

# SHV-tutkinnon yksilöllisten henkivakuutusten las- kuperusteiden vakuutustekniikka

---

**Suppea SHV-harjoitustyö**

**Tuomas Keski-Kuha**

**6.4.2017**

# Abstract

The aim of this work is to show the calculation technique of the expected present values and the savings of life insurances with fixed premiums presented in the calculation rules called "SHV-laskuperusteet". These insurance contracts can include pure endowment insurances, insurances for death, and also insurances for short and long term disability. These kind of life insurances with fixed premiums were sold regularly in the past but nowadays insurances with flexible premiums are more common. There still is a significant amount of these "old-fashioned" life insurances in-force.

The calculation rules presented are based on the actual calculation rules which all life insurance companies in Finland had to use in the past. Fixed premiums and reserves are quite easy to calculate using only a few facts of the insured person and also pre-calculated charted values of the expected present values. Fixed premiums can be calculated using the present values of the expected risk premiums (the expected claims) and loadings which are set in the calculation rules. The present values of the expected future risk premiums and loadings minus future premiums can be used as the basis of the technical provision of an insurance contract.

To calculate risk premiums and loadings, intensities like mortality depending on sex and age are used. Using this calculation method we can for example derive probabilities of an insurance event at some time period integrating insurance event intensities over time. Then we can easily calculate the expected present values of the future cash flows needed for the calculation of the premiums. For the calculation of the expected present value we take into consideration only the probability that the insured person lives in the future at time given, and the interest rate set in the calculation rules. This means that future claims and loadings can only occur when the insured person is alive. Naturally the premiums will also end if insured person dies.

General equations for calculation of the expected present values are also included in this work. This is actually the most important point in the work. The same method can be used for all the insurances in this work. The presented general equations use only the continuous intensity of some future quantity as presented in the previous paragraph. Then we calculate the actual expected present values of the insurance claims and loadings for the most of the insurances of the calculation rules.

Using the present values we can also calculate reserves, savings, surrender values, and also the insured sum of an insurance in which the insurance policy holder has cancelled the premium payments.

In the appendix there is also presented the cases of two insured persons in more detail, the actual numerical assumptions, and some basic features of the different insurance types of the calculation rules.

# 1 Sisältö

Abstract .....	2
1 Sisältö .....	3
2 Johdanto.....	1
2.1 Laskuperusteista yleisesti.....	1
2.2 SHV-laskuperusteiden laskentatekniikka .....	2
2.3 Käsitteitä.....	3
3 Nykyarvojen laskentaa .....	4
3.1 Korkoutuvuus .....	4
3.2 Kuolevuus .....	4
3.3 Yhden vakuutetun nykyarvoja.....	5
4 SHV-laskuperusteiden riski- ja kuormitusperusteet .....	8
4.1 Riskiperusteet.....	8
4.1.1 Riskimaksut .....	8
4.1.2 Kuolevuushyvitys.....	9
4.2 Kuormitusperusteet .....	9
4.2.1 Vakuutusmakuun verrannollinen kuormitus .....	10
4.2.2 Riskimaksuun verrannollinen kuormitus .....	10
4.2.3 Vakuutusturvaan verrannollinen kuormitus.....	10
5 Rahastokertamaksut, vakuutusmaksut ja vakuutusmaksuvastuu.....	11
5.1 Rahastokertamaksut .....	11
5.1.1 Elämänvaravakuutukset (V, VV).....	13
5.1.2 Kuolemanvaravakuutukset (K, A, P, KK, Q) .....	13
5.1.3 Yhdistetty henkivakuutus (Y) .....	16
5.1.4 Muut yksilölliset ja kahden hengen vakuutusyhdistelmät .....	16
5.1.5 Tapaturmaisen kuoleman vakuutus (TL).....	16
5.1.6 Työkyvyttömyyspäiväraha-, sairaala- ja sairaanhoitovakuutus (T, SL, SH).....	16
5.1.7 Vakuutus pysyvän työkyvyttömyyden varalta (TS).....	17

5.1.8	Maksuvapautusvakuutus (MV) .....	17
5.2	Vakuutusmaksut.....	17
5.3	Muutosarvo, takaisinostoarvo, vapaakirja, vakuutusmaksuvastuu ja korvausvastuu .....	18
5.3.1	Muutosarvo.....	18
5.3.2	Takaisinostoarvo .....	19
5.3.3	Vapaakirja.....	21
5.3.4	Vakuutusmaksu- ja korvausvastuu .....	21
5.3.5	Markkinaehtoisen vastuuvelan ja SHV-laskuperusteen mukaisen vakuutusmaksu- vastuun laskennan yhteys .....	22
6	Lähdeluettelo .....	23
	LIITTEET .....	24
	Liite 1 SHV-laskuperusteiden vakuutusten ominaisuudet.....	24
	Liite 2 Integraalin approksimaatiokaava ja kahden vakuutetun nykyarvoja .....	30
	Liite 3 SHV-laskuperusteen oletuksia.....	34

## 2 Johdanto

Työssä käsitellään Yksilöllisen henkivakuutuksen perusteen SHV-tutkintoa varten (1988) sisältöä ja erityisesti laskuperusteessa esitettyjen vakuutusten vakuutusmaksujen ja rahaston laskentaa. Viitataan jatkossa kyseessä olevaan perusteeseen lyhyemmin nimellä SHV-laskuperusteet.

Tavoitteena työssä on luoda selkeä esitys kiinteämaksuisten yksilöllisten henkivakuutusten laskuperusteiden mukaisesta nykyarvon laskennasta. Käytännössä vakuutusmaksujen ja rahaston laskenta tehdään samalla tavalla kaikille vakuutuksille siten, että perusteiden mukaisesti vakuutuksesta aiheutuille tuleville suureille, riskimaksuille ja kuormituksille, lasketaan vakuutustekninen nykyarvo ottaen huomioon korkoletuksen ja kuolevuuden vaikutus. Suureiden nykyarvoista voidaan laskea niitä vastaava vakuutusmaksu ja määrätä rahaston määrä.

### 2.1 Laskuperusteista yleisesti

Kun seuraavassa puhutaan vastuuvälästä, niin tarkoitetaan vastuuvälää kirjanpidossa, eli vakuutusyhtiölain luvun 9 mukaista vastuuvälää.

Vakuutusyhtiölain 9 luvun 1 §:n 2 momentin mukaan vakuutusyhtiöllä on oltava turvaavat laskuperusteet vastuuvälän määrittämiseksi. Lisäksi vakuutusyhtiölain 13 luvun 1 §:n 1 momentissa vaaditaan, että henkivakuutuksille on oltava laskuperusteet, joissa määrätään, miten lasketaan vakuutusmaksut tai niitä vastaavat vakuutusturvan määrät, takaisinostoarvot sekä vapaakirjan määrät.

Vastuuvälä määritellään vakuutusyhtiölain 9 luvun 1 §:n 1 momentissa vakuutusmaksuvastuun ja korvausvastuun summana. Vakuutusmaksuvastuu on vakuutuksesta aiheutuvien tulevien menojen ja tulevien vakuutusmaksujen pääoma-arvojen erotus. Korvausvastuuseen varataan pääasiassa sattuneiden vakuutustahtumien johdosta suoritettavia korvauksia, joita ei ole vielä maksettu edunsaajalle.

Vakuutusyhtiölain 9 luvun 1 §:n 2 momentin mukaan vakuutuksista aiheutuvan vastuuvälän on oltava riittävä siten, että yhtiö kohtuudella selviytyy vakuutus sopimuksista aiheutuvista velvoitteistaan. Vakuutuksista aiheutuvaan vastuuvälään on käytännössä tehtävä lisävarauksia, mikäli vastuuvälän ei katsota olevan riittävä. Näin ollen vastuuvälä poikkeaa laskuperusteiden mukaisesti vakuutusmaksuista kertyneestä rahastosta. Yleensä kiinteämaksuisissa henkivakuutuksissa vastuuvälän määrätään olevan henkivakuutuksen rahasto lisättyinä korvausvastuulla ja lisävarauksilla.

Henkivakuutuksien laskuperusteissa otetaan yleensä kantaa vakuutusmaksuista syntyvän rahaston suuruuteen sekä vakuutusmaksuvastuun määrittämiseen. Rahaston määrittäminen kiinteämaksuisissa henkivakuutuksissa perustuu, vakuutusmaksuvastuun määrittämisen tapaan, vakuutuksista aiheutuvien tulevien menojen ja tulevien vakuutusmaksujen pääoma-arvojen erotukseen. Käytännössä rahasto vastaa vakuutuksen säästön määrää.

Vakuutusmaksuvastuun ja vakuutuksen rahaston määrittäminen yhteytyy myös siten, että vakuutusyhtiölain 9 luvun 7 §:n 2 momentin mukaan yksittäisen henkivakuutuksen vakuutusmaksuvastuun on oltava vähintään yhtä suuri kuin vakuutus sopimuksen mukainen takaisinostoarvo. Takaisinostoarvo taas perustuu vakuutuksen rahastoon. Vaatimus perustuu siihen, että yhtiön on varattava varoja vähintään takaisinostoarvon verran, koska laskuperusteiden mukaan keskeyttäessään vakuutuksen vakuutuksenottajalle korvataan takaisinostoarvo. Käytännössä yhtiö voi katsoa, että vakuutus sopimuksen aiheuttama oikea varattavien varojen suuruus voisi olla pienempi kuin takaisinostoarvo. Yhtiö ei voi kuitenkaan pienentää vastuuvälää kyseessä olevissa tilanteissa.

Kirjassa Vakuutusoppi (Rantala & Pentikäinen, 2009) henkivakuutuksen laskuperusteet on määritelty kokonaisuutena vakuutuksiin liittyvien eri tekijöiden laskentaoletuksista. Laskuperusteissa usein esitetäänkin riski-, kuormitus- ja korkoperusteet. Riskiperusteet sisältävät oletukset riskitekijöistä, esimerkiksi vakuutettujen kuolevuudesta ja sairastavuudesta, joiden perusteella määritetään riskimaksut. Riskimaksuilla yhtiö pyrkii kattamaan tulevat vakuutuskorvaukset. Kuormitusperusteissa määritellään vakuutusmaksuihin tai muihin tekijöihin sisältyvät kuormitukset, joilla taas pyritään kattamaan vakuutuksista aiheutuvat liikekulut, kuten esimerkiksi vakuutusyhtiön henkilöstön palkat. Korkoperusteissa määritellään vakuutuksissa sovellettava korko-oletus. Vakuutuksissa sovellettava korkotaso pyritään asettamaan siten, että yhtiö kykenee vakuutuksista saamansa vakuutusmaksut sijoittamalla saamaan tuottoa vähintään asetetun korko-oletuksen verran. Asetetun korko-oletuksen mukaista korkoa hyvitetään vakuutuksen rahastolle, joten se lisää yhtiön vastuuvulkaa. Laskuperusteen korko-oletuksesta käytetään yleisesti nimitystä perustekorko.

Edellä mainittujen laskentaoletuksien perusteella voidaan määrätä vakuutuksista perittävä vakuutusmaksu. Johtuen vakuutuksien pitkistä kestoista henkivakuutuksista perittävät maksut asetetaan lakia noudattaen turvaavasti, jotta yhtiön vakavaraisuus on turvattu myös tulevaisuudessa. Tällöin vakuutuksista kertyy todennäköisesti myös ylijäämää, joka jaetaan vakuutuksenottajille vakuutusyhtiölain 13 luvun 1 §:ssä esitetyn kohtuusperiaatteen mukaisesti, tosin vain mikäli oikeudesta ylijäämään sovitaan vakuutussopimuksessa. Ylijäämää jaettaessa on otettava kuitenkin huomioon vakavaraisuusvaatimukset. Henkivakuutuksen laskuperusteissa otetaan usein myös kantaa kohtuusperiaatteen mukaisen lisähyvityksen tarkemmasta jakotavasta. Tyypillisimpiä hyvitystapoja ovat vakuutusmaksun alennus, lisäsumma kuolemantapauskorvauksissa ja vakuutuksen rahaston hyvittäminen lisäkorolla.

## 2.2 SHV-laskuperusteiden laskentatekniikka

SHV-laskuperusteen mukainen vakuutuksen rahaston laskenta on toteutettu prospektiivisellä tekniikalla. Yksinkertaistettuna prospektiivisesti laskettu vakuutuksen rahasto on vakuutuksen laskuperusteiden mukaisten tulevien riskimaksujen ja kuormitusten nykyarvojen summa vähennettynä tulevien vakuutusmaksujen nykyarvolla.

Vakuutuksen rahaston laskenta hyödyntää niin sanottuja peruslukuja, matemaattisesti kommutaatiofunktioita, joiden avulla on helppoa laskea rahaston arvo käyttämällä vain vähän tietoja laskettavasta vakuutuksesta. Rahaston laskentaan peruslukujen avulla riittää kiinteämaksuisten henkivakuutusten tapauksessa vain vakuutussumma, vakuutetun ikä ja vakuutetun sukupuoli. Peruslukutaulukoita käytettiin erityisesti aikana, jolloin tietotekniikka ei mahdollistanut laajaa tietojen tallentamista.

Perinteisesti peruslukuja on käytetty laskettaessa kiinteämaksuisia perustekorkoisia henki- tai eläkevakuutuksia. SHV-laskuperusteiden mukaiset vakuutukset ovat kiinteämaksuisia vakuutuksia, joissa on tasoitettu vakuutusmaksu. Tasoitettu vakuutusmaksu pysyy vakuutussopimuksessa vuosittain samana. Usein kuitenkin perustekorkoisissa vakuutussopimuksissa vakuutusmaksua ja vakuutussummaa korotetaan vakuutusyhtiön jakamien lisähyvitysten mukaisilla korotuskertoimilla, mikäli vakuutussopimus on oikeutettu kohtuusperiaatteen mukaiseen tulevaan ylijäämään.

Nykyään useammin käytetty rekursiivinen laskentatekniikka vaatii käytännössä vakuutusten tietojen laajaa tallentamista. Rekursiivisessa laskentatekniikassa vakuutusmaksuista aiheutuva rahasto lasketaan edellisen ajanhetken rahastosta siten, että edellisen ajanhetken rahaston määrään lisätään rahaston arvoa muuttavat erät. Kyseiset erät ovat esimerkiksi vakuutusmaksuista perityt riskimaksut, säästölle hyvitetty laskuperustekorko, perityt kuormituserät sekä säästöön lisättävät uudet vakuutusmaksut. Rekursiivinen laskentatekniikka perustuu erityisesti edellä mainittujen säästömuutoserien erotteluun, jolloin ne ovat luontevasti käytettävissä riskiperusteanalyseissä ja kannattavuuslaskelmissa. Peruslukutekniikalla laskettaessa joudutaan usein laskennallisesti erottelamaan erät halutuille ajanjaksoille analyysija varten.

Henkivakuutusyhtiöt ovat suurelta osin lakanneet myöntämästä SHV-laskuperusteiden kaltaisia kiinteämaksuisia henkivakuutus sopimuksia 1990-luvun jälkeen, kun joustavamaksuiset henkivakuutus sopimukset käytännössä syrjäyttivät henkivakuutusyhtiöiden myynnissä kiinteämaksuiset henkivakuutukset. Tosin henkivakuutusten yleiset ominaisuudet ja vakuuttamistarpeet eivät ole juuri muuttuneet ajan myötä, ja edelleen henkivakuutusyhtiöiden myyntivalikoimassa on ominaisuuksiltaan samankaltaisia yksittäisiä vakuutusturvia kuin SHV-laskuperusteissa. Lisäksi SHV-laskuperusteiden mukaiset vakuutukset ovat olleet tyypillisesti pitkäaikaisia, joten henkivakuutusyhtiöillä on edelleen vakuutus kannassaan kiinteämaksuisia henkivakuutuksia. Ennen henkivakuutusyhtiöt olivat sidottuja noudattamaan käytännössä kaikille yhtiöille samoja yhteisiä laskuperusteita, ja SHV-laskuperusteet perustuvat näihin yhteisiin laskuperusteisiin.

Työn rakenne on seuraava: SHV-laskuperusteiden mukaista nykyarvon laskentaa esitellään luvussa 3. Luvussa 4 esitetään SHV-laskuperusteiden riski- kuormitus ja korkoperusteet. Riskiperusteiden tarkemmat oletukset esitetään liitteessä Liite 3. Työn pääluvussa 5 esitetään SHV-laskuperusteissa määriteltyjen vakuutusten rahastokertamaksut, jotka voidaan yleisesti määritellä vakuutuksien tulevien riskimaksujen ja kuormitusten pääoma-arvoksi. Rahastokertamaksujen laskenta voidaan kiteyttää yhteen kaavaan, jonka oletuksia muuttamalla voidaan laskea kaikkien SHV-laskuperusteissa käsiteltyjen vakuutusten rahastokertamaksut. Rahastokertamaksut määrittämällä voidaan johtaa laskuperusteiden mukaiset vakuutusmaksut. Lopuksi esitellään SHV-laskuperusteiden muut oleelliset osat, kuten vakuutusmaksuvastuun, takaisinostoarvon ja vapaakirjan määrätymisen perusteet, jotka kaikki perustuvat rahastokertamaksun laskentaan.

Liitteessä 1 käsitellään SHV-laskuperusteissa määriteltyjen vakuutuksien yleisiä ominaisuuksia kuten vakuutuksien vakuutustapahtumia ja maksettavien korvausten tyyppejä. Ominaisuuksien esittelyllä saadaan käsitys vakuutuksien luonteesta ja sitä kautta henkivakuutusyhtiöiden ottamista vastuista. Liitteessä 2 käsitellään pääasiassa nykyarvojen laskentaa kahden vakuutetun tilanteissa ja liitteessä 3 esitetään SHV-laskuperusteiden mukaiset vakuutustapahtumaintensiteetit SHV-laskuperusteissa käsitellyille vakuutuksille. Vakuutustapahtumaintensiteettien avulla voidaan määrittää vakuutustapahtumien todennäköisyydet halutulle aikavälille.

## 2.3 Käsitteitä

Esitellään seuraavassa lyhyesti työssä käytettäviä oleellisia käsitteitä:

*Muutosarvo:* Vakuutuksen arvo henkivakuutuksen laskuperusteiden mukaan laskettuna muutostilanteessa. Muutostilanteita ovat esimerkiksi vakuutussumma- ja vapaakirjamuutokset.

*Rahasto:* Rahastolla tarkoitetaan tässä yhteydessä vakuutukseen maksetuista vakuutusmaksuista kertynyttä säästöä. Vakuutuksen rahasto on käytännössä sama kuin vakuutuksen muutosarvo.

*Rahastokertamaksu tai nettovakuutusmaksu:* Rahastokertamaksu on riskiperusteiden mukaisten tulevien riskimaksujen ja kuormitusperusteiden mukaisten kuormitusten nykyarvo yksittäiselle vakuutukselle. Rahastokertamaksu lasketaan yleensä olettaen, että vakuutuksen vakuutussumma on yksi.

*Riskimaksu:* Vakuutustapahtuman sattumisen ja siitä maksettavan korvauksen aiheuttaman riskin kantamisesta perittävä maksu, jonka henkivakuutusyhtiö perii vakuutuksen rahastosta.

*Säästö:* Tässä esityksessä sama kuin rahasto.

*Takaisinostoarvo:* Määrä, joka vakuutuksenottajalla on oikeus saada, jos vakuutuksenottaja irtisanoo vakuutus sopimuksensa kesken sopimuksen voimassaoloajan. Käytännössä vakuutus sopimuksen takaisinostoarvo on vakuutus sopimuksen rahasto vähennettynä mahdollisilla takaisinostokuluilla tai kuolettamattomilla myyntikustannuksilla.

*Vakuutusmaksuvastuu:* Vakuutusyhtiölain 9 luvun 2 §:n 1 momentin mukaan vakuutusmaksuvastuu vastaa voimassa olevissa vakuutus sopimuksissa tarkoitetuista tulevista vakuutustapahtumista johtuvien korvaus suoritusten ja näistä vakuutuksista aiheutuvien muiden menojen nykyarvoa vähennettynä tulevien vakuutusmaksujen nykyarvolla ja lisättynä kesken sovitun vakuutusajan rauenneista vakuutuksista ehkä aiheutuvan vastuun nykyarvolla.

*Vakuutustapahtuma:* Tapahtuma, josta vakuutus sopimuksen mukaisesti suoritetaan korvaus. Vakuutustapahtuma voi olla esimerkiksi kuolema tai työkyvyttömyyden alkaminen.

*Vakuutus sopimus:* Sopimus, joka koostuu yleensä useista yksittäisistä *vakuutuksista* tai *etuuksista*. Yksittäinen vakuutus voi olla esimerkiksi työkyvyttömyysvakuutus tai kuolemanvaravakuutus.

*Vakuutus summa:* Vakuutus sopimuksen mukainen korvauksen määrä, joka maksetaan mahdollisen vakuutustapahtuman perusteella. Päivärahamuotoisissa korvauksissa vakuutus summa on usein päiväkorvauksen määrä. Usein vakuutus summan synonyymeina käytetään myös vakuutus määrää, vaikka yleensä vakuutus määrä viittaa ennemmin vahinkovakuuttamiseen.

*Vapaakirja:* Vakuutus summaltaan alennettu kesken sopimuksen voimassaoloajan maksuttomaksi muutettu henkilövakuutus, joka pidetään voimassa vakuutus maksuista kertyneen rahaston turvin.

*Vastuuvelka:* Vakuutusyhtiölain 9 luvun 1 §:n 1 momentin mukaan vastuuvelalla tarkoitetaan vakuutus sopimuksista vakuutusyhtiölle aiheutuvaa vastuuta. Vastuuvelka koostuu vakuutus maksuvastuusta ja korvaus vastuusta.

## 3 Nykyarvojen laskentaa

### 3.1 Korkoutuvuus

Korkoutuvuus tarkoittaa jatkuvasti maksettavan koron intensiteettiä. Olkoon korkoutuvuus  $\delta > 0$  ja oletetaan, että korkoutuvuuden suuruuteen ei vaikuta aika. Oletetaan lisäksi, että ajanhetkellä  $t$  toteutuu suure  $\tau(t)$  tai ajanhetken  $t$  rahasto on  $\tau(t)$ . Tällöin Henkivakuutus matematiikan (Pesonen, Soininen & Tuominen, 2000) yhtälön (1.2.4.) perusteella kyseisen suureen tai rahaston nykyarvo

$$(3.1) \quad \begin{aligned} A &= \tau(t) \cdot \exp(-\delta t) \\ &= \tau(t) \cdot \exp\left(-\int_0^t \delta \, du\right). \end{aligned}$$

Esitetty kaava kertoo, kuinka paljon täytyy varata rahastoa alkuhetkellä vastatakseen suureen  $\tau(t)$  toteutumiseen, kun rahastoon lisätään jatkuvasti korkoa korkoutuvuudella  $\delta$ .

### 3.2 Kuolevuus

Määritellään seuraavassa kuolevuuden vaikutus tulevan suureen toteutumiseen. Olkoon *selviytymisfunktio*

$$(3.2) \quad s(x) := 1 - F(x).$$



missä  $F(x)$  on elinajan todennäköisyysjakauman kertymäfunktio, joka määritellään tarkemmin kirjan Henkivakuutusmatematiikka (Pesonen ym. 2000) luvussa 2.1. Selviytymisfunktio määrittää todennäköisyyden sille, että vastasyntynyt elää iässä  $x$ . Toisaalta selviytymisfunktio määrittää osuuden vastasyntyneistä, jotka elävät iässä  $x$ .

Kirjan Henkivakuutusmatematiikka (Pesonen ym. 2000) lauseen 2.2.2 mukaan

$$(3.3) \quad s(x) = \exp\left(-\int_0^x \mu_t dt\right).$$

missä  $\mu_t$  on vakuutetun kuolevuus, joka määritellään tarkemmin kirjan Henkivakuutusmatematiikka (Pesonen ym. 2000) kohdassa 2.2.1.

Jos oletetaan, että yksikön suuruinen tuleva suure toteutuu, vain jos vakuutettu elää iässä  $x$ , niin selviämiskäytännön  $s(x)$  voidaan luonnehtia tulevan suureen nykyarvoksi iässä 0 arvioituna, kun muut tekijät kuin kuolevuus eivät vaikuta suureen toteutumiseen. Huomataan suora analogia edellä esitetyn kaavan (3.1) kanssa, kun kuolevuus asetetaan samaan roolin kuin korkoutuvuus. Selviämistodennäköisyys  $s(x)$  siis kuvaa tulevaisuudessa esiintyvän suureen toteutumisen todennäköisyyttä ja samalla se toimii diskonttaus-kertoimena, kun arvioidaan tulevaisuudessa esiintyvän suureen nykyarvoa. Tässä tapauksessa korkoutu- vuuden sijaan nykyarvoon lisätään kuolevuuden mukaisesti korkoa, jotta päädytään tulevaisuudessa esiin- tyvän suureen arvoon suureen toteutumishetkellä. Tätä lisäkorkoa kutsutaan henkivakuutuksissa kuole- vuushyvitykseksi. Kuolevuushyvitystä esitellään lisää myöhemmissä luvuissa.

Merkitään ehdollista todennäköisyyttä sille, että  $x$ -ikäinen henkilö elää ajan  $t$  kuluttua seuraavasti:

$$(3.4) \quad {}_t p_x := \frac{s(x+t)}{s(x)} = \exp\left(-\int_x^{x+t} \mu_u du\right).$$

Vastaavasti olkoon  ${}_t q_x$  ehdollinen todennäköisyys sille, että  $x$ -ikäinen henkilö kuolee ennen ajanhetkeä  $t$  ja  ${}_t q_x = 1 - {}_t p_x$ .

### 3.3 Yhden vakuutetun nykyarvoja

Olkoon seuraavassa vakuutettu  $x$ -ikäinen ja vakuutettua koskee jokin tulevaisuuteen kohdistuva suure  $\tau(x+u)$ , jossa  $u \geq 0$ . Kyseinen tulevaisuudessa esiintyvä suure voi olla esimerkiksi vakuutusmaksu, riski- maksu tai kuormituserä. Suureen oletetaan olevan kertaluontoinen eikä jatkuvasti toteutuva suure. Olete- taan lisäksi, että tulevaisuuden suureen arviointiin iässä  $x$  vaikuttaa korko ja todennäköisyys suureen reali- soitumiselle. Suureen toteutumisen todennäköisyyteen iässä  $x+u$  oletetaan vaikuttavan vain se, että va- kuutettu voi kuolla ennen ikää  $x+u$ , jolloin suure jää toteutumatta. Korko oletetaan deterministiseksi ja ajan suhteen muuttumattomaksi.

Lasketaan odotusarvo suureen  $\tau(x+u)$  toteutumiselle ottaen huomioon koron vaikutuksen, eli odotusar- vo nykyarvolle. Kyseessä on suureen  $\tau(x+u)$  nykyarvo iässä  $x$  arvioituna:

$$(3.5) \quad \mathbf{E}(\tau(x+u) \cdot \exp(-u\delta)) = \tau(x+u) \cdot \exp(-u\delta) \cdot {}_u p_x$$

$$\begin{aligned}
&= \tau(x+u) \cdot \exp(-u\delta) \cdot \exp\left(-\int_x^{x+u} \mu_t dt\right) \\
&= \tau(x+u) \cdot \exp\left(-\int_x^{x+u} (\mu_t + \delta) dt\right) \\
&= \tau(x+u) \cdot \frac{\exp\left(-\int_0^{x+u} (\mu_t + \delta) dt\right)}{\exp\left(-\int_0^x (\mu_t + \delta) dt\right)} \\
&= \tau(x+u) \cdot \frac{D(x+u)}{D(x)}.
\end{aligned}$$

Funktio  $D(x)$  määritetään myös kirjan Henkivakuutusmatematiikka (Pesonen ym. 2000) luvussa 3.1. Käytännössä  $D(x)$  on yksikön suuruisen iässä  $x$  toteutuvan suureen nykyarvo vastasyntyneelle, kun sekä korkoutuvuus että kuolevuus otetaan huomioon nykyarvoa laskettaessa.

Oletetaan seuraavaksi, että  $\tau(x+u)$  on jatkuva suure. Otetaan tällöin huomioon aikavälin pituus koskien suuretta, kun lasketaan suureen nykyarvoa. Jatkuvan suureen toteutuva määrä infinitesimaalisen ajan  $du$  kuluessa on  $\tau(x+u)du$ . Tällöin kaavaan (3.5) mukaan

$$(3.6) \quad \mathbf{E}(\exp(-u\delta) \cdot \tau(x+u) du) = \tau(x+u) \cdot \frac{D(x+u)}{D(x)} du.$$

Nykyarvo iässä  $x$  jatkuvalle suurelle  $\tau(x+u)$  saadaan summaamalla yksittäisten suureiden nykyarvot, kun oletetaan jatkuvan suureen alkavan iässä  $x$  ja loppuvan iässä  $w$ . Käytännössä käydään seuraavassa läpi kaikki mahdolliset odotusarvoiset suuret ikävälillä  $t \in [x, w]$  ja summataan ne yhteen. Nykyarvosta muodostuu integraali

$$(3.7) \quad A(x, w/\tau) := \int_x^w \tau(t) \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt.$$

Edellistä nykyarvoa voidaan vielä muokata seuraavasti:

$$\begin{aligned}
(3.8) \quad A(x, w/\tau) &= \int_x^\infty \tau(t) \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt - \int_w^\infty \tau(t) \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt \\
&= \frac{1}{D(x)} \left( \int_x^\infty \tau(t) \cdot D(t) dt - \int_w^\infty \tau(t) \cdot D(t) dt \right).
\end{aligned}$$

Edellä esitetyt kaksi kaavaa ovat oleelliset kaavat tässä esityksessä, koska niillä voi laskea kaikki rahastokertamaksujen ja vakuutusmaksujen laskentaan vaaditut nykyarvot yhden henkilön vakuutuksissa.

Jos edelliseen kaavaan sijoittaa  $\tau(t) \equiv 1$ , niin

$$(3.9) \quad A(x, w/1) = \frac{N(x) - N(w)}{D(x)},$$

kun asetetaan  $N(x) := \int_x^\infty D(t) dt$ . Merkitään  $a(x, w) := A(x, w/1)$ , jolloin siis  $a(x, w)$  on yksikön suuruisen jatkuvan suureen nykyarvo lasketulta ikäväliltä. Nykyarvoa  $a(x, w)$  käyttäen voidaan helposti laskea tasasuuruisten vakuutusmaksujen ja eläkkeiden nykyarvoja. Yleisemmin, jos tuleva jatkuva suure on vakio  $c$  kaavassa (3.8), niin  $A(x, w/c) = c \cdot a(x, w)$ .

Määrittelyn nojalla  $N(x)$  on yksikön suuruisena toteutuvan jatkuvan suureen pääoma-arvo arvostettuna iässä nolla, kun suureta maksetaan vakuutetun loppuiän ajan iästä  $x$  alkaen. Luonnollisesti mitä vanhemmaksi vakuutettu oletetaan suureen esiintymisen alkamishetkellä, sitä pienempi on edellä mainittu pääoma-arvo. Toisin sanoen pienempi määrä riittää varata rahastoa iässä nolla tulevia suureita varten, kun suureen esiintymistä lykätään. Tästä seuraa, että järkevissä korko- ja kuolevuusmallissa  $N(x) \rightarrow 0$ , kun  $x \rightarrow \infty$ . Jos korkoutuvuuden oletettaisiin olevan nolla, niin funktio  $N(x)$  on eliniän odotusarvoinen pituus iästä  $x$  alkaen, kun arvio tehdään iässä nolla. Tulkinta perustuu kirjan Henkivakuutusmatematiikka (Pesonen ym. 2000) kohdan 2.2.3 kolmanteen alakohtaan. Funktio  $N(x)$  myös summaa elossa olevien osuudet kaikista vastasyntyneistä jokaiselta tulevalta ajanhetkeltä iästä  $x$  alkaen.

Jos taas kaavaan (3.8) sijoittaa tulevaksi jatkuvaksi suureksi kuolevuusintensiteetin  $\mu$ , niin

$$(3.10) \quad A(x, w/\mu) = \frac{M(x) - M(w)}{D(x)},$$

kun  $M(x) := \int_x^\infty \mu_t \cdot D(t) dt$ . Voidaan avata kommutaatiofunktio  $M(x)$  seuraavasti:

$$(3.11) \quad M(x) = \int_x^\infty \mu_t \cdot D(t) dt = \int_x^\infty \exp(-t\delta) \cdot \mu_t \cdot s(t) dt,$$

missä, tekijän  $\mu_t \cdot s(t)dt$  voidaan katsoa olevan todennäköisyys sille, että vastasyntynyt elää  $t$ -ikäisenä, mutta kuolee infinitesimaalisen ajan  $dt$  kuluttua. Voidaan ajatella, että edellisessä integraalissa käydään läpi kaikki mahdollisuudet vastasyntyneen vakuutetun kuolemalle ja summataan näiden mahdollisuuksien todennäköisyydet yhteen, jolloin muodostetaan kyseinen integraali, kun huomioidaan ajan kulumisen aiheuttama korkoutuvuus. Toisaalta jos oletetaan korkoutuvuuden olevan nolla, niin funktio  $M(x)$  on todennäköisyys sille, että vastasyntynyt vakuutettu elää vähintään  $x$ -vuotta. Funktiolle  $M(x)$  oletetaan pätevän, että  $M(x) \rightarrow 0$ , kun  $x \rightarrow \infty$ . Vaikka kuolevuusintensiteetti  $\mu$  kasvaa rajatta, eloonjääneiden osuudet pienevät eksponentiaalisesti, jolloin voidaan olettaa esitetty funktion  $M(x)$  raja-arvo.

Kaikkien edellä esitettyiden apufunktioiden  $D(x)$ ,  $N(x)$  ja  $M(x)$ , niin sanottujen kommutaatiofunktioiden, arvot on usein taulukoitu laskennan helpottamiseksi. Taulukoitujen arvojen laskentaan käytetään SHV-laskuperusteessa mainittua liitteen 2 integraalin approksimaatiokaavaa (L.2.1).

Sovelletaan seuraavassa laskettuja nykyarvoja vakuutusyhtiön myöntämän vastuun arvostamiseen. Oletetaan, että vakuutusyhtiö lupautuu maksamaan edunsaajille yksikön suuruisen kuolemanvarakorvauksen, jos  $x$ -ikäinen vakuutettu kuolee jonkin ajan sisällä, mutta korvausta ei makseta, jos vakuutettu elää saman ajan kuluttua. Voidaan kuvata yksikön suuruisesta kuolemanvarakorvausta satunnaismuuttujalla  $X$ , joka saa arvon  $X=0$ , jos vakuutettu on elossa tarkastellun ajan kuluttua ja  $X=1$ , jos kuolee vastaavan ajan kuluessa. Henkivakuutusmatematiikka-kirjan (Pesonen ym. 2000) määritelmän 2.2.1 perusteella  $\mu_x dt$  on todennäköisyys

sille, että  $x$ -ikäinen kuolee infinitesimaalisen ajan  $dt$  kuluessa. Tällöin saadaan, että yksikön suuruisen kuolemanvarakorvauksen odotusarvo

$$(3.12) \quad E(X) = 1 \cdot {}_dtq_x + 0 \cdot (1 - {}_dtq_x) = \mu_x dt.$$

Vakuutuksen myöntäneelle vakuutusyhtiölle kohdistuu odotusarvon mukainen riski joutua maksamaan korvaus edunsaajille. Tästä syystä vakuutusyhtiö perii vakuutuksen voimassaolosta maksun, jota kutsutaan riskimaksuksi, joka on tässä tapauksessa  $\mu_x dt$  iässä  $x$ .

Edellä kaavassa (3.10) laskettu nykyarvo  $A(x, w/\mu)$  on itse asiassa summa tulevista riskimaksuista ikään  $w$  asti arvostettuna  $x$ -ikäiselle vakuutetulle, kun korvaussumman oletetaan olevan yksikön suuruinen. Nykyarvo  $A(x, w/\mu)$  toisaalta antaa asetetun kuolevuusmallin mukaisten tulevien odotusarvoisten yksikön suuruisen vakuutuskorvausten nykyarvon.

Lasketaan liitteessä 2 tulevien suureiden nykyarvoja kahden vakuutetun tapauksissa. Periaate on sama kuin yhden henkilön tilanteessa, eli päätellään ensin tulevan suureen toteutumistodennäköisyys ja lasketaan nykyarvo diskonttaamalla oletetulla korkoutuvuudella. Kahden vakuutetun tapauksissa on yleensä otettava huomioon useampi eri vaihtoehto suureen toteutumiseen ja tehtävä riippumattomuusoletus henkilöiden elinikien välillä.

## 4 SHV-laskuperusteiden riski- ja kuormitusperusteet

### 4.1 Riskiperusteet

Riskiperusteet määritellään oletettujen vakuutustapahtumaintensiteettien ja niiden perusteella laskettujen riskimaksujen ja riskihyvityksien avulla. Vakuutustapahtumaintensiteetiksi kutsutaan tässä sitä intensiteettiä, jolla yhtiö olettaa vakuutustapahtuman tapahtuvan tietyllä hetkellä. Edellä käsiteltiin tarkemmin kuolevuus, joka on vakuutustapahtumaintensiteetti kuolemanvaravakuutuksessa. Vakuutustapahtumaintensiteetit riippuvat usein iästä ja sukupuolesta. Määritellään vakuutustapahtumaintensiteetit tarkasti SHV-laskuperusteiden mukaisille vakuutuksille liitteessä 3.

#### 4.1.1 Riskimaksut

Kuten edellisessä luvussa mainittiin, riskimaksu on summa, jolla yhtiö ottaa kantaakseen riskin joutua suorittamaan vakuutuksessa sovitun vakuutussumman sovitulla aikavälillä. Riskimaksu lasketaan halutulle aikavälille käyttäen vakuutustapahtuman intensiteettiä ja vakuutussummaa. SHV-laskuperusteissa vakuutustapahtumaintensiteetteihin on sisällytetty riskilisät.

Kaavan (3.12) perusteella riskimaksu ikävälille  $(x, x + dx)$  voidaan määrittää olevan vakuutustapahtuman oletettu intensiteetti kerrottuna sovitulla vakuutussummalla sekä ikävälän pituudella  $dx$ . Poikkeuksena on sairauskuluvakuutus, jossa vakuutustapahtumaintensiteetin parametrit on laskettu siten, että vakuutussummaa ei huomioida riskimaksun laskennassa.

Olkon  $\tau(x)$  jokin muu oletettu vakuutustapahtumaintensiteetti kuin sairauskuluvakuutuksen vakuutustapahtumaintensiteetti iässä  $x$ , tällöin ikävälille  $(x, x + dx)$  vakuutettua ja yksikön suuruista vakuutussummaa kohti laskettu riskimaksu on  $\tau(x)dx$ . Sairauskuluvakuutukselle taas vakuutettua kohti laskettu riskimaksu on  $s(x, a, b) dx$ , jossa parametrit  $a$  ja  $b$  asetetaan liitteen 3 kohdassa L.3.5.3. Kahden hengen vakuutuksessa vastaavasti yhteisissä  $z$  riskimaksu on  $\tau(z)dz$ , jossa vakuutustapahtumaintensiteetti  $\tau(z)$  kahden hengen vakuutukselle.

Yhtiö määrittää riskimaksun ilman varmuuslisää summaksi, jonka yhtiö odotusarvoisesti korvaa vakuutetuille tai edunsaajille vakuutuksesta. Riskimaksuun on lisättävä vastuuelan ja vakuutusmaksujen turvaavuusvaatimusten mukaisesti varmuuslisä, koska vakuutustoiminnan hoitaminen vaatii ensinnäkin vakavaraisuuspääomavaatimuksen täyttämisen vaatiman pääoman, joka aiheuttaa kustannuksia – esimerkiksi osakeyhtiössä omistajille maksettavien optioiden muodossa. Toiseksi riskilistä on syytä asettaa siksi, että henkivakuutusyhtiö sitoutuu riskiperusteessa pitkälle ajalle määrittämiensä odotettujen korvausten tasoihin, joten perusteen täytyy olla turvaava mahdollisen tappiollisen vahinkokehityksen varalta. Asetettava riskimaksu voi myös tuottaa yhtiölle voittoa, koska riskiperusteet ovat osa vakuutusten hinnoittelua, jolla yleensä pyritään saavuttamaan myös ylijäämää.

Kirjanpito mielessä ajateltuna riskimaksu on vakuutuksesta aiheutuvaa vastuuelkaa vähentävä tekijä, joten se on yhtiölle tuloa. Riskimaksun hinnoittelun onnistumista tarkastellaan riskiperusteanalyysissä, joissa verrataan toteutunutta korvausmenoa laskuperusteen mukaiseen odotettuun korvausmenoon, eli riskimaksuun ilman turvaavuuslisää. SHV-laskuperusteissa mainitaan termi kuormittamaton riskimaksu. Käytetään jatkossa termiä riskimaksu olettaen, että se on aina kuormittamaton.

#### 4.1.2 Kuolevuushyvitys

Yhtiö vapautuu kaikissa SHV-laskuperusteen mukaisissa vakuutuksissa vakuutus sopimuksen mukaisista vastuistaan vakuutetun kuollessa, koska tulevia korvauksia varten ei tarvitse enää varautua ja vakuutusmaksujen saaminen loppuu. Yhtiö vapautuu vastuustaan kertyneen vakuutus säästön osalta myös kuolemanvaravakuutuksessa – tosin tällöin yhtiölle muodostuu luonnollisesti vastuu suorittaa kuolemanvaravakuutuksen mukainen korvaus.

Vastuun vapautumisen mahdollisuudesta johtuen yhtiö lisää vakuutus sopimuksen säästöön lisäkorkoa, jota voidaan kutsua riski hyvitykseksi, koska lisäkorko liittyy aina tiettyyn riskiin. SHV-laskuperusteen mukaan yhtiö vapautuu vastuustaan vain vakuutetun kuollessa, joten rahastoon lisätään riski hyvityksenä niin kutsuttua kuolevuushyvitystä. Käytännössä siis kaikissa SHV-laskuperusteen mukaisissa vakuutuksissa kuolemantapaus on myös vakuutus tapahtuma, vaikka kyseessä ei olisikaan kuolemanriskiin suoraan liittyvä vakuutus. Henkivakuutuksen laskuperusteissa olisi mahdollista määritellä myös muista vakuutus tapahtumista mahdollisesti aiheutuvaa vastuun vapautumista koskeva riski hyvitys.

Vakuutuksenottajan kannalta riskinä on vakuutusmaksuista kertyneen rahaston menettäminen vakuutetun kuollessa, ja tällöin vakuutuksenottajan on perusteltua olettaa saavansa hyvitystä kantamastaan riskistä – samoin kuin yhtiö olettaa saavansa vakuutusmaksun kantamansa riskin hyvitykseksi.

Vakuutuksen säästöön lisättävä kuolevuushyvitys on yhtiölle menoa, koska se lisää yhtiön vastuuelkaa. Yhtiö pyrkii määrittämään kuolevuushyvityksen siten, että tulevaisuudessa vakuutuskannasta kuolemantapausten johdosta vapautuneet vastuuelat kattavat vakuutusten säästöihin lisätyt kuolevuushyvitykset.

## 4.2 Kuormitusperusteet

Kuten johdannossa todettiin, määritellyillä kuormituksilla vakuutusyhtiö pyrkii kattamaan vakuutustoiminnasta aiheutuvat liikekulut. Samaan tapaan kuin riskimaksujen voidaan ajatella vastaavan odotettuja korvauksia, voidaan ajatella että kuormitukset asetetaan vastaamaan odotettuja yhtiön liikekulumenoja. Tässäkin tapauksessa yhtiön on turvaavuusperiaatteen perusteella käytännössä lisättävä kuormitukseen varmuuslisää, kuten riskimaksun yhteydessä varmuuslisää lisättiin riskimaksuun.

SHV-laskuperusteissa määritellään kolme erilaista kuormitustyyppiä:

- Vakuutusmaksuun verrannollinen kappa-kuormitus ( $\kappa$ ). Kappa-kuormitusta sovelletaan kaikissa vakuutuksissa.
- Riskimaksuun verrannollinen fii-kuormitus ( $\varphi$ ). Fii-kuormitusta sovelletaan kaikissa riskivakuutuksissa – eli kaikissa vakuutuksissa, joissa riskimaksu on määritelty. Käytännössä vain elämänvaravakuutuksissa ei peritä fii-kuormitusta.
- Vakuutusturvaan verrannolliset epsilon- ( $\varepsilon$ ) ja lambda-kuormitukset ( $\lambda$ ). Epsilon-kuormitusta sovelletaan kuolemanvaravakuutuksissa ja lambda-kuormitusta työkyvyttömyysvakuutuksissa.

Lähdetään seuraavassa siitä ajatuksesta, että yhtiön tavoitteena on selvittää liikeluistaan pelkästään kuormitustulon turvin, eikä paikata kuormitusten mahdollista riittämättömyyttä voitollisen riski- tai korkoliikkeen avulla. Esitetään myös löyhä perustelu kuormitusrakenteeseen, eli lähdetään oletuksesta, että tietyllä kuormituksella pyritään kattamaan tietyt liikekuluja.

Kuormitukset voidaan määritellä täysin vastaavalla intensiteettitekniikalla kuin riskimaksut aiemmin. Esitetään siis seuraavaksi intensiteetit, joilla kuormituksia peritään. Intensiteettien perusteella voidaan laskea perityt kuormitukset halutulla aikavälillä tai ikävälillä.

#### 4.2.1 Vakuutusmaksuun verrannollinen kuormitus

Vakuutusmaksuun verrannollinen kuormitus on nimensä mukaisesti tietty prosenttiosuus vakuutusmaksusta. Yksikön suuruista maksua kohti perittävä kuormitusintensiteetti on vakio  $\kappa > 0$ . Tällöin jos vakuutuksen jatkuva maksu on  $B(t)$ , niin välin  $(t, t + dt)$  jatkuva kappa-kuormitus on  $\kappa \cdot B(t)dt$ .

Koska kyseistä kuormitusta peritään jatkuvasti vakuutusmaksuista, niin kuormitusta peritään niin kauan kun vakuutusmaksuakin peritään. Kyseisellä kuormituksella voidaan ajatella siis katettavan erityisesti vakuutuksen hankkimisesta, myöntämisestä ja hoidosta aiheutuvia liikekuluja, mutta myös muita liikekuluja.

SHV-laskuperusteessa kappa-kuormitus määräytyy siten, että ensinnäkin kappa-kuormituksen suuruudessa otetaan huomioon maksuajan pituus siten, että mitä lyhyempi maksuaika niin sitä pienempi on perittävä kuormitus. Ei käsitellä tässä tarkemmin kappa-kuormituksen tarkkaa rakennetta, vaan oletetaan se ajan suhteen vakioksi. Tyypillisessä tapauksessa  $\kappa = 0,2$ .

#### 4.2.2 Riskimaksuun verrannollinen kuormitus

Riskimaksuun verrannollinen kuormitus on prosenttiosuus riskimaksusta riskivakuutuksen voimassaoloajalta. Yksikön suuruista maksua kohti perittävä riskimaksuun verrannollinen kuormitusintensiteetti on vakio  $\varphi > 0$  (SHV-laskuperusteessa  $\varphi = 0,1$ ). Jos jatkuva riskimaksu on  $\tau(t)$ , niin välin  $(t, t + dt)$  jatkuva fii-kuormitus on  $\varphi \cdot \tau(t)dt$ .

Kyseisellä kuormituksella voidaan ajatella katettavan erityisesti vakuutuksen korvauskäsittelystä aiheutuvia liikekuluja, koska kuormituksen määrä kehittyy samoin kuin riskimaksu, joka kuvaa laskuperusteen mukaisia odotusarvoista korvausmenoa lisättynä riskilisällä. Niinpä riskimaksun kasvaessa myös perittävä fii-kuormitus euroina kasvaa. Eli voidaan ajatella, että fii-kuormituksen määrä kasvaa, kun korvauskäsittelystä aiheutuva meno yhtiölle on todennäköisempi.

#### 4.2.3 Vakuutusturvaan verrannollinen kuormitus

Vakuutusturvaan verrannollinen kuormitus on prosenttiosuus riskivakuutuksen vakuutussummasta riskivakuutuksen voimassaoloajalta. Yksikön suuruista vakuutussummaa kohti perittävä vakuutusturvaan verran-

nollinen kuormitusintensiteetti on vakio  $\varepsilon > 0$  (SHV-laskuperusteessa  $\varepsilon = 0,001$ ). Oletetaan, että kuolemanvaravakuutuksen jatkuva vakuutussumma on  $S(t)$  hetkellä  $t$ . Tällöin välin  $(t, t + dt)$  yksilöllisen kuolemanvaravakuutuksen jatkuva epsilon-kuormitus on  $\varepsilon \cdot S(t)dt$ .

Kahden henkilön kuolemanvaravakuutuksissa (KK) ja (Q) lasketaan epsilon-kuormitus vain suurimmasta yhden henkilön kuoleman varalta voimassa olevasta vakuutussummasta. Vakuutussumma kahden henkilön vakuutuksissa on vakio koko vakuutusajan, joten käytännössä epsilon-kuormitusta peritään samoin kuin yksilöllisessä kuolemanvaravakuutuksessa, eli koko vakuutusajalta mahdollisen vakuutussumman suorittamiseen asti.

Epsilon-kuormituksella voidaan ajatella katettavan erityisesti vastuunvalinnan järjestämisestä ja suurempien kuolemanvarariskien hyväksymisestä aiheutuvia liikekuluja, sekä mahdollisen jälleenvakuutusohjelman järjestämisestä aiheuttamia kustannuksia. Lisäksi korvaustilanteissa isojen vakuutussummien korvaaminen voi vaatia erityisiä hyväksymis- ja tarkastusmenetelmiä, jotka lisäävät vakuutusten aiheuttamia kustannuksia.

Työkyvyttömyyspäiväraha-, sairaala- ja sairaanhoitovakuutuksissa jatkuva lambda-kuormitus välillä  $(t, t + dt)$  on  $\lambda \cdot S(t)dt$ , jossa  $\lambda \geq 0$ . Sairaanhoitovakuutuksissa voidaan määrätä, että  $S(t) = k$ , joka on liitteen 1 kohdan L.1.4.4 mukainen elinkustannusindeksistä laskettu indeksikerroin. Tällöin sairaanhoitovakuutuksella lambda-kuormitus on euromääräinen jatkuva kuormitus, joka korottuu indeksikertoimella.

Lambda-kuormituksella voidaan ajatella katettavan erityisesti korvauskäsittelystä aiheutuvia kuluja vakuutuksissa, joissa korvaus ei ole kertasummainen, vaan korvausta voidaan suorittaa useissa jaksoissa. Useiden työkyvyttömyysjaksojen korvaaminen aiheuttaa luonnollisesti yhtiölle enemmän työtä kuin kertasummaisten korvausten maksaminen. Työkyvyttömyyspäiväraha- ja sairaalavakuutuksissa myöntämis- tai korvausprosessien kustannuksien ei katsota erityisesti riippuvan vakuutussumman määrästä, koska vakuutuksilla varaudutaan lyhyeen työkyvyttömyyden aiheuttamaan ansionmenetykseen, joten työkyvyttömyysvakuutuksien vakuutussummat ovat usein maltillisia ja eivät yleensä vaihteleva kovin paljon vakuutus sopimusten välillä. Tällöin perittävien lambda-kuormitusten määrät eivät myöskään erityisesti vaihteleva vakuutuksien välillä.

## 5 Rahastokertamaksut, vakuutusmaksut ja vakuutusmaksuvastuu

### 5.1 Rahastokertamaksut

Käsitellään seuraavaksi rahastokertamaksun laskentaa. Rahastokertamaksua kutsutaan myös termeillä nettovakuutusmaksu tai vastuukertamaksu. Vakuutustuotteen rahastokertamaksu on rahamäärä, jolla pystytään kattamaan vakuutuksen laskuperusteen mukaiset tulevat riskimaksut ja kuormitukset. Tulevissa kuormituksissa ei kuitenkaan huomioida maksuun verrannollista kappa-kuormitusta, vaan otetaan se käsittelyyn mukaan vasta vakuutusmaksua määritettäessä.

Tarkemmin rahastokertamaksun laskenta perustuu luvussa 3 esitettyyn tekniikkaan, eli vakuutuksessa sovietaan jostain tulevan suureen maksamisesta vakuutetulle tai edunsaajille tietyn vakuutustapahtuman sattuessa. Yhtiö on määrittänyt oletukset, joiden perusteella se laskee perimänsä riskimaksut ja kuormitukset kullekin ajanhetkelle tulevaisuuteen. Tämän jälkeen yhtiö määrittää riskimaksujen ja kuormitusten nykyarvon asetetulla korkotasolla, jolloin saadaan vakuutukselle laskettua rahastokertamaksu. Käytännössä rahastokertamaksu vastaa kuormittamatonta vakuutusmaksua, jolla voidaan maksaa vakuutus sopimuksen vakuutusmaksu loppuun kertamaksulla.

Kaikille vakuutus sopimuksen sisältämille vakuutuksille voidaan laskea erikseen rahastokertamaksu tiettyä ajanhetkenä. Koko vakuutus sopimuksen rahastokertamaksu saadaan summaamalla yhteen yksittäisten vakuutusten rahastokertamaksut.

Esitetään seuraavassa rahastokertamaksun laskentaan liittyviä oletuksia:

- Vakuutuksen vakuutussumma on yksikön suuruinen, ellei erikseen aseteta vakuutussummaa. Sairaanhoidovakuutuksien osalta vakuutussummaa ei määritellä.
- Sairaanhoidovakuutuksen rahastokertamaksun laskennassa ei oleteta elinkustannusindeksin kasvavan tulevaisuudessa.
- Yksilöllisessä vakuutuksessa vakuutetun vakuutusikä vakuutuksen alussa on  $x$  ja kukin vakuutus päättyy vakuutusikässä  $w$ . Olkoon kahden henkilön vakuutuksessa vakuutusikä  $x$  ja  $y$  vakuutuksen alussa, ja niistä liitteen 3 kaavan (L.3.1) perusteella laskettu yhteisikä  $z$ . Olkoon lisäksi kahden hengen vakuutuksessa päättymisikä yhteisiän mukaisesti ilmaistuna  $w_z$ .

Kerrataan seuraavassa rahastokertamaksun laskennan oleelliset kaavat. Olkoon  $\tau(t)$  jokin jatkuva vakuutustapahtuma- tai kuormitusintensiteeteistä iässä  $t$ . Riskimaksu tai peritty kuormitus välillä  $(t, t + dt)$  on  $\tau(t) dt$ . Tällöin voidaan laskea nykyarvo tulevalle jatkuvasti esiintyvälle suurelle yksilöllisessä vakuutuksessa kuten kaavassa (3.7), siis

$$(5.1) \quad A(x, w/\tau) = \int_x^w \tau(t) \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt = \frac{1}{D(x)} \left( \int_x^\infty \tau(t) \cdot D(t) dt - \int_w^\infty \tau(t) \cdot D(t) dt \right),$$

kun oletetaan, että yksittäinen vakuutus on voimassa vakuutetun ikävälillä  $t \in [x, w]$ . Muistutetaan, että jos suureeksi asetetaan vakio, eli  $\tau(t) \equiv c$ , niin  $A(x, w/c) = c \cdot a(x, w)$ .

Jos kyseessä on kahden hengen vakuutus, jossa jatkuvasti esiintyvä jatkuva suure toteutuu mikäli kummatkin vakuutetut elävät suureen toteutumishetkellä, niin nykyarvo saadaan samoin kuin liitteen 2 kaavassa (L.2.3), (3.7) siis

$$(5.2) \quad A((x, y): w_z/\tau) = \int_z^{w_z} \tau(t) \cdot \frac{D_{1,2}(t)}{D_{1,2}(z)} dt.$$

kun oletetaan, että vakuutus on voimassa vakuutetun ikävälillä  $t \in [x, w_2]$ . Vastaavasti kuin yhden henkilön vakuutuksissa, jos jatkuva suure on vakio  $c$ , niin  $A((x, y): w_z/c) = c \cdot a((x, y): w_z)$ .

Jos kyseessä on kahden hengen vakuutus, jossa jatkuvasti esiintyvä suure toteutuu, mikäli vähintään toinen vakuutetuista on elossa, niin liitteen 2 kaavan (L.2.8) perusteella suureen nykyarvo

$$(5.3) \quad \begin{aligned} \check{A}((x, y): w/\tau) &= \int_x^{w_x} \tau(t_x) \cdot \frac{D(t_x)}{D(x)} dt_x + \int_y^{w_y} \tau(t_y) \cdot \frac{D(t_y)}{D(y)} dt_y \\ &\quad - \int_z^{w_z} \tau(t) \cdot \frac{D_{1,2}(t)}{D_{1,2}(z)} dt \end{aligned}$$



$$= A(x, w_x/\tau_x) + A(y, w_y/\tau_y) - A((x, y): w_z/\tau),$$

missä  $t_x \in [x, w_x]$ ,  $t_y \in [x, w_y]$  ja  $t \in [z, w_z]$ .

Lasketaan seuraavissa kohdissa yksikön vakuutussummaa vastaavat rahastokertamaksut SHV-laskuperusteen vakuutuksille, joiden laskenta perustuu edellä esitettyihin kaavoihin. Kaikki alla esitetyt kommutaatiofunktiot ja laskennassa käytetyt nykyarvot on määritelty tarkemmin luvussa 3 tai liitteessä 2. Käytetyt vakuutustapahtumaintensiteetit on esitetty liitteessä 3.

## 5.1.1 Elämänvaravakuutukset (V, VV)

### 5.1.1.1 Elämänvaravakuutus (V)

Elämänvaravakuutuksissa vakuutussumma maksetaan vakuutetun eläessä vakuutuksen päättymishetkellä. Korvattava summa on siis vakuutusikäväliillä  $[x, w)$  nolla ja iässä  $w$  yksi yksikkö. On huomautettava, että tässä tapauksessa korvattava suure ei ole jatkuva, joten sitä ei voi käsitellä jatkuvan suureen kaavoilla. Kuitenkin kaavaa (3.5) mukailien yksikön suuruista vakuutussummaa vastaava rahastokertamaksu elämänvaravakuutukselle  $V$  voidaan määrittää seuraavasti:

$$(5.4) \quad A(x, w/V) = \frac{D(w)}{D(x)}.$$

Huomautetaan, että mikäli sopimuksen riskisumma ei ole suurempi tai yhtä suuri kuin nolla koko vakuutusajana, niin rahastokertamaksun laskennassa, sille osalle elämänvaravakuutuksen vakuutussummaa jolla se ylittää mahdollisen sopimuksessa olevan kuolemanvaravakuutuksen vakuutussumman, alennetaan vakuutusikä liitteen 3 kohdassa L.3.3 esitettyllä tavalla. Riskisumma on käytännössä mahdollisen kuolemanvaravakuutuksen vakuutussumman ja vakuutussopimuksen kaikkien vakuutusten yhteenlaskettujen rahastojen arvojen erotus. Jos erotus on positiivinen, niin vakuutusyhtiö kantaa riskiä vakuutetun kuoleman varalta.

### 5.1.1.2 Kahden henkilön elämänvaravakuutus (VV)

Kahden henkilön elämänvaravakuutuksessa vakuutussumma suoritetaan, jos kummatkin vakuutetut ovat elossa vakuutuksen päättyessä. Rahastokertamaksu kahden hengen elämänvaravakuutukselle  $VV$  saadaan vastaavasti kuin elämänvaravakuutuksessa  $V$  edellä:

$$(5.5) \quad A((x, y), w_z/VV) = \frac{D_{1,2}(w_z)}{D_{1,2}(z)},$$

missä  $z$  on vakuutettujen yhteisikä ja  $w_z$  on sopimuksen päättymisikä yhteisiän mukaan ilmaistuna.

Samoin kuin yksilöllisen elämänvaravakuutuksen tapauksessa, jos sopimuksen riskisumma ei ole suurempi tai yhtä suuri kuin nolla koko vakuutusajana, niin rahastokertamaksun laskennassa, sille osalle elämänvaravakuutuksen vakuutussummaa jolla se ylittää mahdollisen sopimuksessa olevan kuolemanvaravakuutuksen vakuutussumman, alennetaan yhdistettyä vakuutusikä liitteen 3 kohdassa L.3.3 esitettyllä tavalla.

## 5.1.2 Kuolemanvaravakuutukset (K, A, P, KK, Q)

### 5.1.2.1 Kuolemanvaravakuutus (K)

Kuolemanvaravakuutuksessa suoritetaan korvaus vakuutetun kuollessa vakuutusaikana. Vakuutussumma sovitaan vakiomääräiseksi vakuutusajalle. Kuolemanvaravakuutuksen rahastokertamaksua laskettaessa otetaan huomioon riskimaksun lisäksi kuolemanvaravakuutusturvaan liittyvät kuormitukset, joten kaavassa (5.1) voidaan asettaa  $\tau(t) = \mu_t + \varphi \cdot \mu_t + \varepsilon$ . Tällöin rahastokertamaksu

$$\begin{aligned}
 (5.6) \quad A(x, w/K) &:= \int_x^w (\mu_t + \varphi \cdot \mu_t + \varepsilon) \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt \\
 &= \int_x^w (1 + \varphi) \cdot \mu_t \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt + \int_x^w \varepsilon \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt \\
 &= (1 + \varphi) \cdot \frac{(M(x) - M(w))}{D(x)} + \varepsilon \cdot \frac{(N(x) - N(w))}{D(x)} \\
 &= (1 + \varphi) \cdot A(x, w/\mu) + \varepsilon \cdot a(x, w).
 \end{aligned}$$

### 5.1.2.2 Suurvakuutus (A)

Suurvakuutuksessa suoritetaan kuolinhetken vakuutussumma vakuutetun kuollessa vakuutusaikana. Suurvakuutuksessa vakuutussumma alenee vakuutusvuosittain perusteessa määrätyllä säännöllä siten, että kunkin vakuutusvuoden ajan vakuutussumma on vakio.

Olkoon suurvakuutuksessa vakuutussumma  $S(t)$  iässä  $t$ . Suurvakuutuksen rahastokertamaksun laskenta perustuu yksilöllisen kuolemanvaravakuutuksen rahastokertamaksun laskentaan siten, että lasketaan rahastokertamaksut kullekin tulevalle vakuutusvuodelle kuin vakuutus koostuisi erillisistä vuoden kestoisista kuolemanvaravakuutuksista. Sitten diskontataan tulevat rahastokertamaksut ikään  $x$ . Lopulta summataan kaikki diskontatut rahastokertamaksut yhteen. Eli

$$(5.7) \quad A(x, w/A) := \sum_{i=x}^{w-1} S(i) \cdot A(i, i + 1/K) \cdot \frac{D(i)}{D(x)}.$$

### 5.1.2.3 Maksunpalautusvakuutus (P)

Maksunpalautusvakuutus on kuolemanvaravakuutus, jossa vakuutussummana on tiettyyn vakuutuksen maksetut maksut kuolinhetkeen asti. Kyseisen vakuutukset voi liittää mihin tahansa yksittäiseen vakuutukseen. Vakuutussumma kasvaa maksunpalautusvakuutuksessa aina tietyn vakuutuksen vakuutusmaksulla vuoden aikana vakuutusmaksujen loppumiseen asti. Mikäli sopimuksessa on muitakin kuolemanvaravakuutuksia kuin maksunpalautusvakuutus, kuolemantapauksen sattuessa suoritetaan tavallisen kuolemanvaravakuutuksen vakuutussumman lisäksi myös maksunpalautusvakuutuksen vakuutussumma.

Maksunpalautusvakuutus voidaan ajatella koostuvan siten, että jokainen maksettava maksu muodostaa oman kuolemanvaravakuutuksensa siten, että ensimmäisen vuoden vakuutusmaksunmaksun muodostaman kuolemanvaravakuutuksen vakuutussumma on vakuutusmaksun suuruinen koko vakuutusajan iästä  $x$  ikään  $w$ . Toisena vuonna maksettavan vakuutusmaksun aiheuttaman kuolemanvaravakuutuksen vakuutussumma on niin ikään vakuutusmaksun suuruinen toisesta vuodesta eteenpäin vakuutusajan loppuun asti, eli iästä  $x + 1$  ikään  $w$ . Tehdään vastaava päättely jokaisen tulevan maksun osalta ja lasketaan jokaisen vakuutusmaksun muodostaman kuolemanvaravakuutuksen ikään  $x$  diskontatut rahastokertamaksut yhteen, jolloin rahastokertamaksu maksunpalautusvakuutukselle

$$(5.8) \quad A(x, w/P) := \sum_{i=x}^{m-1} B_X(i) \cdot A(i, w/K) \cdot \frac{D(i)}{D(x)},$$

missä  $m$  on maksuajan päättymisikä ja  $X$  kuvaa vakuutusta, johon maksetut vakuutusmaksut maksunpalautusvakuutus korvaa vakuutetun kuollessa.

Merkitään maksunpalautusvakuutuksen ja vakuutuksen  $X$  yhdistelmää tunnuksella  $XP$ , jossa  $X$  on kuten edellisessä kappaleessa. Yhdistelmän rahastokertamaksu

$$(5.9) \quad A(x, w/XP) := A(x, w/X) + A(x, w/P).$$

#### 5.1.2.4 Kahden henkilön kuolemanvaravakuutus ensimmäisen kuoleman varalle (KK)

Kahden henkilön kuolemanvaravakuutuksessa ensimmäisen kuoleman varalle vakuutussumma suoritetaan vakuutusaikana ensimmäisessä sattuvassa kuolintapauksessa. Rahastokertamaksu lasketaan vastaavalla tavalla kuin yhden henkilön kuolemanvaravakuutuksessa, eli voidaan asettaa  $\tau(t) = \mu_t^1 + \mu_t^2 + \varphi \cdot (\mu_t^1 + \mu_t^2) + \varepsilon$  kaavassa (5.2). Riskimaksut ja kuormitukset toteutuvat vain, jos kummatkin vakuutetut elävät. Rahastokertamaksu

$$(5.10) \quad A((x, y): w_Z/KK) := (1 + \varphi) \cdot A((x, y): w_Z/\mu) + \varepsilon \cdot a((x, y): w_Z),$$

missä rahastokertamaksu  $A((x, y): w_Z/\mu)$  määritellään liitteen 2 kaavassa (L.2.5).

#### 5.1.2.5 Kahden henkilön kuolemanvaravakuutus jälkimmäisen kuoleman varalle (Q)

Kahden henkilön kuolemanvaravakuutuksessa jälkimmäisen kuoleman varalle vakuutussumma suoritetaan, jos kummankin vakuutetut kuolevat vakuutusaikana. Vakuutussumma suoritetaan jälkimmäisen vakuutetun kuollessa.

Tulevien riskimaksujen ja riskimaksuun verrannollisen fii-kuormituksen nykyarvo voidaan laskea liitteen 2 kaavalla (L.2.11), eli

$$\check{A}((x, y): w/(1 + \varphi) \cdot \mu) = (1 + \varphi) \cdot (A(x, w_x/\mu) + A(y, w_y/\mu) - A((x, y): w_Z/\mu)).$$

Toisaalta epsilon-kuormituksen nykyarvo voidaan laskea kaavalla (5.3), kun asetetaan  $\tau = \varepsilon$ , koska epsilon-kuormitusta peritään vähintään toisen vakuutetun eläessä. Tällöin

$$\begin{aligned} \hat{A}((x, y): w/\varepsilon) &= A(x, w_x/\varepsilon) + A(y, w_y/\varepsilon) - A((x, y): w_Z/\varepsilon) \\ &= \varepsilon \cdot (a(x, w_x) + a(y, w_y) - a((x, y): w_Z)). \end{aligned}$$

Yhdistämällä edelliset tulokset saadaan, että rahastokertamaksu

$$(5.11) \quad A((x, y): w/Q) := A(x, w_x/K) + A(y, w_y/K) - A((x, y): w_Z/KK).$$

Edellinen vaikuttaa järkevältä, koska se tarkoittaa sitä, että kahden henkilön kuolemanvaravakuutusten (ensimmäisen ja kummankin vakuutetun kuoleman varalta) rahastokertamaksujen summa on yksilöllisten,

kahdelle vakuutetulle otettujen, vakuutusten rahastokertamaksujen summa. Käytännössä kummatkin yhdistelmät antavat saman turvan vakuutetuille, joten rahastokertamaksujen voi olettaa olevan yhtä suuret.

### 5.1.3 Yhdistetty henkivakuutus (Y)

Yhdistetty henkivakuutus (Y) on samansuuruisten yksilöllisten elämänvaravakuutuksen (V) ja kuolemanvaravakuutuksen (K) yhdistelmä. Yhdistetyn henkivakuutuksen rahastokertamaksu yksikön vakuutussummaa kohden

$$(5.12) \quad A(x, w/Y) := A(x, w/V) + A(x, w/K).$$

### 5.1.4 Muut yksilölliset ja kahden hengen vakuutusyhdistelmät

Yksilöllisiä elämänvara-, kuolemanvara- ja suurvakuutuksia voidaan yhdistellä halutulla tavalla. Halutun yhdistelmän rahastokertamaksu saadaan laskemalla yhteen yksittäisten osien vakuutussummilla kerrotut rahastokertamaksut. Myös kahden henkilön elämänvara- ja kuolemanvaravakuutuksia voidaan yhdistellä vastaavalla tavalla kuin yksilöllisiä vakuutuksia.

### 5.1.5 Tapaturmaisen kuoleman vakuutus (TL)

Tapaturmaisen kuoleman vakuutuksessa suoritetaan vakuutussumma, jos vakuutettu kuolee tapaturmaisesti vakuutusaika. Olkoon tapaturmaisen kuolevuuden intensiteetti  $r(\cdot)$  määrätty liitteen 3 kohdan L.3.4 mukaisesti. Tapaturmaisen kuolevuuden intensiteetti on vakio kummallekin sukupuolelle. Rahastokertamaksu saadaan asettamalla  $\tau(t) = (1 + \varphi) \cdot r(\cdot)$  kaavassa (5.1), jolloin

$$(5.13) \quad A(x, w/TL) := (1 + \varphi) \cdot r(\cdot) \cdot a(x, w).$$

### 5.1.6 Työkyvyttömyyspäiväraha-, sairaala- ja sairaanhoitovakuutus (T, SL, SH)

Työkyvyttömyyspäiväraha-, sairaala- ja sairaanhoitovakuutuksissa suoritetaan vakuutussopimuksen mukainen korvaus vakuutetun tullessa työkyvyttömäksi vakuutussopimuksessa sovitulla tavalla. Olkoon työkyvyttömyyden alkavuuden intensiteetti  $s(t, a, b)$  määrätty liitteen 3 kohdan L.3.5 mukaisesti. Edellä mainittujen vakuutusten rahastokertamaksut saadaan asettamalla  $\tau(t) = (1 + \varphi) \cdot s(t, a, b) + \lambda$  kaavassa (5.1). Lasketaan ensin kuormittamaton rahastokertamaksu

$$(5.14) \quad \begin{aligned} A'(x, w/s) &:= \int_x^w s(x, a, b) \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt \\ &= 1,25 \cdot \int_x^w a \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt + 1,25 \cdot \int_x^w b \cdot 10^{-3} \cdot (0,1 \cdot t)^5 \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt \\ &= 1,25 \cdot a \cdot a(x, w) + 1,25 \cdot b \cdot 10^{-3} \cdot \int_x^w (0,1 \cdot t)^5 \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt, \end{aligned}$$

missä jälkimmäisen termin integraali voidaan käytännössä laskea liitteen 2 approksimaatiokaavalla (L.2.1).

Kuormitukset sisältävä rahastokertamaksu  $A(x, w/s) = (1 + \varphi) \cdot A'(x, w/s) + \lambda \cdot a(x, w)$ .

### 5.1.7 Vakuutus pysyvän työkyvyttömyyden varalta (TS)

Pysyvän työkyvyttömyyden vakuutuksessa suoritetaan vakuutussumma, jos vakuutettu tulee vakuutusso-  
pimuksessa määrättyllä tavalla pysyvästi työkyvyttömäksi. Olkoon pysyvän työkyvyttömyyden alkavuuden  
intensiteetti  $p(t, \cdot)$  määrätty liitteen 3 kohdan L.3.6 mukaisesti. Esimerkkinä lasketaan rahastokertamaksu  
miehille, joka saadaan asettamalla  $\tau(t) = (1 + \varphi) \cdot p(t, M)$  kaavassa (5.1), jolloin

$$(5.15) \quad \begin{aligned} A(x, w/TS) &:= \int_x^w (1 + \varphi) \cdot p(t, M) \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt \\ &= (1 + \varphi) \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 0,040 \cdot \int_x^w \exp(0,108 \cdot t) \cdot \frac{D(t)}{D(x)} dt, \end{aligned}$$

missä integraali voidaan laskea liitteen 2 approksimaatiokaavalla (L.2.1).

### 5.1.8 Maksuvapautusvakuutus (MV)

Maksuvapautusvakuutuksessa vakuutusso-  
pimuksen tulevat vakuutusmaksut korvataan vakuutetun tullessa  
työkyvyttömäksi vakuutusso-  
pimuksessa määrättyllä tavalla. Toistuvasti korvattavana vakuutussummana on  
vakuutusso-  
pimuksen mukainen vakuutusmaksu. Korvattava vakuutusmaksu ei ole jatkuva vakuutusmaksu,  
joka määritetään myöhemmin, vaan mahdollisesti osamaksuinen ja etukäteinen vuosimaksu.

Olkoon maksuvapautuksen aiheuttaman työkyvyttömyyden alkavuuden intensiteetti  $m$  määrätty liitteen 3  
kohdan L.3.7 mukaisesti. Yksikön suuruisella vakuutussummalla (vakuutusmaksulla) laskettu rahastokerta-  
maksu saadaan asettamalla  $\tau(t) = m$  kaavassa (5.1), jolloin

$$(5.16) \quad A(x, w/MV) := m \cdot a(x, w).$$

## 5.2 Vakuutusmaksut

Olkoon yksilöllisen vakuutuksen jatkuva tasainen bruttovakuutusmaksu  $\bar{B}(x, m)$ , jossa  $x$  on ikä tarkastelu-  
hetkellä ja  $m$  vakuutusmaksujen päättymisikä. Brutto-etuliite viittaa siihen, että vakuutusmaksu sisältää  
vakuutusmaksusta perittävän kappa-kuormituksen. Vakuutusmaksua peritään kaikissa yksilöllisissä vakuu-  
tuksissa vain vakuutetun eläessä, joten vakuutusmaksun nykyarvo iässä  $x$  saadaan asettamalla  $\tau(t) =$   
 $\bar{B}(x, m)$  kaavassa (5.1), jolloin nykyarvoksi saadaan  $\bar{B}(x, m) \cdot a(x, m)$  vakuutusmaksun ollessa vakio ajan  
suhteen.

Perityillä vakuutusmaksuilla katetaan perusteen mukaan määrätty riskimaksut ja kuormitukset. Vakuutus-  
maksun laskenta perustuu kirjassa Henkivakuutusmatematiikka (Pesonen ym. 2000, s. 71) esitettyyn ekviva-  
lenssiperiaatteeseen. Oletetaan seuraavassa yksilöllisessä vakuutuksessa peritty vakuutusmaksu jatkuvaksi.  
Samansuuruisena toistuvien jatkuvan perittävien vakuutusmaksujen nykyarvo asetetaan yhtä suureksi kuin  
riskimaksujen ja kuormitusten yhteenlaskettu nykyarvo:

$$(5.17) \quad \bar{B}(x, m) \cdot a(x, m) = \kappa \cdot \bar{B}(x, m) \cdot a(x, m) + S \cdot A(x, w/X),$$

missä  $X$  on mikä tahansa edellisessä luvussa esitetyistä yksilöllisistä vakuutuksista,  $\kappa$  kappa-kuormituskerroin,  $A(x, w/X)$  vakuutuksen rahastokertamaksu,  $w$  vakuutuksen päättymisikä ja  $S$  vakuutuksen vakuutussumma. Edellisen kaavan perustella siis jatkuva bruttovakuutusmaksu

$$(5.18) \quad \bar{B}(x, m/X) = \frac{S \cdot A(x, w/X)}{(1 - \kappa) \cdot a(x, m)}.$$

Kahden henkilön elämänvaravakuutuksessa (VV) ja kuolemanvaravakuutuksessa ensimmäisen vakuutetun varalle (KK) jatkuva vakuutusmaksu  $\bar{B}((x, y), w_m)$ , jossa  $w_m$  on vakuutusmaksujen päättymisikä laskettuna ensimmäisen vakuutetun iästä  $x$ , saadaan samalla tavalla kuin yksilöllisessäkin vakuutuksessa. Vakuutusmaksua peritään vain jos kummatkin vakuutetut elävät, joten jatkuvan vakuutusmaksun nykyarvo on  $\bar{B}((x, y), w_m) \cdot a((x, y): w_m)$  vakuutusmaksun ollessa vakio. Jatkuva bruttovakuutusmaksu

$$(5.19) \quad \bar{B}((x, y), w_m/XX) = \frac{S \cdot A((x, y): w/XX)}{(1 - \kappa) \cdot a((x, y): w_m)},$$

missä merkinnällä  $XX$  tarkoitetaan joko kahden henkilön elämänvaravakuutusta tai ensimmäisen vakuutetun kuoleman varalle otettua kahden henkilön vakuutusta.

Kahden henkilön kuolemanvaravakuutuksen jälkimmäisen kuoleman varalle (Q) jatkuvaa vakuutusmaksua  $\bar{B}((x, y): w_m/Q)$  peritään, jos vakuutetuista vähintään toinen elää. Liitteen 2 kohdassa L.2.2 esitettyjen tulosten perusteella saadaan jatkuvan vakuutusmaksun nykyarvoksi  $\bar{B}((x, y): w_m/Q) \cdot \hat{a}((x, y): w_m)$ , joten jatkuva bruttovakuutusmaksu

$$(5.20) \quad \begin{aligned} \bar{B}((x, y): w_m/Q) &= \frac{S \cdot A((x, y): w/Q)}{(1 - \kappa) \cdot \hat{a}((x, y): w_m)} \\ &= \frac{S \cdot A((x, y): w/Q)}{(1 - \kappa) \cdot (a(x, w_{m,x}) + a(y, w_{m,y}) - a((x, y): w_m))}. \end{aligned}$$

Käytännössä edellä esitetty jatkuva vakuutusmaksu on teoreettinen käsite, jota käytetään reaalisen vakuutusmaksun määrittämiseen. Etukäteen maksettava yksilöllisen vakuutuksen vuosimaksu  $B(x, m)$  saadaan jakamalla jatkuva vakuutusmaksu luvulla 1,025, eli  $B(x, m) = \bar{B}(x, m)/1,025$ . Vastaavasti laskemalla saadaan etukäteiset vuosimaksut kahden hengen vakuutuksille. Kun vakuutus sopimuksessa oletetaan 4,5 % vuosikoroksi, etukäteinen vakuutusmaksu määritetään luonnollisesti pienemmäksi kuin jatkuva vakuutusmaksu.

Osavuosismaksu  $h$ :n kuukauden ajalta on  $(0,5 + 8,5 \cdot h) \%$  etukäteisestä vuosimaksusta, kun  $1 \leq h < 12$ .

## 5.3 Muutosarvo, takaisinostoarvo, vapaakirja, vakuutusmaksuvastuu ja korvausvastuu

### 5.3.1 Muutosarvo

Edellä on laskettu laskuperusteiden mukaiset vakuutusten tulevista vakuutustapahtumista aiheutuvien suoritusten ja muiden vakuutuksista aiheutuvien menojen nykyarvot. Lisäksi edellisessä luvussa laskettiin tulevien vakuutusmaksujen nykyarvo. Käytännössä tulevat korvaussuoritukset ja muut vakuutuksista aiheu-

tuvat menot määrittävät laskuperusteen mukaisen yhtiölle aiheutuvan velan vakuutuksesta, jota vähentää tulevien vakuutusmaksujen nykyarvo.

Vakuutuksen olleessa voimassa voidaan laskea laskuperusteen mukainen vakuutuksen rahallinen arvo, jota kutsutaan muutosarvoksi. Muutosarvoa laskettaessa otetaan huomioon vain laskuperusteen mukaiset vakuutukseen liittyvien suoritusten nykyarvot, joten se eroaa vastuuvastuusta, jonka täytyy jatkuvasti riittää kohtuudella kattamaan vakuutuksesta aiheutuvat suoritukset, kuten johdannossa todettiin.

Vakuutuksen muutosarvoa kutsutaan usein myös rahastoksi, rahastovastuuksi tai asiakkaan näkökulmasta vakuutuksen säästöksi. Muutosarvo on myös SHV-laskuperusteessa käytännössä sama kuin vakuutuksen takaisinostoarvo, jonka yhtiö suorittaa vakuutuksenottajalle irtisanomisen yhteydessä..

Yksilöllisen vakuutuksen  $X$  muutosarvo hetkellä  $t$  lasketaan seuraavasti:

$$(5.21) \quad V(x + t \cdot w/X) = S \cdot A(x + t \cdot w/X) - (1 - \kappa) \cdot B(x + t \cdot m/X) \cdot a(x + t, m),$$

missä  $x$  on vakuutetun ikä vakuutuksen alkuhetkellä,  $w$  vakuutuksen päättymisikä,  $m$  maksujen päättymisikä,  $S$  vakuutussumma,  $B(x + t \cdot m/X)$  vakuutuksen etukäteinen vuosimaksu ja  $A(x + t \cdot w/X)$  vakuutuksen rahastokertamaksu. Muutosarvo lasketaan vastaavasti myös kahden hengen vakuutuksille.

Kun lasketaan työkyvyttömyyspäiväraha- ja sairaalavakuutuksen (T ja SL) muutosarvoa, vähennetään muutosarvon kaavasta

$$(5.22) \quad \frac{(k - 7)^+}{5} \cdot V(x + t \cdot w/X),$$

missä  $X$  on T tai SL ja  $k$  on niiden täysien kuukausien lukumäärä, joilta kyseessä olevien vakuutusten perusteella on maksettu korvausta, kun korvausta maksetaan enintään 365 päivältä. Jos korvausta maksetaan enintään 730 päivältä, niin kaavassa esiintyvä jakaja 5 muutetaan jakajaksi 17. Kertoimella  $(k - 7)^+$  tarkoitetaan luvun  $k - 7$  positiivista osaa vastaavasti kuin liitteen 2 kaavassa (L.3.2).

Vähennettävä termi kuvaa muutosarvon luonnollista vähentymistä, kun korvausten jäljellä oleva määrä vähenee. Esitetyn vähennyksen mukaan oletetaan, että kun korvausta on maksettu 7 täyttä kuukautta, niin tulevien korvausten määrä on edelleen muuttumaton, mutta 7 täyden kuukauden jälkeiset korvatut kuukaudet vähentävät lasketun muutosarvon nollaan tasaisesti. Vakuutuksen korvausten enimmäismäärän maksamisen jälkeen muutosarvoakaan ei ole enää jäljellä ja vakuutus päättyy.

Muutosarvoa voidaan nimensä mukaisesti käyttää vakuutuksen arvona vakuutuksen muutostilanteessa, koska useimmissa muutostilanteissa vakuutuksen arvon on oltava muutoksen jälkeen yhtä suuri kuin ennen muutosta aiemmin mainitun ekvivalenssiperiaatteen mukaisesti. Tällöin muutostilanteessa voidaan asettaa muutosarvot yhtä suuriksi ennen ja jälkeen muutosta ja laskea mahdollinen uusi vakuutuksen maksu tai uusi vakuutussumma. Mahdollisia muutostilanteita ovat käytännössä vakuutussummien muutokset, maksujen muutokset, yksittäisten vakuutusten irtisanomiset sekä vapaakirjamuutos.

### 5.3.2 Takaisinostoarvo

Takaisinostoarvo on rahallinen määrä, jonka maksaessaan vakuutuksenottajalle yhtiö vapautuu vastuustaan. Vakuutuksenottajalle maksetaan takaisinostoarvo yleensä vakuutuksenottajan irtisanoessa vakuutus sopimuksensa. Lisäksi SHV-laskuperusteen kohdan 7 mukaan takaisinostoarvo suoritetaan, kun vakuutus sopimus lakkaa ennen sovittua muunkin syyn kuin takaisinoston takia tai kun yhtiö muuten vapautuu vakuutus sopimuksen mukaisesta vastuusta.

Vakuutus sopimuksen takaisinostoarvo  $T(x + t, w)$  määräytyy vakuutetun iässä  $x + t$  seuraavasti:

$$(5.23) \quad T(x + t, w) = V(x + t, w) - z \cdot \left(1 - \frac{t}{\min(m, 10)}\right)^+ \cdot B(x, m),$$

missä  $V(x + t, w)$  on vakuutus sopimuksen yksittäisistä vakuutuksista laskettu kokonaismuutosarvo,  $z$  yhtiökohtainen kerroin,  $m$  vakuutus sopimuksen alkuperäinen maksuaika ja  $B(x, m)$  vakuutus sopimuksen alkuperäinen vakuutusmaksu. Kaavassa vähennettävä termi johtuu SHV-laskuperusteen mukaisista kuolettamattomista myyntikustannuksista, jotka pienenevät sitä mukaa kun yhtiö vuosittain kuolettaa taseelle aktivoituja myyntikustannuksia. Kuolettamattomien myyntikustannusten määrä pienenee kymmenen vuoden aikana nolnaan. Nykyhetkellä SHV-laskuperusteen mukaisista vakuutus sopimuksista olisi jo kuoletettu kaikki aiheutuneet myyntikustannukset, koska kaikki SHV-laskuperusteen mukaisesti myönnetty vakuutukset olisivat myönnetty vähintäänkin 20 vuotta sitten, joten takaisinostoarvo on sama kuin muutosarvo. Myyntikustannusten vähennys vastuuvasta perustuu sallittuun myyntikustannusten jaksotukseen pidemmälle aikavälille yhtiön tuloksessa, mistä enemmän alaviitteessä.<sup>1</sup>

Vakuutus sopimuksesta suoritetaan takaisinostona enintään kuolemanvaravakuutuksen vakuutussumman mukainen määrä, jos vakuutus sopimukseen sisältyy vakuutusyhtiön vastuu suorittaa säästösomma sovittuna ajanhetkenä, eli jos vakuutus sopimus sisältää elämänvaravakuutuksen. Mikäli takaisinostoarvo olisi merkittävästi suurempi kuin kuolemanvaravakuutuksen vakuutussumma, vakuutusnottajan kannattaisi nostaa koko takaisinostoarvo erityisesti tilanteessa, jossa vakuutetun terveydentila olisi merkittävästi heikentynyt, ja sitä kautta kuolemantapauksen riski suurentunut. Tässä tilanteessa olisi kannattavaa takai-

<sup>1</sup> Yhtiö voi myös nykyisen vakuutusyhtiölain 9 luvun 7 §:n 4 momentin mukaan vähentää vakuutusten hankintamenojen jaksottamiseksi vakuutusmaksuvastuusta määrän, jolla vakuutusten kuormitustulojen pääoma-arvo ylittää hoitokulujen pääoma-arvon ja mahdollisen hankintamenojen aktivoinnin. Yhtiö voi jaksottaa vakuutus sopimusten alkuun kohdistuvia vakuutus sopimusten hankintakuluja, jotta yhtiölle ei kohdistu kohtuutonta taakkaa uuden vakuutus kannan hankinnasta. Vakuutus kannan hankintakulut ovat merkittäviä esimerkiksi uuden perustettavan yhtiön kannalta.

Koska takaisinostoarvo ei voi vakuutusyhtiölain mukaan olla suurempi kuin vastuuvastuun, on luonnollista että takaisinostovastuusta on vähennettävä vastuuvastuusta vähennettävä määrä. Takaisinostoarvon laskentatapa takaa myös sen, että hankintameno tulevat katetuiksi myös vakuutuksen mahdollisen keskeyttämisen johdosta.

Vakuutusyhtiölain mukainen hankintamenojen jaksotus on siis mahdollista vain, jos vakuutus sopimuksesta perittävät kuormitukset kattavat vakuutus sopimusten hoitokulut ja hankintameno, mikä on luonnollisesti perusteltavissa sillä, että vakuutus sopimuksesta on perittävä tarpeeksi kuormitusta kattamaan niistä aiheutuvat liikekulut. Yhtiön täytyy myöntää vakuutus sopimukset sellaisin perustein, että myös hankintakulut saadaan turvaavasti katettua vakuutus kannasta saatavilla tulevilla kuormituksilla.

Hankintamenojen aktivoinnilla tarkoitetaan sitä, että yhtiö varaa kirjanpidossa hankintamenoa vastaavan erän taseen vastaaviin. Aktivoituja hankintamenoja vähennetään poistoilla vuosittain, samaan tapaan kuin muitakin taseeseen aktivoituja pitkäaikaisia menoja. SHV-laskuperusteessa kutsutaan taseeseen aktivoituja hankintamenoja kuolettamattomiksi myyntikustannuksiksi. Vastuuvasta tehtävää myyntikustannusten vähennystä on kutsuttu myös zillmeroinniksi.

Aktivointi voidaan myös mieltää yhtiön itseltään ottamaksi lainaksi. Yhtiö maksaa hankintakustannukset pankkitililtään hankintamenojen, kuten myyjien palkat, niiden syntyhetkellä, jolloin taseen vastaavista vähenee varallisuutta. Aktivoinnista johtuen varallisuus ei kuitenkaan teknisesti vähene, koska aktivoitu erä lisätään taseen vastaaviin. Aktivoitu erä poistetaan liikekuluina tulevina vuosina ja tästä syystä taseen vastaavat vähenevät poistoina tasaisemmin kuin oikeat hankintameno.

<sup>2</sup> Vakuutus sopimuslain 5 luvun 43 §:n 2 momentin perusteella vakuutusnottaja voi palauttaa vapaakirjamuutosta edeltävän vakuutus sopimuksen voimaan maksamalla vakuutusmaksun kuuden kuukauden sisällä vapaakirjamuutospyyntöä vakuutusyhtiölle, mikäli vapaakirjamuutos on tehty muusta syystä kuin raukeamisen johdosta.



sinostaa erityisesti elämänvaravakuutukseen kertynyt säästö, koska vakuutusyhtiö vapautuu vastuustaan vakuutetun kuollessa ja vakuutettu menettää mahdollisuutensa saada elämänvaravakuutuksen vakuutussumma. Tästä syystä vakuutuksenottajan on SHV-laskuperusteen mukaan kannettava elämänvaravakuutukseen kuuluva riski myös tilanteessa, jossa vakuutetun terveydentila on muuttunut.

### 5.3.3 Vapaakirja

SHV-laskuperusteen mukaisissa vakuutussovimuksissa voidaan vakuutusmaksujen maksaminen lopettaa ja muuttaa vakuutussojimus pyynnöstä vapaakirjaksi. Vapaakirjaksi muutetaan myös rauennut vakuutussojimus. Vakuutussojimus raukeaa, jos vakuutusmaksut jätetään maksamatta tiettyjen aikarajojen täyttymessä, jotka on mainittu SHV-laskuperusteessa kohdassa 5. Vapaakirjaksi kutsutaan vakuutussojimusta, josta ei peritä vakuutusmaksua. Vakuutusmaksujen maksamista ei tietyn aikarajan<sup>2</sup> jälkeen voi uudelleen aloittaa vapaakirjamuutoksen jälkeen.

Vapaakirja annetaan vain henkivakuutuksen osalta ja vapaakirjamäärä, vapaakirjan henkivakuutuksen vakuutussumma muutoshetkellä, on sama kuin muutettavan vakuutuksen takaisinostoarvo, johon luetaan mukaan myös mahdollisten työkyvyttömyysvakuutuksien takaisinostoarvo. Vapaakirjan muutoksessa on tulevan vapaakirjan määrä oltava vähintään 1 000 euroa.

Vapaakirjan määrä saadaan laskettua siten, että vakuutussojimuksen muutosarvo asetetaan vastaamaan uuden vakuutusmäärän mukaista rahastokertamaksua ja ratkaistaan uusi vakuutusmäärä, kun oletetaan että tulevia maksuja ei ole:

$$(5.24) \quad S = \frac{\sum_Y V(x + t \cdot w/Y)}{A(x + t \cdot w/X)},$$

missä X on vakuutussojimuksen päävakuutus. Päävakuutuksia katsotaan olevan kuolemanvara- ja elämänvaravakuutukset sekä niiden yhdistelmät.

### 5.3.4 Vakuutusmaksu- ja korvausvastuu

SHV-laskuperusteissa määrätään myös vakuutussojimuksesta aiheutuvan vakuutusmaksuvastuun laskenta. Vakuutusmaksuvastuun on tosin riitettävä kohtuudella tuleviin korvauksiin, kuten johdannossa todettiin, joten SHV-laskuperusteen mukaisesti laskettua vakuutusmaksuvastuuta voidaan joutua täydentämään lisävarauksilla, kun määrätään kirjanpidon mukaista vastuovelkaa.

SHV-laskuperusteen mukainen vakuutusmaksuvastuu lasketaan noudattaen luonnollisesti vakuutusyhtiölaissa esitettyä vakuutusmaksuvastuun laskentatapaa, jonka mukaan vastuovelka on tulevien korvausten nykyarvo vähennettynä tulevien vakuutusmaksujen nykyarvolla lisättynä kesken sovitun vakuutusajan raukeavien vakuutuksien mahdollisesti aiheuttamalla vastuulla.

Verrattuna muutosarvon laskentaan, erona vakuutusmaksuvastuun laskennassa on se, että kaavan (5.22) mukaista vähennystä ei tehdä T- ja SL-päivärahavakuutusten osalta. Lisäksi toisin kuin muutosarvon laskennan yhteydessä, vakuutusmaksuvastuusta vähennetään kaikkien myönnettyjen vakuutussojimusten aiheuttamat kuolettamattomat myyntikustannukset takaisinostoarvon laskentakaavan (5.23) mukaisesti. Kuolettamattomia myyntikustannuksia (taseen vastaaviin aktivoidut hankintamenot) voidaan vakuutusyhtiölain 9 luvun 7 §:n 4 momentin mukaan vähentää vastuovelasta tietyin rajauksin, kuten edellä todettiin.

Huomautetaan, että korvausvastuuta ei SHV-laskuperusteessa määritellä, vaan yhtiöllä on käytännössä oltava erilliset laskuperusteet korvausvastuun laskentaan. Yleensä SHV-laskuperusteen tyyppisillä vakuutuksilla korvausvastuu on käytännössä maksamatta jääneet päättymissummat ja kuolemanvaravakuutuksen

korvaukset, joita ei ole yhtiöltä haettu. Maksuvapautusvakuutuksen korvausten maksamisen yhteydessä on varattava vastuuelkaa tulevia toistuvia korvauksia varten. Sairauskuluvakuutusten yhteydessä on myös varauduttava hakematta jääneiden korvausten arviointiin ja lisäämiseen vastuuelkaan.

### **5.3.5 Markkinaehtoisen vastuuelan ja SHV-laskuperusteen mukaisen vakuutusmaksuvastuun laskennan yhteys**

Vastuuelka määritetään markkinaehtoisesti esimerkiksi Solvenssi II -lainsäädännön mukaan. SHV-laskuperusteen mukaisessa vastuuelan laskennassa on ensisilmäyksestä poiketen kuitenkin samankaltainen laskentatekniikka kuin markkinaehtoisessa vastuuelassa. Tosin tulevien kassavirtojen arviointi ja nykyarvojen laskenta on peruslaskentaa, kun tehdään rahallista arviointia, joten on oletettavaa, että samankaltaisuuksia löytyy laskentojen välillä.

Markkinaehtoisen vastuuelan laskennassa määritetään käytännössä myönnettyjen vakuutusten aiheuttamien tulevien kassavirtojen odotusarvot, joille lasketaan nykyarvo markkinaehtoisen riskineutraalin diskonttokäyrän mukaisesti. Vakuutusvastuiden tulevat kassavirrat ovat pääasiassa korvaukset, liikekulut ja vakuutusmaksut. Toisaalta myös SHV-laskuperusteessa lasketaan juuri laskuperusteen mukaisten odotettavissa olevien vastaavien kassavirtojen nykyarvot, kun lasketaan nykyarvot riskimaksuille, kuormituksille ja vakuutusmaksuille. Tosin tulevan kassavirran toteutumiseen vaikuttaa markkinaehtoisessa vastuuelan laskennassa kaikki mahdolliset kassavirtaan vaikuttavat tekijät, joilla on vaikutusta suureen toteutumiseen, kun taas SHV-laskuperusteen mukaisessa laskennassa otetaan huomioon vain kuolevuus. Ja toisaalta markkinaehtoisen vastuuelan laskennassa on käytettävä parhaan arvion mukaisia oletuksia tulevia kassavirtoja arvioidessa, joten laskenta eroaa oletusten mielessä toki siinäkin suhteessa.

## 6 Lähdeluettelo

Jokela, T.;Lammi, V.;Lohi, I.;& Silvola, T. (2009). *Vapaaehtoinen henkilövakuutus*. FINVA, Finanssi- ja vakuutuskoulutus Oy.

Pesonen, M.;Soininen, P.;& Tuominen, T. (2000). *Henkivakuutusmatematiikka*. Suomen vakuutusalan koulutus ja kustannus Oy.

Rantala, J.;& Pentikäinen, T. (2009). *Vakuutusoppi*.

Yksilöllisen henkivakuutuksen perusteet SHV-tutkintoa varten. (1988).

## LIITTEET

### Liite 1 SHV-laskuperusteiden vakuutusten ominaisuudet

Henki- ja henkilövakuutuksella voidaan turvata henkilöön kohdistuvia eri elämänvaiheissa esiintyviä taloudellisia riskejä. Näitä riskejä ovat esimerkiksi kuolema, sairaus tai työkyvyttömyys. Lisäksi henkivakuutusyhtiöt myyvät yleensä myös säästöhenkivakuutuksia, joilla voidaan varautua taloudellisesti tulevaisuutta varten. Säästöhenkivakuutuksella voidaan kattaa esimerkiksi vanhenemisesta mahdollisesti aiheutuvia hoitokuluja.

Seuraavassa esitellään SHV-laskuperusteiden sisältämien vakuutusten yleisiä ominaisuuksia. Jokaisesta vakuutuksesta selvitetään vähintään tuotteeseen liittyvä vakuutustapahtuma ja vakuutustapahtuman perusteella maksettavan korvauksen tyyppi. Yleisiä korvauksen tyyppejä ovat kertakorvauksena maksettava korvaus ja päivärahana maksettava korvaus.

SHV-laskuperusteissa sovellettavien vakuutusten ja muiden vapaaehtoisten henkilövakuutusten ominaisuuksia käsitellään tarkemmin ja laajemmin kirjan Vapaaehtoinen henkilövakuutus (2009) luvussa 6.

#### L.1.1 Elämänvaravakuutus

##### *Vakuutuksen tarkoitus ja ominaisuudet*

Henkilö voi ottaa elämänvaravakuutuksen säästääkseen varoja tulevaisuutta varten – esimerkiksi ikääntymisestä mahdollisesti aiheutuvia hoitokustannuksia varten. Vakuutuksessa määritetään vakuutuksen päättymisajankohta ja vakuutuksen päättyessä maksettava vakuutussumma.

Vakuutuksessa sovittu vakuutussumma lankeaa yhtiön maksettavaksi, mikäli vakuutettu on elossa vakuutuksessa sovitulla päättymishetkellä. Vakuutustapahtumana on siis vakuutetun eläminen sovitulla päättymishetkenä. Jos vakuutettu kuolee ennen päättymishetkeä, yhtiö vapautuu vastuustaan vakuutettua kohtaan.

Voidaan ajatella, että elämänvaravakuutus toimii käänteisesti verrattuna kuolemanvaravakuutukseen, koska elämänvaravakuutuksessa kesken vakuutusajan sattuneessa kuolemantapauksessa vakuutusyhtiö saa maksetut vakuutusmaksut käyttöönsä. Tällöin voidaan sanoa, että vakuutusyhtiö saa kuolemantapauksessa korvausta.

SHV-laskuperusteissa on myös määritelty harvinaisempi kahden hengen elämänvaravakuutus, jossa korvaus maksetaan, mikäli kummatkin vakuutetut ovat elossa vakuutuksen päättymishetkenä. Jos toinen vakuutetuista kuolee kesken vakuutusajan, niin vakuutusyhtiö vapautuu vastuustaan.

##### *Korvauksen tyyppi*

Elämänvaravakuutuksen vakuutussumma maksetaan usein kertakorvauksena vakuutuksen päättymishetkellä. Myös eläkkeenä maksettavat korvaukset ovat elämänvaravakuutuksissa tyypillisiä. SHV-laskuperusteissa ei ole kuitenkaan määritelty eläkemuotoisia säästövakuutuksia.

#### L.1.2 Riskivakuutukset

Riskivakuutuksella voidaan turvautua tietyn henkilöön kohdistuvan taloudellisen riskin varalta. Riskivakuutuksille henkivakuutusyhtiö soveltaa riskin valintaa (vastuuvaihtoa) toisin kuin säästövakuutuksessa. Riskin valinnassa vakuutettu on velvollinen antamaan riskin suuruuden arvioimiseksi tarpeelliset tiedot vakuutusyhtiölle, ja vakuutusyhtiö voi myös hylätä vakuutushakemuksen tai kompensoida kannettavaksi ottamaansa riskiä vastuunrajoituksilla tai maksunkorotuksilla.

Edellä käsiteltyä elämänvaravakuutusta ei yleensä kutsuta riskivakuutukseksi, vaikka elämänvaravakuutuksella turvaututaan pitkäikäisyyden varalle.

Riskivakuutuksista kuolemanvaravakuutukset ja useat työkyvyttömyysvakuutukset ovat niin sanottuja all risk -tyyppisiä vakuutuksia, eli esimerkiksi työkyvyttömyysvakuutuksessa ei lähtökohtaisesti ole merkitystä sillä, miten vakuutettu on tullut työkyvyttömäksi tai mistä sairaudesta tai vammasta johtuen on aiheutunut kustannuksia. Tosin vakuutusyhtiö usein rajaa kantamaansa riskiä – esimerkiksi sairaanhoitovakuutuksissa rajoitusehdoilla ja korvausten ylärajoilla. Korvauspiirin rajoittamien tai vakuutusajan rajaaminen vakuutetun iän mukaan voi helpottaa myös vakuutusten hinnoittelua, ja siten vakuutusyhtiö voi myös turvata paremmin vakuutusten kannattavuuden. Tyypillisesti kaikki riskivakuutukset myönnetään vain tietyille ikävälille, jolle vakuutusyhtiö määrittää riskiä kantamisesta aiheutuvan riskimaksun.

Seuraavassa esitellyistä vakuutustyypeistä sairaanhoitovakuutus on ainoa, joka korvaa todelliset vahingon taloudelliset kulut. Sairaanhoitovakuutuksen korvattavuuteen usein vaikuttaa lakisääteisten vakuutusten, esimerkiksi sosiaaliturvan sairausvakuutuksen, maksetut korvaukset samasta sairaudesta tai vammasta, joka olisi korvattavissa ehtojen mukaan sairaanhoitovakuutuksesta. Kun katsotaan että sairauden tai vammantoiminnan taloudelliset kustannukset on jo täysimääräisesti korvattu, niin vakuutettu ei saa lisäkorvausta muista mahdollisista sairaanhoitovakuutusturvista. Muut seuraavassa esitellyistä vakuutuksista kuin sairaanhoitovakuutukset korvaavat sopimuksessa sovitun summan huolimatta siitä, että vakuutetulla on mahdollisesti muuta turvaa, joka voi oikeuttaa korvaukseen samasta vakuutustapahtumasta.

## **L.1.3 Kuolemanvaravakuutukset**

### **L.1.3.1 Perinteiset kuolemanvaravakuutukset ja parivakuutukset**

#### *Vakuutuksen tarkoitus ja ominaisuudet*

Henkivakuutuksista perinteisin on yksilöllinen kuolemanvaravakuutus, jossa korvataan vakuutussumman mukainen korvaus vakuutussummasta määritellyille edunsaajille vakuutetun kuoleman johdosta. Kuolemanvaravakuutus otetaan tyypillisesti tilanteessa, jossa halutaan turvata edunsaajien taloudellinen asema vakuutetun kuollessa. Esimerkiksi asuntolainan takaisinmaksun turvaksi otetaan usein kuolemanvaravakuutus, jolla katetaan asuntolainan tai osa siitä vakuutetun kuollessa.

Perinteisesti kuolemanvaravakuutuksessa sovitaan vakuutussumma kiinteäksi koko vakuutusajalle, kuten SHV-laskuperusteen kuolemanvaravakuutuksessa (K), tai sitten vakuutussumma määrätään alenevasummaiseksi, kuten SHV-laskuperusteen suurvakuutuksessa (A), jossa vakuutussumma alenee sovittuun vakuutetun ikään asti vuosittain.

Kuolemanvaravakuutus luonnollisesti päättyy mahdollisen vakuutustapahtuman sattuessa tai sovittuna päättymishetkenä.

SHV-laskuperusteessa on esitetty lisäksi myös kahden hengen kuolemanvaravakuutuksia, joita kutsutaan usein myös parivakuutuksiksi. Kahden hengen kuolemanvaravakuutuksissa voi vakuutustapahtumana olla ensimmäiseksi kuolevan vakuutetun kuolema tai kummankin vakuutetun kuolema. Kahden hengen kuolemanvaravakuutus otetaan tyypillisesti turvaamaan asuntolainan takaisinmaksua.

### *Korvauksen tyyppi*

Kuolemanvaravakuutuksessa vakuutussumma maksetaan usein kertakorvauksena vakuutetun kuollessa. Eläkkeenä maksettavat korvaukset ovat myös mahdollisia – esimerkiksi niin sanotuissa perhe-eläkevakuutuksissa. SHV-laskuperusteissa ei ole kuitenkaan määritelty eläkemuotoisia kuolemantapauskorvauksia kuolemanvaravakuutuksille.

### **L.1.3.2 Tapaturmaisesta kuoleman vakuutus**

#### *Vakuutuksen tarkoitus ja ominaisuudet*

Tapaturmaisesta kuoleman vakuutus on tyypillinen lisävakuutus elämänvara- tai kuolemanvaravakuutuksen rinnalla. Tapaturmaisesta kuoleman vakuutuksessa vakuutustapahtumana on vakuutetun tapaturmainen kuolema.

Tapaturmaisesta kuoleman vakuutus otetaan usein siitä syystä, että esimerkiksi nuoremmissa ikäluokissa kuolemantapausta aiheuttaa tapaturmasta useammin kuin sairaudesta. Tapaturma sattuu lisäksi odottamatta, jolloin vakuutettu ei ole välttämättä varautunut taloudellisesti kuolemansa varalta.

#### *Korvauksen tyyppi*

Tapaturmaisesta kuoleman vakuutuksessa vakuutussumma korvataan kertakorvauksena vakuutetun tapaturmaisesta kuoleman johdosta.

### **L.1.4 Työkyvyttömyysvakuutukset**

Kutsutaan seuraavassa sairauskulu-, sairaala-, työkyvyttömyyspäiväraha- ja pysyvän työkyvyttömyyden vakuutuksia työkyvyttömyysvakuutuksiksi ja siis SHV-laskuperusteissa mainittua työkyvyttömyysvakuutusta työkyvyttömyyspäivärahavakuutukseksi. SHV-laskuperusteissa työkyvyttömyysvakuutuksia kutsutaan sairausvakuutuksiksi.

Työkyvyttömyysvakuutuksella voidaan turvautua ansiotulon menetyksen riskin varalle työkyvyttömyyden sattuessa. Tullessaan työkyvyttömäksi esimerkiksi sairauden johdosta, vakuutettu voi menettää ansiotulonsa joko väliaikaisesti tai pysyvästi. Ansiotulon menetyksen lisäksi työkyvyttömyysvakuutuksilla voidaan varautua sairaudesta tai vammasta aiheutuvien kustannusten varalle. Työkyvyttömyysvakuutuksella voidaan myös täydentää sosiaaliturvan antamaa turvaa.

Työkyvyttömyysvakuutukset on suunniteltu turvaamaan lyhytaikaisia ja pitkäaikaisia työkyvyttömyysjaksoja. Lyhytaikaisen työkyvyttömyyden varalle tarjotaan esimerkiksi sairaala- ja sairaanhoitovakuutuksia. Pitkäaikaisen työkyvyttömyyden varalle myydään esimerkiksi vakuutuksia pysyvän työkyvyttömyyden ja pysyvän haitan vakuutuksia. Tyypillisiä korvausmuotoja työkyvyttömyysvakuutuksissa ovat päivärahakorvaus työkyvyttömyysajalta sekä kertakorvaus.

Vakuutusturva työkyvyttömyysvakuutuksissa on voimassa sopimuksessa sovitun vakuutusajan. Kertakorvausmuotoisissa työkyvyttömyysvakuutuksissa vakuutus päättyy korvauksen maksamisen jälkeen, mutta päivärahatyyppisissä työkyvyttömyysvakuutuksissa vakuutusturva päättyy päivärahapäivien enimmäismäärän saavuttamisen jälkeen. Sairaanhoitovakuutuksen vakuutusturva päättyy, kun sairauskulukorvausten euromääräinen enimmäismäärä on tullut täyteen.

#### **L.1.4.1 Vakuutus pysyvän työkyvyttömyyden varalta**

### *Vakuutuksen tarkoitus ja ominaisuudet*

Vakuutus pysyvän työkyvyttömyyden varalta otetaan nimensä mukaisesti pysyvän työkyvyttömyyden varalta. Työkyvyttömyys katsotaan pysyväksi, jos vakuutetun tila lääketieteellisesti arvioituna aiheuttaa pysyvän työkyvyttömyyden, ja vakuutetun tila on muodostunut vakaaksi ja työkyvyn ei katsota enää palaavan. Lisäedellytyksenä pysyvän työkyvyttömyyden toteamiselle on, että vakuutetun tila ei myöskään jatkuvasti huonone.

### *Korvauksen tyyppi*

Pysyvän työkyvyttömyyden vakuutuksessa vakuutussumma korvataan kertakorvauksena tai työkyvyttömyyseläkkeenä vakuutetun jouduttua edellä mainitulla tavalla pysyvästi työkyvyttömäksi. SHV-laskuperusteesta olevasta vakuutuksesta pysyvän työkyvyttömyyden varalta korvataan vakuutussumma kertakorvauksena.

## **L.1.4.2 Työkyvyttömyyspäivärahavakuutus**

### *Vakuutuksen tarkoitus ja ominaisuudet*

Työkyvyttömyyspäivärahavakuutus voidaan ottaa lyhytaikaisten työkyvyttömyysjaksojen varalle. Korvauksena maksetaan työkyvyttömyyspäivää kohti päivärahakorvaus ja korvattavien työkyvyttömyyspäivien määrä rajataan sopimuksessa tyypillisesti korkeintaan 365 tai 730 päivään. Korvauksen saamiseksi vakuutetun on tultava vakuutusehdoissa määritellyllä tavalla työkyvyttömäksi.

Oikeus työkyvyttömyyspäivärahavakuutuksen korvaukseen säilyy vain maksamalla vakuutusmaksuja – myös silloin kun korvausten maksu on käynnissä. Korvausten maksaminen päättyy, jos vakuutusmaksua ei makseta tai vakuutettu on tullut jälleen työkykyiseksi. Työkyvyttömyysvakuutuksen rinnalle on mahdollista ottaa maksuvapautusvakuutus, joka mahdollistaa työkyvyttömyysjaksolta maksuvapautuksen. Vakuutetun oikeus työkyvyttömyyspäivärahakorvaukseen lakkaa myös sovitun vakuutusajan päättyessä, vaikka hän olisi edelleen työkyvytön.

Aikaisempina vuosikymmeninä työkyvyttömyysvakuutusta ei myönnetty muuten kuin päävakuutuksen lisävakuutukseksi, ja työkyvyttömyysvakuutuksen päivärahan määrä oli usein sidoksissa päävakuutuksen vakuutussumman suuruuteen.

Työkyvyttömyysvakuutuksessa sovelletaan tyypillisesti omavastuuajoja, jolloin vakuutetun täytyy olla tietyn ajan työkyvytön, ennen kun on oikeutettu korvaukseen. SHV-laskuperusteissa on sovellettu tyypillisimpiä 21, 30, 60 ja 90 päivän omavastuita.

### *Korvauksen tyyppi*

Työkyvyttömyyspäivärahavakuutuksessa korvataan sopimuksessa sovittu päivärahakorvauksen määrä työkyvyttömyysjakson ajalta.

## **L.1.4.3 Sairaalavakuutus**

### *Vakuutuksen tarkoitus ja ominaisuudet*

Sairaalavakuutuksella pyritään kattamaan vamman tai sairauden vaatimasta sairaalahoidosta aiheutuvia kustannuksia. Vakuutettu on oikeutettu korvaukseen vain sairaalassa tai muussa hoitolaitoksessa annetusta

hoidosta. Entisaikaan sairaalavakuutuksilla on ollut suurempi merkitys aiemmin, koska sairaalahoitojaksot olivat pidempikestoisia kuin nykyään.

Sopimuksessa sovitaan sairaalavakuutuksen päivärahan määrä ja korvattavien sairaalahoitopäivien enimmäismäärä, joka on tyypillisesti 365 tai 730 päivää. Joissakin sairaalavakuutuksissa korvauksen määrä hoitopäivältä on sidottu sairaalan perimään tosiasialliseen hoitopäiväkustannukseen. SHV-laskuperusteen sairaalavakuutus on päivärahatyyppinen vakuutus, jossa korvattava päivärahan määrä ei riipu sairaalan perimistä oikeista kustannuksista.

### *Korvauksen tyyppi*

SHV-laskuperusteen mukaisesta sairaalavakuutuksesta korvataan sopimuksessa sovitun suuruista päiväraha-korvausta sairaalahoitojaksosta.

## **L.1.4.4 Sairaanhoidovakuutus**

### *Vakuutuksen tarkoitus ja ominaisuudet*

Sairaanhoidovakuutuksella pyritään kattamaan sairauden vai vamman tutkimisesta ja hoidosta aiheutuvia kustannuksia. Sairaanhoidovakuutuksia kutsutaan myös usein sairauskuluvakuutuksiksi.

Poiketen tyypillisistä henkilövakuutuksista, joissa korvauksen määrä sovitaan tarkasti sopimuksessa, sairaanhoidovakuutus korvaa sairaanhoidon todelliset kulut. Lisäksi korvausta ei suoriteta, mikäli sairauden hoidosta aiheutuneet kustannukset on jo korvattu toisen vakuutuksen perusteella. Vakuutusyhtiö voi asettaa vakuutuksista maksettaville korvauksille enimmäismäärän, kuten esimerkiksi enimmäismäärän päiväkohtaisille korvauksille, yhdestä sairaudesta tai vammasta aiheutuille korvauksille tai vakuutuksesta maksettaville kokonaiskorvauksille.

Vakuutettu on oikeutettu korvaukseen vain vakuutuksen ollessa voimassa, kun korvattava sairaanhoidokulu syntyy. Korvattavuuden säilyttämiseksi vakuutuksen on pysyttävä jatkuvasti voimassa. Sopimuksessa sovitun päättymishetken jälkeen syntyneitä hoitokuluja ei korvata vakuutuksesta, vaikka vakuutusturva olisi ollut hoidon alkamishetkellä voimassa. Kuitenkin vakuutusturvan voimassaoloaikana syntynyt hoitokulu korvataan vakuutuksesta, vaikka vakuutusturva päättyisikin ennen korvauksen lopullista maksamista.

Sairaanhoidovakuutuksen tarjoama turva vaihtelee vakuutusyhtiöittäin, jotka määrittelevät vakuutusehdoissa vakuutuksen kattaman korvauspiirin. Tyypillisesti sairaanhoidovakuutuksen ehtojen mukaan vakuutus kattaa sairauden ja vamman tutkimisessa ja hoidossa välttämättömät toimenpiteet, kuten lääkkeet, leikkaukset ja lääkärikäyntien kustannukset. Sairaanhoidovakuutuksissa sovelletaan yleisesti laajaa joukkoa rajoitusehtoja, joilla rajataan sairaanhoidovakuutuksen korvauspiiriä. Edellä mainituin keinoin vakuutusyhtiö pyrkii määrittämään sopimuksessa sovitun vastuun kantamisesta aiheutuvan riskin ja sitä vastaavan vakuutusmaksun. Tyypillisesti sairaanhoidovakuutuksiin kuuluu myös joko euromääräinen tai maksettavan korvauksen suhteen prosentuaalinen omavastuu.

SHV-laskuperusteen sairaanhoidovakuutuksessa on määrätty yläraja sairaalahoidon päiväkohtaisille korvauksille, yläraja vakuutuksesta korvattavalle kokonaiskorvausmäärälle sekä euromääräinen omavastuu. Lisäksi SHV-laskuperusteen sairaanhoidovakuutuksen maksu, korvauksien ylärajat ja omavastuu on sidottu elinkustannusindeksiin. Poiketen muista SHV-laskuperusteen vakuutuksista, sairaanhoidovakuutuksen korvausmäärää ei sovita erikseen, vaan korvauksien ylärajat, omavastuu ja vakuutuksen maksut ovat kaikille vakuutuksenottajille samat.

### *Korvauksen tyyppi*



Sairaanhoitovakuutuksesta korvataan korvaushakemuksen mukaisten tositteiden mukaiset kustannukset, jotka oikeuttavat korvaukseen vakuutusehtojen mukaan.

#### **L.1.4.5 Maksuvapautusvakuutus**

##### *Vakuutuksen tarkoitus ja ominaisuudet*

Maksuvapautusvakuutuksen tarkoitus on turvata muiden vakuutusturvien voimassaolo vakuutussopimuksessa siten, että vakuutetun tullessa työkyvyttömäksi vakuutusturvat pysyvät voimassa, vaikka vakuutusmaksua ei maksetakaan. Tämän ominaisuutensa vuoksi maksuvapautusvakuutus on aina lisävakuutus muille vakuutusturville. Maksuvapautusvakuutus ratkaisee ongelman, joka liittyy aiemmin mainitun työkyvyttömyysvakuutuksen voimassaoloon, eli vakuutuksen on oltava voimassa silloinkin, kun korvausta maksetaan vakuutetulle. Maksuvapautusvakuutus siis takaa vakuutuksen voimassaolon, eli tulevien mahdollisten korvausten saamisen ja jo maksussa olevien korvausten jatkumisen.

SHV-laskuperusteessa on perinteisen vakuutetun työkyvyttömyydestä aiheutuvan maksuvapautuksen lisäksi myös huoltajan maksuvapautusvakuutus, jossa maksuvapautus myönnetään huoltajan kuoleman tai työkyvyttömyyden johdosta. Huoltajan maksuvapautusvakuutus oikeuttaa maksuvapautukseen vain määrättyihin vakuutetun tai vakuutetun huoltajan ikärajoihin asti. Yleisesti sekä perinteisessä maksuvapautusvakuutuksessa että huoltajan maksuvapautusvakuutuksessa maksuvapautus päättyy viimeistään maksuvapautusvakuutuksessa vakuutetun ja huoltajan maksuvapautusvakuutuksessa huoltajan täytettyä 60 ikävuotta. Huoltajan maksuvapautuksessa maksuvapautus päättyy viimeistään vakuutetun saavutettua vakuutusiän 20 vuotta.

##### *Korvauksen tyyppi*

Vakuutusyhtiö kuittaa korvauksena maksuvapautusvakuutuksesta vakuutusmaksut maksetuiksi työkyvyttömyysajalta. Maksuvapautusvakuutuksen korvaus on rinnastettavissa työkyvyttömyyseläkkeeseen, jossa korvauksena olisi vakuutusmaksun suuruus.

## Liite 2 Integraalin approksimaatiokaava ja kahden vakuutetun nykyarvoja

### L.2.1 Integraalin approksimaatiokaava

Seuraavassa määritellään integraalin approksimaatiokaava, niin sanottu Eulerin summakaava, jota käytetään luvussa 5.1 laskettaessa rahastokertamaksuja sekä arvioitaessa kommutaatiofunktioita:

$$(L.2.1) \quad \int_x^w f(u) du \approx \sum_{v=x}^w f(v) - \frac{1}{2} \cdot (f(x) + f(w)) + \frac{1}{12} \cdot (f'(x) - f'(w)),$$

missä funktio  $f$  on vähintään neljästi derivoituva. Kommutaatiofunktio  $N(x)$  voidaan käytännössä approksimoida edellisellä kaavalla seuraavasti:

$$\begin{aligned} N(x) &= \int_x^\infty D(t) dt \\ &\approx \sum_{v=x}^\infty D(v) - \frac{1}{2} \cdot (D(x) + D(\infty)) + \frac{1}{12} \cdot (D'(x) - D'(\infty)) \\ &= \sum_{v=x}^\infty D(v) - \frac{1}{2} \cdot D(x) + \frac{1}{12} \cdot (-(\mu_x + \delta) \cdot D(x)) \\ &= \sum_{v=x}^\infty D(v) - D(x) \cdot \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{12} \cdot (\mu_x + \delta) \right), \end{aligned}$$

kun käytetään kirjan Henkivakuutusmatematiikka (Pesonen ym. 2000) lauseen 3.1.1 tulosta  $D'(x) = -(\mu_x + \delta) \cdot D(x)$  ja toisaalta kuolevuusmallin perusteella voidaan olettaa, että  $D(\infty) = D'(\infty) = 0$ , koska joka tapauksessa kaikki henkilöt SHV-laskuperusteen mukaisen kuolevuusmallin mukaisesti kuolevat joskus ja äärettömän ajan päästä toteutuvaa suuretta varten ei siis tarvitse varata yhtään rahastoa.

### L.2.2 Kahden vakuutetun nykyarvoja

Oletetaan, että jonkin tulevan suureen toteutumiseen vaikuttaa kahden henkilön eliniät. Lähtöajatuksena seuraavassa on se, että päätellään eri vaihtoehdot tulevan suureen toteutumiseen, mikäli toteutumiseen johtavia tapauksia on useita. Sitten lasketaan tulevan suureen toteutumisen todennäköisyydet kussakin toteutumisvaihtoehdossa, ja lasketaan nykyarvo tulevasta suureesta korkoutuvuusoletuksen mukaisesti. Tässä laskettuja tuloksia käytetään kahden henkilön vakuutusten rahastokertamaksujen laskennassa luvussa 5.

Merkitään jatkossa ensimmäistä vakuutettua numerolla 1 ja toista vakuutettua numerolla 2. Kaikki suureet jotka liittyvät ensimmäisen vakuutettuun merkitään ylä- tai alaindeksillä 1 ja toiseen vakuutettuun liittyvät ylä- tai alaindeksillä 2. Esimerkiksi ensimmäisen vakuutetun kuolevuus hetkellä  $t$  on  $\mu_t^1$ .

Oletetaan seuraavassa, että tietyn suureen toteutuminen riippuu kahdesta vakuutetusta siten, että suure toteutuu, jos kummatkin vakuutetut elävät ajan  $u$  kuluttua. Oletetaan sama korkoutuvuus kuin edellä ja vakuutettujen eliniät oletetaan riippumattomiksi. Olkoon vakuutettujen iät  $x$  ja  $y$  tarkasteluhetkellä, ja

niistä laskettu yhteisikä  $z$  tarkasteluhetkellä. Oletetaan yhteisiän laskennassa siis, että vakuutetut on muutettu saman ikäisiksi tarkasteluhetkellä, samoin kuin SHV-laskuperusteessa tehdään kahden hengen vakuutuksissa.

Tulevan suureen  $\tau(\cdot)$  nykyarvo tarkasteluhetkellä

$$(L.2.2) \quad \begin{aligned} \mathbf{E}_z(\tau(z+u) \cdot \exp(-\delta u)) &= \tau(z+u) \cdot {}_u p_z^1 \cdot {}_u p_z^2 \cdot \exp(-\delta u) \\ &= \tau(z+u) \cdot \frac{D_{1,2}(z+u)}{D_{1,2}(z)}, \end{aligned}$$

kun  $D_{1,2}(z) = \exp\left(-\int_0^z (\mu_t^1 + \mu_t^2 + \delta) dt\right)$ .

Täysin vastaavasti kuin yhden henkilön tapauksessa kohdassa 3.3 voidaan laskea jatkuvasti toteutuvalla jatkuvalla suurelle odotettu nykyarvo seuraavasti, kun oletetaan että  $w_z$  on yhteisiän  $z$  mukainen suureen esiintymisen päättymisikä:

$$(L.2.3) \quad A((x, y): w_z/\tau) := \int_z^{w_z} \tau(t) \cdot \frac{D_{1,2}(t)}{D_{1,2}(z)} dt,$$

kun  $t \in [x, w_z]$ . Jos  $\tau(t) \equiv 1$ , niin

$$(L.2.4) \quad A((x, y): w_z/1) = \frac{N_{1,2}(z) - N_{1,2}(w_z)}{D_{1,2}(z)},$$

kun  $N_{1,2}(z) := \int_0^z D_{1,2}(t) dt$ . Merkitään  $a((x, y): w_z) := A((x, y): w_z/1)$ .

Jos  $\tau(t) = \mu_t^1 + \mu_t^2$ , niin

$$(L.2.5) \quad A((x, y): w_z/\mu) := \frac{M_{1,2}(z) - M_{1,2}(w_z)}{D_{1,2}(z)},$$

kun  $M_{1,2}(z) := \int_z^\infty (\mu_t^1 + \mu_t^2) \cdot D_{1,2}(t) dt$ .

Käsitellään seuraavassa tilanne, jossa suure toteutuu, jos vähintään toinen vakuutetuista elää ajan  $t$  kuluttua. Esiitetty ehto koostuu kolmesta erillisestä tapahtumasta: vakuutettu 1 elää ja 2 on kuollut, vakuutettu 2 elää ja 1 on kuollut tai kummatkin vakuutetut elävät ajan  $u$  kuluttua. Vakuutettujen eliniät oletetaan tässäkin tapauksessa riippumattomiksi. Oletetaan, että tarkasteluhetkellä vakuutettujen iät ovat  $x$  ja  $y$ , ja niistä laskettu yhteisikä on  $z$ . Tällöin voidaan laskea suureen nykyarvo tarkasteluhetkellä seuraavasti:

$$\begin{aligned}
& \mathbf{E}_{x,y}(\tau(z+u) \cdot \exp(-\delta u)) \\
&= \tau(z+u) \cdot {}_u p_x^1 \cdot (1 - {}_u p_y^2) \cdot \exp(-\delta u) \\
&+ \tau(z+u) \cdot {}_u p_y^2 \cdot (1 - {}_u p_x^1) \cdot \exp(-\delta u) \\
(L.2.6) \quad &+ \tau(z+u) \cdot {}_u p_x^1 \cdot {}_u p_y^2 \cdot \exp(-\delta u) \\
&= \tau(z+u) \cdot {}_u p_x^1 \cdot \exp(-\delta u) + \tau(z+u) \cdot {}_u p_y^2 \cdot \exp(-\delta u) \\
&- \tau(z+u) \cdot {}_u p_x^1 \cdot {}_u p_y^2 \cdot \exp(-\delta u).
\end{aligned}$$

Korjataan edellisessä kaavassa viimeistä termiä siten, että käytetään viimeisessä termissä selviämistodennäköisyyksinä yhteisiä mukaisia todennäköisyyksiä, jolloin suureen nykyarvo tarkasteluhetkellä

$$\begin{aligned}
(L.2.7) \quad \mathbf{E}_z(\tau(z+u) \cdot \exp(-\delta u)) &= \tau(x+u) \cdot \frac{D(x+u)}{D(x)} + \tau(y+u) \cdot \frac{D(y+u)}{D(y)} \\
&- \tau(z+u) \cdot \frac{D_{1,2}(z+u)}{D_{1,2}(z)},
\end{aligned}$$

missä kahdessa ensimmäisessä termissä on muutettu iät vakuutettujen yhteisiöstä yksilöllisiksi.

Jos kyseessä on jatkuvasti toteutuva jatkuva suure, niin suureen nykyarvo saadaan yhdistämällä aiemmin työssä laskettuja tietoja seuraavasti:

$$(L.2.8) \quad \check{A}((x, y): w/\tau) := A(x, w_x/\tau) + A(y, w_y/\tau) - A((x, y): w_z/\tau),$$

missä  $w_x$  on ensimmäisen vakuutetun iässä laskettu suureen päättymisikä ja  $w_y$  on vastaavasti toisen vakuutetun vastaava ikä.

Mikäli edellisessä kaavassa  $\tau = 1$ , niin  $\hat{a}((x, y): w) := a(x, w_x) + a(y, w_y) - a((x, y): w_z)$ .

Käsitellään vielä seuraavassa tilanne, jossa yksikön suuruinen jatkuva suure toteutuu silloin, kun toinen vakuutetuista on kuollut ja toinen vakuutetuista elää ajan  $t$  kuluessa, mutta jälkimmäinenkin vakuutettu kuolee infinitesimaalisen ajan  $dt$  kuluttua. Suureen toteutumiselle on oleellista, että toinen vakuutetuista on jo kuollut ennen kuin jäljelle jäänyt kuolee. Tästä päättelystä seuraa, että suureen toteutumisen todennäköisyys hetkellä  $t$  on yhtä suuri kuin

$$(L.2.9) \quad \mu_t^1 \cdot s_1(t) \cdot (1 - s_2(t)) dt + \mu_t^2 \cdot s_2(t) \cdot (1 - s_1(t)) dt,$$

kun tarkastellaan tilannetta hetkellä 0 ja oletetaan, että hetkellä 0 molemmat vakuutetut elävät. Kaava perustuu oleellisesti oletukseen, että vakuutettujen jäljellä olevat elinajat eivät riipu toisistaan. Voidaan tulkita, että esimerkiksi  $\mu_t^1 \cdot s_1(t) \cdot (1 - s_2(t)) dt$  tarkoittaa todennäköisyyttä sille, että vakuutettu 2 on kuollut ajan  $t$  kuluttua ja vakuutettu 1 elää ajan  $t$  kuluttua, mutta kuolee sen jälkeen heti infinitesimaalisen ajan  $dt$  kuluttua. Toinen termi kaavassa on vastaava termi kuin ensimmäinen, mutta siinä käsitellään tilanne, jossa vain vakuutettu 2 elää ajan  $t$  kuluttua ja kuolee ajan  $dt$  kuluttua. Huomautetaan, että  $1 - s_2(t) = \int_0^t \mu_x^2 \cdot s_2(x) dx$ , jolloin tapaus, jossa vakuutettu 2 kuolee täsmälleen hetkellä  $t$ , on nollamittainen tapaus. Kyseinen rajatapaus voi joko kuulua integraaliin tai olla kuulumatta, sillä se ei vaikuta integraalin lopputu-

lokseen. Tällöin ei tarvitse erikseen huomioida tapausta, jossa vakuutetut kuolevat täsmälleen samalla hetkellä.

Lauseketta (L.2.9) voidaan avata seuraavasti:

$$(L.2.10) \quad \begin{aligned} & \mu_t^1 \cdot s_1(t) \cdot (1 - s_2(t))dt + \mu_t^2 \cdot s_2(t) \cdot (1 - s_1(t))dt \\ &= \mu_t^1 \cdot s_1(t)dt + \mu_t^2 \cdot s_2(t)dt - (\mu_t^1 + \mu_t^2) \cdot s_1(t) \cdot s_2(t)dt. \end{aligned}$$

Nykyarvo voidaan laskea yhteisiässä  $z$  välin  $[z, w_z]$  perusteella seuraavasti, kun muutetaan edellisessä kaavassa todennäköisyydet ehdollisiksi siten, että vakuutetut ovat elossa nykyarvon laskentahetkellä. Tällöin

$$(L.2.11) \quad \hat{A}((x, y): w/\mu) := A(x, w_x/\mu) + A(y, w_y/\mu) - A((x, y): w_z/\mu).$$

## Liite 3 SHV-laskuperusteen oletuksia

### L.3.1 Ikälaskenta

*Vakuutusikä*, vakuutetun laskennallinen ikä, on kunkin vakuutusvuoden ajan vakuutusvuoden alussa kulu-  
massa olevan kalenterivuoden ja vakuutetun syntymävuoden erotus. Vakuutusikä on siis aina kokonainen  
luku vuosia. Vakuutusvuodella tarkoitetaan vakuutuksen alkamiskuukaudesta laskettua vuoden ajanjaksoa.

Kahden henkilön elämänvara- ja kuolemanvaravakuutuksissa yksittäisen vakuutetun vakuutusikä lasketaan  
siten, että kummatkin vakuutetut muutetaan samanikäisiksi. Oletetaan, että kahden vakuutetun iät ovat  $x$   
ja  $y$ . Muutetaan ensin naispuolisen vakuutetun ikä tai naispuolisten vakuutettujen iät kyseessä olevassa  
parissa seitsemän vuotta pienemmiksi. Asetetaan muutetut vakuutusiät siten, että vanhempi muutetuista  
vakuutetuista merkitään muuttujalla  $\bar{x}$  ja nuorempaa muutetuista vakuutetuista vastaavasti muuttujalla  $\bar{y}$ .  
Parin yhteisikä  $z$  saadaan kaavasta

$$(L.3.1) \quad z = \bar{x} - \frac{1}{0,055} \cdot \log\left(\frac{2}{1 + 10^{-0,055 \cdot (\bar{x} - \bar{y})}}\right).$$

### L.3.2 Korkoperusteet

Laskuperustekorko on 4,5 % ( $i = 0,045$ ) vuodessa. Korkoutuvuus  $\delta = \ln(1 + i) = \ln(1,045)$ .

### L.3.3 Kuolevuus

Varmuuslisän sisältävä kuolevuusintensiiteetti on

$$\text{miehillä} \quad \mu_x(M) = 1,15 \cdot \left(0,00048 + 10^{0,055(x-94,5)} \cdot \eta(x)\right),$$

$$\text{naisilla} \quad \mu_x(N) = 1,15 \cdot \left(0,00048 + 10^{0,055(x-101,5)} \cdot \eta(x-7)\right).$$

Kuolevuuden kaavoissa kerroin 1,15 on varmuuslisä,  $x$  on ikä vuosina ja funktio

$$\eta(x) = 10^{-0,02 \cdot (x-72)^+},$$

missä

$$(L.3.2) \quad (x-72)^+ = \begin{cases} x-72, & \text{jos } x > 72 \\ 0, & \text{jos } x \leq 72 \end{cases}.$$

Naisten kuolevuus saadaan miesten kuolevuudesta vähentämällä miesten kuolevuudesta seitsemän ikä-  
vuotta:  $\mu(x, N) = \mu(x-7, M)$ . Naisten kuolevuus oletetaan siis pienemmäksi kuin miesten vastaava siten,  
että naiset oletetaan seitsemän vuotta nuoremmiksi kuin miehet. Kuolevuusintensiiteetissä funktio  $\eta(x)$   
vaikuttaa vasta 72 ikävuoden jälkeen kuolevuutta alentaen.

Kuolevuusintensiiteetti on myös SHV-laskuperusteen mukaan vastuun vapautumisen intensiteetti, toisin  
sanoen intensiteetti, jolla kuolevuushyvitystä lisätään vakuutusten rahastoon. Edellä esitettyä kuolevuus-

funktiota sovelletaan siis kaikissa SHV-laskuperusteen vakuutuksissa. Tosin sopimuksissa, joissa ei ole kuolemanvaravakuutusta lainkaan ja jotka sisältävät elämänvaravakuutuksen (V), kuolevuus oletetaan pienemmäksi kummallekin sukupuolelle vastuuvelan turvaavuussyistä. Vakuutuksen säästöön hyvitetään tällöin vähemmän kuolevuushyvitystä. Kuolevuusfunktiossa näissä tapauksissa vähennetään vakuutetun iästä kolme vuotta. Samoin tehdään myös sopimuksissa, joissa riskisumma ei ole suurempi tai yhtä suuri kuin nolla koko vakuutusajan, mutta vain sitä osuutta laskettaessa, jolla elämänvaravakuutuksen vakuutussumma ylittää kuolemanvaravakuutuksen vakuutussumman. Tämä mainitaan SHV-laskuperusteen kohdassa 1.3.1. Edellä mainittu pätee myös kahden hengen elämänvaravakuutuksessa, eli kahden hengen vakuutuksen vakuutettujen yhteisiästä vähennetään kolme vuotta, jos edellä mainitut ehdot täyttyvät.

Riskisumma on muun kuolemanvaravakuutuksen kuin vakuutuksen tapaturmaisen kuoleman varalta vakuutussumman ja sopimuksen rahaston erotus. Yhtiö maksaa kuolintapauksessa vakuutussumman, mutta myös vapautuu vastuuvastaan. Täten riskisumma tarkoittaa summaa, joka vakuutetun kuoleman johdosta koituu yhtiön tappioksi tai voitoksi yhden vakuutussopimuksen osalta.

Yhden vakuutetun kuolevuutta käytetään myös kahden vakuutetun vakuutusten laskennassa yhden vakuutetun laskennan tapaan, kun käytetään kahdelle vakuutetulle laskettua SHV-laskuperusteen mukaista yhteisikää.

### L.3.4 Tapaturmainen kuolevuus

Varmuuslisän sisältävä tapaturmaisen kuolevuuden intensiteetit, kun ikä vuosina  $x \leq 70$ , ovat sukupuoli-kohtaiset vakiot:

$$\begin{array}{ll} \text{miehillä} & r(M) = 0,0006, \\ \text{naisilla} & r(N) = 0,0001. \end{array}$$

### L.3.5 Lyhytkestoinen työkyvyttömyys

Lyhytkestoisen työkyvyttömyyden alkamisintensiteetin kaavaa käytetään työkyvyttömyys- (T), sairaala- (SL) ja sairaanhoitovakuutuksissa (SH) siten, että kullekin ilmiölle kaavassa määritetään yksilölliset parametrit  $a$  ja  $b$ . Kun ikä vuosina  $x \leq 65$ , varmuuslisän sisältävä työkyvyttömyyden alkamisintensiteetti

$$(L.3.3) \quad s(x, a, b) = 1,25 \cdot (a + b \cdot 10^{-3} \cdot (0,1 \cdot x)^5),$$

missä kerroin 1,25 on varmuuslisä ja  $a$  ja  $b$  ovat edellä mainitut parametrit.

#### L.3.5.1 Työkyvyttömyysvakuutus (T)

Jos työkyvyttömyysvakuutuksen päiväkorvausta suoritetaan yhteensä enintään 365 päivältä, työkyvyttömyysvakuutuksen työkyvyttömyyden alkamisintensiteetti määräytyy kaavan (L.3.3) mukaisesti, kun parametrit  $a$  ja  $b$  saavat seuraavan taulukon mukaiset arvot vakuutetun sukupuolen ja vakuutussopimuksessa sovitun omavastuuajan perusteella:

Omavastuu-aika (pv)	Miehet		Naiset	
	$a$	$b$	$a$	$b$
21	1,949	1,368	1,778	1,661
30	1,160	1,147	1,110	0,919
60	0,880	0,874	0,738	0,614
90	0,599	0,586	0,483	0,411

Lisäksi jos päiväkorvausta suoritetaan enintään 730 päivältä, on  $a$  ja  $b$  kerrotaan luvulla 1,4.

### L.3.5.2 Sairaalavakuutus (SL)

Jos sairaalakorvausta suoritetaan yhteensä enintään 365 päivältä, sairaalavakuutuksissa työkyvyttömyyden alkamisintensiteetti määräytyy kaavan (L.3.3) perusteella siten, että parametrit  $a$  ja  $b$  määräytyvät seuraavasti sukupuolesta riippumatta:  $a = 0,538$  ja  $b = 0,195$ .

Lisäksi jos sairaalakorvausta suoritetaan yhteensä enintään 730 päivältä, kerrotaan parametrit  $a$  ja  $b$  luvulla 1,4.

### L.3.5.3 Sairaanhoitovakuutus (SH)

Sairaanhoitovakuutuksissa ei määritellä riskimaksua vakuutusmäärän perusteella, koska vakuutusmäärä ei ole määrättävissä erikseen vakuutus sopimusta tehtäessä. Poikkeuksellisesti verrattuna muihin SHV-laskuperusteessa sovellettuihin vakuutuksiin, kaikilla sairaanhoitovakuutuksille on sukupuolen ja iän perusteella määräytyvä sama kaavan (L.3.3) mukainen intensiteetti.

Olkoon  $k$  indeksikorotuskerroin. Indeksikorotuskertoimen  $k$  arvo  $k = 1$  vastaa vuoden 1986 tasoa ja elinkustannusindeksin (10.1951 = 100) lokakuun pistelukua vuonna 1985. Elinkustannusindeksin vuoden 1985 lokakuun pisteluku oli 990.

Sairaalan hoitopäivämaksun enimmäiskorvaus on  $k \cdot 180$  mk ( $\approx k \cdot 30,27$  €) ja sairaanhoitokulujen enimmäiskorvaus samaa sairautta tai vammaa kohti  $k \cdot 90\,000$  mk ( $\approx k \cdot 15\,136$  €).

Sairaanhoitovakuutuksen kaavan mukaiset (L.3.3) parametrit  $a$  ja  $b$  ovat seuraavat, kun yksikkönä on marka:

miehillä  $a = k \cdot 180$  ( $\approx k \cdot 30,27$  €) ja  $b = k \cdot 90$  ( $\approx k \cdot 14,15$  €),

naisilla  $a = k \cdot 266$  ( $\approx k \cdot 44,74$  €) ja  $b = k \cdot 90$  ( $\approx k \cdot 14,15$  €).

### L.3.6 Pysyvä työkyvyttömyys

Varmuuslisän sisältävä pysyvän työkyvyttömyyden alkamisintensiteetti on

miehillä  $p(x, M) = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 0,040 \cdot \exp(0,108 \cdot x)$ ,

naisilla  $p(x, N) = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 0,032 \cdot \exp(0,108 \cdot x)$ ,

missä ikä vuosina  $15 \leq x \leq 65$  ja kerroin 1,25 on varmuuslisä.



### L.3.7 Maksuvapautus

Maksuvapautuksen alkavuusintensiteetti  $m = 0,044$  yksikön suuruista vakuutussummaa kohti, kun ikä vuosina  $x \leq 60$ . Käytännössä todennäköisyys sille, että sopimuksen kukin vuosittainen vakuutusmaksu on maksuvapaa, on siis 0,044.

Käsitellään tässä vain maksuvapautusvakuutus, jossa turvataan vakuutus sopimuksen maksut vakuutetun jouduttua työkyvyttömäksi. Huoltajan maksuvapautusvakuutus jätetään tässä käsittelemättä.