	5.00	4.50
TEL-L-TK					
	I	0.44	3.77	0.40	3.21
	II	0.44	3.88	0.64	3.47
	IV	0.35	2.67	0.30	3.19

Jos $P_{.975}$:n estimaatiksi olisi valittu $P + \left[1.96 + \frac{1}{6} (1.96^2 - 1) \right] \sigma$, ($\sigma_1 = \sqrt{\frac{598}{n}} \cdot 0.12$, σ = simuloimalla saadun kokonaisuusmenon hajonta), olisivat saraketta 2. vastaavat tulokset olleet seuraavat: 3.21(n=100), 3.46(n=500) ja 3.20(n=2000).

TEL-L-P

I	0.57	2.86	0.40	3.13
II	0.57	3.00	1.38	4.08
IV	0.54	2.67	0.30	3.09

Taulukosta havaitaan, että yksittäisissä tapauksissa [4] poikkeaa jonkin verran [2]:ta. Eräissä tapauksissa [4] antaa liian alhaisen rajan, joka siis merkitsisi käytännössä alle 97.5 %:n varmuutta. Asymptoottinen käyttäytyminen näyttää kaavalla olevan esimerkkien perusteella kohtalaisen hyvä sikäli, että tulokseen sisältyy varmuutta. Kokonaisuutena ottaen tulosten [4] voitaneen katsoa olevan tyydyttäviä ja seuraavassa oletetaankin kaava (2) käyttökelpoiseksi.

Tasointusvarauksen alaraja on kohdan 2.3. oletuksen 4 mukaisesti yhteinen TEL-P:n ja TEL-L:n osalta. TEL-P- ja TEL-L-vakuutukseen liittyvä työkyvyttömyyseläkemeno ja perhe-eläkemeno satunnaisheilahtelua vastaava alarajan osa $\sum T^{IP}$ esitetään määrättäväksi kaavasta

$$(3) \sum T^{IP} = f(M) \sum \frac{1}{\sqrt{n_i}} \cdot P_i^R$$

(i = TEL-P-TK, TEL-P-P, TEL-L-TK, TEL-L-P),

jossa n_i = liikkeeseen i liittyvien vahinkojen lukumäärän odotusarvo

P_i^R = liikkeeseen i liittyvä yhtiön vastuulla oleva nettorisikimaksutulo

$$f(M) = \frac{M}{a} + \frac{2}{\frac{M}{a} + 3}$$

$$a = \sum \frac{1}{\sqrt{n_i}} P_i^R$$

M = suurin omalla vastuulla oleva vastuuvaarasumma huomioon ottaen TEL-P- ja TEL-L-liike.

Oheisessa esityksessä riskiliikkeellä tarkoitetaan liikkeen sitä osaa, josta peritään vastuuvaaramaksu. Käsite riskimaksu tarkoittaa oheisessa samaa kuin vastuuvaaramaksu, eli maksua, joka peritään siitä etuuden osasta, jota ei vielä ole kustannettu. Näin ollen TEL-P:ssä koko työkyvyttömyyseläke- ja perhe-eläkemaksu on riskimaksua. TEL-L:ssä riskimaksua on edusta $E^t - E^A$ perittävä maksu.

Yksittäisiä vakuutuslajeja koskevista havainnoista ja kaavasta 2 kaavaan 3 siirtyminen on ajateltu tehdyksi seuraavasti.

- 1^o. Vahinkomeno korvataan vastaavalla nettomaksutulolla.
- 2^o. TEL-P- ja TEL-L-tökyvyttömyysliike (vastaavasti perhe-eläkeliike) yhdistetään siten, että yhdistetyn liikkeen vahinkomenon heilahtelua kuvaavaksi suureeksi otetaan osaliikkeiden vastaavien suureiden summa. Vastaavalla tavalla yhdistetään lopuksi TEL-P:n ja TEL-L:n sisältävät työkyvyttömyys- ja perhe-eläkelikkeet yhdeksi TEL-liikkeeksi.
- 3^o. Liitteen 2 tarkastelu osoittaa, että em. yhdistämisestä seuraa niin paljon varmuuden lisääntymistä, että TEL-L-vakuutuksessa voidaan muu kuin riskiliikkeeseen perustuva vahinkomenon osa jättää ottamatta huomioon vahinkomenon satunnaisheilahtelua arvioitaessa.

3.3.2. Tasoitusvarauksen ylärajaa määrittäessä huomioon otettava satunnaisheilahtelu

Tasoitusvarauksen ylärajaan $T_{\max}$ liittyvä satunnaisheilahtelu määritetään lähtien todennäköisyydestä 0.995 pysyä 2 vuotta toiminnassa ilman, että toimintapääomaan tarvitsee koskea.

Sivulla 12 esitetyn taulukon perusteella voidaan todeta, että todennäköisyyttä 0.995 vastaava varmuus saadaan työkyvyttömyys- ja perhe-eläkelikkeiden osalta korvaamalla kohdan 3.3.1. kaavassa (1) kerroin 3 kertoimella 4. Kun edelleen siirrytään tarkastelemaan 2 vuoden jaksoa 1 vuoden sijasta, tulee kerroin 4 korvata kertoimella, joka on likimain $\sqrt{2} \cdot 4 \approx 5,66$.

Tämän jälkeen tulisi ylärajan määrittämisen yhteydessä suorittaa periaatteessa vastaava tarkastelu kuin alarajan yhteydessä funktion $f\left(\frac{M}{a}\right)$ määrittämiseksi. Kun otetaan huomioon, että ylärajassa satun-

