

## **TYÖNTEKIJÄIN ELÄKELAIN MUKAISEN VAKUUTUKSEN YLEISET LASKUPERUSTEET**

Kokooma 23.1.2008.

Viimeisin perustemuutos on vahvistettu 3.2.1998.

# TYÖNTEKIJÄIN ELÄKELAIN MUKAISEN VAKUUTUKSEN YLEISET LASKUPERUSTEET

## Sisällysluettelo

1	LASKUPERUSTEMALLI.....	1
1.1	Korkoutuvuus.....	1
1.2	Kuolevuus.....	1
1.3	Työkyvyttömyys .....	2
1.4	Perheellisyys .....	2
1.4.1	Avioisuus .....	2
1.4.2	Aviopuolisoiden ikäero .....	3
1.4.3	Syntyvyys .....	3
1.4.4	Alkavan TEL:n mukaisen lapseneläkkeen pääoma-arvo.....	3
1.5	Kuormitus .....	4
1.6	Rahan arvon muuttuvuus .....	4
1.7	Luettelo yleisvakuista.....	4
2	MALLIN KÄYTTÖÖN LIITTYVIÄ KAAVOJA.....	6
2.1	Korkoutuvuus ja rahan arvon muuttuvuus .....	6
2.2	Kuolevuus.....	6
2.3	Työkyvyttömyys .....	7
2.4	Perheellisyys .....	7
2.4.1	Eräitä perheellisyysperusteisiin liittyviä pääoma-arvoja .....	7
2.4.2	Perhe-eläkkeen kertamaksut.....	9

# TYÖNTEKIJÄIN ELÄKELAIN MUKAISEN VAKUUTUKSEN YLEISET LASKUPERUSTEET

## 1 LASKUPERUSTEMALLI

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Laskuperustemallilla tarkoitetaan seuraavassa esitettyjen analyttisten lausekkeiden koelmaa sekä menettelytapoja, joilla niistä muodostetaan tarvittavat laskuperusteet. Laskuperustemallista käytetään seuraavassa nimitystä malli.

Lausekkeissa esiintyvä ikä  $x$  tarkoittaa tarkkaa ikää. Mallissa esiintyvät parametrit ovat kaikki jatkuvia. Malliin kuuluu kahdenlaisia parametreja: yleisvakioita, jotka sisältyvät yleisiin laskuperusteisiin, sekä erikoisvakioita. Yleisvakioille käytetään merkintää  $(a_j)$ , jossa  $j$  on kuhunkin yleisvakioon liittyvä tunnusnumero. Erikoisvakioiden merkintä on  $(b_j)$ , ja niiden arvot sisältyvät kunkin vakuutuslajin erityisperusteisiin.

### 1.1 Korkoutuvuus

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Vuotuisen laskuperustekoron määrittelee erikoisvakio  $(b_1)$ .

### 1.2 Kuolevuus

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

$$(1) \quad \mu_x = (a_1)e^{(a_2)(x+(b_2))}.$$

Kuolevuuden syntymävuosikohtainen riippuvuus otetaan tarvittaessa huomioon saattamalla erikoisvakio  $(b_2)$  riippumaan sen henkilön syntymävuodesta, johon perustetta sovelletaan.

### 1.3 Työkyvyttömyys

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Funktion  $z(x, u)$  integraali  $\int_{U1}^{U2} z(x, u) du$  ilmoittaa todennäköisyyden sille, että vastasyntynyt on elossa ajan  $x$  kuluttua ja on tällöin ollut yhdenjaksoisesti työkyvytön ajan, jonka pituus on välillä  $(U1, U2)$ .

Arvoilla  $x \geq u \geq 0$  on

$$(2) \quad \int_0^x z(x, u) du = e^{-(a4)x} .$$

Arvoilla  $x \geq u \geq \psi$  on

$$(3) \quad z(x, u) = \sum_{j=0}^2 (b(3+j))(a(5+j))e^{(b(6+j))(a(8+j))x - (a(11+j))u} .$$

Suure  $\psi$  tarkoittaa lyhintä huomioonotettavaa työkyvyttömyyden kestoja. Maksuvapausetu otetaan huomioon kertomalla maksu luvulla  $(b9)$ .

### 1.4 Perheellisyys

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

#### 1.4.1 Avioisuus

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Naimisissa olevien suhteellinen määrä ( $M =$  miehet,  $N =$  naiset) on

$$(4) \quad n_x(M) = (a34)e^{-(a35)(\ln x - (a36))^4} \left[ 1 + (a37)e^{-\left(\frac{x - (a38)}{10}\right)^2} \right]$$

$$(5) \quad n_x(N) = (a39)e^{-(a40)(\ln x - (a41))^4} \left[ 1 + (a42)e^{-\left(\frac{x-(a43)}{10}\right)^2} \right].$$

#### 1.4.2 Aviopuolisoiden ikäero

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Keskimääräinen vaimon ikä miehen iän funktiona

$$(6) \quad y_x(M) = (a44)x + (a45).$$

Keskimääräinen miehen ikä vaimon iän funktiona

$$(7) \quad y_x(N) = (a46)x + (a47).$$

#### 1.4.3 Syntyvyys

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Syntyvyys naista kohti iässä  $x$  on

$$(8) \quad \eta_x = (a48)[x - (a49)]^3 [(a50) - x]^4 e^{-(a51)x}$$

ikävälillä  $((a49), (a50))$ , muualla 0.

#### 1.4.4 Alkavan TEL:n mukaisen lapseneläkkeen pääoma-arvo

(Vahvistettu 3.2.1998, voimaantulo 31.12.1997.)

Naisen jälkeen maksettavan lapseneläkkeen tapauksessa alkavan TEL:n mukaisen eläkkeen pääoma-arvo on lapseneläkkeen pääteistä  $w$  riippuen

$$(9) \quad \bar{Z}_x(w, N) = \begin{cases} (a52)(x-17)^2 10^{-(a53)(x-17)^2}, & \text{kun } w = 18 \text{ ja } x > 17 \\ (a54)(x-17)^2 10^{-(a55)(x-17)^2}, & \text{kun } w = 21 \text{ ja } x > 17 \\ (a56)(x-17)^2 10^{-(a57)(x-17)^2}, & \text{kun } w = 24 \text{ ja } x > 17 \\ 0, & \text{kun } x \leq 17 \end{cases}$$

Pääoma-arvo vastaa lapseneläkkeiden yhteismäärää ja on laskettu sellaista eläkettä kohti, johon leski yksin olisi oikeutettu, jos vakuutettu perhe-eläke sisältäisi myös leskeneläkkeen.

Vakuutusteknisiä suureita laskettaessa käytettäviä vuotuisia korkokantoja 0, 1, 2, 3, 4, 4,25, 4,5, 4,75, 5, 6 ja 7 % vastaavat yleisvakiot (a52) – (a57) on annettu kohdassa 1.7. Muita korkokantoja vastaavat lapseneläkkeen pääoma-arvot saadaan em. korkokantoja vastaavista suureista (9) käyttäen lineaarista interpolaatiota.

### 1.5 Kuormitus

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Kuoleman varalta voimassa olevan positiivisen summan verrannollisen kuormituksen kerroin on  $\epsilon = (b13)$ . Maksuun verrannollisen kuormituksen kerroin on  $\kappa = (b14)$ .

### 1.6 Rahan arvon muuttuvuus

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Rahan arvon muuttuvuutta varten tarvittavana perusteena on erikoisvakiona (b15).

### 1.7 Luettelo yleisvakioista

(Vahvistettu 3.2.1998, voimaantulo 31.12.1997.)

Ajan ja iän yksikkönä käytetään vuotta, ellei toisin ole ilmoitettu. Vakioiden (a4) – (a13) alla mainitut arvot edellyttävät, että  $\psi = 14$  vrk.

Kuolevuus

$$(a1) = 5 \cdot 10^{-5}$$

$$(a2) = 0,095$$

$$(a4) = 0,002 \cdot \ln 10$$

Aviopolisoiden ikäero

$$(a44) = 0,909$$

$$(a45) = 2,281$$

$$(a46) = 0,936$$

$$(a47) = 5,340$$

Työkyvyttömyys

$$(a5) = 2,2 \cdot 10^{-5}$$

$$(a6) = 7,9 \cdot 10^{-6}$$

$$(a7) = 2,6 \cdot 10^{-6}$$

$$(a8) = 0,08$$

$$(a9) = 0,14$$

$$(a10) = 0,12$$

$$(a11) = 0,705$$

$$(a12) = 0,156$$

$$(a13) = 0,17$$

Syntyvyys

$$(a48) = 2,9 \cdot 10^{-9}$$

$$(a49) = 15$$

$$(a50) = 50$$

$$(a51) = 0,09$$

Avioisuus

$$(a34) = 0,73$$

$$(a35) = 6,50$$

$$(a36) = 3,89$$

$$(a37) = 0,12$$

$$(a38) = 70$$

$$(a39) = 0,74$$

$$(a40) = 9,00$$

$$(a41) = 3,74$$

$$(a42) = -0,04$$

$$(a43) = 60$$

## Lapsen eläkkeen pääoma-arvo

Vakuutusteknisiä suureita lasket- taessa käytettä- vä korkokanta %	(a52)	(a53)	(a54)	(a55)	(a56)	(a57)
0	0,095	0,00190	0,105	0,00170	0,117	0,00155
1	0,085	0,00185	0,095	0,00165	0,103	0,00150
2	0,079	0,00182	0,087	0,00163	0,093	0,00148
3	0,074	0,00180	0,080	0,00161	0,084	0,00145
4	0,069	0,00179	0,074	0,00160	0,076	0,00142
4,25	0,068	0,00179	0,073	0,00159	0,074	0,00142
4,5	0,067	0,00178	0,071	0,00158	0,073	0,00141
4,75	0,066	0,00178	0,069	0,00157	0,072	0,00141
5	0,065	0,00178	0,068	0,00157	0,071	0,00141
6	0,061	0,00176	0,063	0,00154	0,065	0,00139
7	0,057	0,00174	0,058	0,00151	0,059	0,00137

## 2 MALLIN KÄYTTÖÖN LIITTYVIÄ KAAVOJA

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Seuraavassa esitetään eräitä tavanomaisesta vakuutusmatemaattisesta tekniikasta poikkeavia menettelytapoja, joiden avulla mallista muodostetaan laskuperusteet.

### 2.1 Korkoutuvuus ja rahan arvon muuttuvuus

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Vakuutusteknisiä suureita laskettaessa käytetään korkoutuvuutta

$$(10) \quad \delta = \ln(1 + (b1) - (b15)).$$

### 2.2 Kuolevuus

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Erikoisvakio (b2) otetaan huomioon korvaamalla todellinen ikä  $y$  iällä  $x = y + (b2)$  ja käyttämällä vakuutusteknisiä suureita, jotka on laskettu argumenttia  $x$  ja erikoisvakion (b2) arvoa nolla vastaavasti. Useamman henkilön "yhteiskuolevuuteen" liittyvät suureet saadaan samaten korvaamalla iät "yhteisiällä"  $x$ , joka määräytyy ehdosta

$$(11) \quad \mu_x = \mu_{x1} + \mu_{x2} \quad (x1 \geq x2),$$

jolloin

$$(12) \quad x = x1 + \frac{1}{(a2)} \ln[1 + e^{-(a2)(x1-x2)}].$$

Käytettäessä ikäalueella  $x \leq 70$  iästä ja sukupuolesta riippumatonta kuolevuutta

$\mu_x = (a4)$  elinkorko lasketaan kaavasta

$$(13) \quad \frac{\mu_x}{a_n} = \frac{1 - e^{-((a4)+\delta)n}}{(a4) + \delta}.$$



## 2.3 Työkyvyttömyys

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Määritellään funktio

$$(14) \quad \varphi(x, u, \delta) = \varphi(x, u) = e^{-\delta x} z(x, u).$$

Tällöin työkyvyttömyyseläkkeen kertamaksu lasketaan kaavasta

$$(15) \quad {}_{(e)}\bar{A}_{x:w} = e^{((a^4)+\delta)x} \int_{x+e}^w \int_e^{t-x} \varphi(t, u) du dt$$

ja vuotuinen etukäteinen vastuuvaaramaksu kaavasta

$$(16) \quad {}_{(e)}\pi_{x:w} = {}_{(e)}\bar{A}_{x:w} - e^{-((a^4)+\delta)} {}_{(e)}\bar{A}_{x+1:w}.$$

Alkaneen työkyvyttömyyseläkkeen pääoma-arvo henkilölle, jonka ikä on  $t$  ja jonka työkyvyttömyys on jatkunut yhdenjaksoisena alkamisiästään  $x$  lähtien on

$$(17) \quad \bar{a}_{[x]+(t-x):w}^{\overline{ii}} = \frac{1}{\varphi(t, t-x)} \int_t^w \varphi(s, s-x) ds.$$

Erikoisvakiot otetaan huomioon vakuutusteknisissä laskelmissa lausekkeesta (3) ilmenevällä tavalla.

Aktiivikorko saadaan jakamalla kaavan (13) mukainen elinkorko erikoisvakiolla (b9).

## 2.4 Perheellisyys

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

### 2.4.1 Eräitä perheellisyysperusteisiin liittyviä pääoma-arvoja

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Naisen jälkeen jokaiselle lapselle maksettavan yksikköeläkkeen pääoma-arvo on:

$$(18) \quad \bar{g}_x(w, N) = \int_{x-w}^x \eta_t \bar{a}_{w-x+t} dt.$$

Naisen jälkeen k:nneksi nuorimmalle lapselle maksettavan yksikköeläkkeen pääoma-arvo on

$$(19) \quad \bar{h}_x^k(w, N) = \int_{x-w}^x \eta_t \frac{1}{(k-1)!} \left( \int_t^x \eta_u du \right)^{k-1} e^{-\int_t^x \eta_u du} \bar{a}_{w-x+t} dt.$$

Merkitään lisäksi

$$(20) \quad \bar{h}_x^1(w, N) = \bar{h}_x(w, N).$$

Eri päättymisikiä  $w$  vastaavat pääoma-arvot (18) ja (20) saadaan  $w$ :n arvoja 18, 21 ja 24 vastaavasti lasketuista arvoista toisen asteen interpoloinnilla.

Miehen jälkeen maksettavan lapsen eläkkeen tapauksessa suureita (18) ja (20) vastaavat suureet saadaan verrannoista

$$(21) \quad \frac{\bar{g}_x(w, M)}{n_x(M)} = \frac{\bar{g}_{y_x(M)}(w, N)}{n_{y_x(M)}(N)}$$

$$(22) \quad \frac{\bar{h}_x(w, M)}{n_x(M)} = \frac{\bar{h}_{y_x(M)}(w, N)}{n_{y_x(M)}(N)},$$

missä  $\bar{g}_{y_x(M)}(w, N)$  ja  $\bar{h}_{y_x(M)}(w, N)$  ovat kaavojen (18) ja (20) mukaiset suureet.

Miehen jälkeen maksettavan lapsen eläkkeen tapauksessa kaavaa (9) vastaava pääoma-arvo saadaan verrannosta

$$(23) \quad \frac{\bar{Z}_x(w, M)}{n_x(M)} = \frac{\bar{Z}_{y_x(M)}(w, N)}{n_{y_x(M)}(N)},$$

missä  $\bar{Z}_{y_x(M)}(w, N)$  on kaavan (9) mukainen suure.

#### 2.4.2 Perhe-eläkkeen kertamaksut

(Vahvistettu 16.10.1990, voimaantulo 1.7.1990.)

Erikoisvakion puuttuminen parametreista  $y_x(M)$  ja  $y_x(N)$  korvataan edunsaajan erikoisvakion (b2) sopivalla valinnalla.