

YLEINEN OSA

TEHTÄVÄ Y1 (10 pistettä)

Lakisääteisen työeläkevakuutuksen työkyvyttömyysmallissa (ns. z-malli) lähtökohtana on iän t ja **työkyvyttömyyden keston** u funktio z , jonka integraali

$$\int_{u_1}^{u_2} z(t, u) du$$

ilmoittaa todennäköisyyden tapaukselle, että vastasyntynyt on elossa ajan t kuluttua ja on tällöin ollut yhtäjaksoisesti työkyvytön ikävälillä $[u_1, u_2]$. Lyhimmän huomioon otettavan työkyvyttömyyden keston Ψ alapuolella z -funktioita ei määritellä tarkoin vaan edellytetään vain, että z -funktio toteuttaa ehdon

$$\int_0^t z(t, u) du = e^{-a_4 t}.$$

Merkitään ikään t ja työkyvyttömyyden keston u liittyvää työkyvyttömyyden vastaista kestoja satunnaisuuttajalla $T^P(t, u)$. Merkitään vielä määrääkaista t vuoden elinkorkoa vakiopoistuvuudella μ ja korkoutuvuudella δ merkinnällä $\bar{a}'_t(\mu, \delta)$.

- esitä funktion z lauseke, kun $t > u > \Psi$.
- määritä työkyvyttömyyden vastaisen keston $T^P(t, u)$ jakauman tiheysfunktio.
- kerro, millainen on kohdan (b) mukaisen työkyvyttömyyden vastaisen keston jakauman tulkinta työkyvyttömyysilmion näkökulmasta.
- esitä alkaneen työkyvyttömyyseläkkeen pääoma-arvo z -funktion ja elinkoron $\bar{a}'_t(\mu, \delta)$ avulla, kun työkyvyttömyyseläkkeen maksaminen päättyy vanhuuseläkeiässä w .

VASTAUS:

Lakisääteisen työeläkevakuutuksen vakuutustekniikkaa, luku 7 kohdat 7, 7.1 ja 7.4.

TEHTÄVÄ Y2 (10 pistettä)

- Mitä tarkoitetaan Copuloilla (käsitteen *tilastolliset todennäköisyysjakaumat* -alla)?
- Mitä säännöllisyyksiä Copuloiden täytyy täyttää?
- Mikä on Sklarin teoria?
- Mitä tarkoitetaan häntäriippuvuudella?
- Anna jokin esimerkki-Copula.
- Missä vakuutusyhtiön ongelma-alueella Copulat voivat olla hyödyllisiä ja/tai tuoda lisäymmärrystä?

VASTAUS:

Sweeting P.: Financial Enterprise Risk Management, luvut 10.4.

TEHTÄVÄ Y3 (10 pistettä)

a) Kirjan Daykin, Pentikäinen & Pesonen mukaan vakuutuslajin i vakuutusmaksu $B_i(t)$ voidaan esittää kaavalla

$$B_i(t) = P_i(t) + \Lambda_i(t) + E_i(t).$$

ja edelleen

$$\Lambda_i(t) = \lambda_1 P_i(t) + \lambda_2 \sigma_i(t) + \lambda_3 \sigma_i^2(t)$$

Mitä näiden kaavojen eri osat tarkoittavat.

b1) Kerro sanallisesti, että mikä on korvausvastuun laskentaan käytettävän Hovisen menetelmän perusajatus

b2) Alla olevassa kolmiossa on esitetty vakuutusyhtiön vahinkovakuutuslajista X vuoden 7 loppuun mennessä maksetut korvaukset. Oletetaan, että vahingot selviävät täysin seitsemän vuoden kuluessa. Alla on myös esitetty tämän vakuutuslajin korvausvastuu laskettuna chain-ladder -menetelmällä ja Bornhutter-Ferguson -menetelmällä.

Laske korvausvastuu Hovisen menetelmällä.

Chain-ladder:

sattumisvuosi i	korvaukset vuosittain							sattumisvuoden i korvausvastuu	korvaukset yhteensä
	1	2	3	4	5	6	7		
1	320000	120000	50000	20000	10000	5000	3000	0	528000
2	310000	100000	60000	30000	10000	5000	5150	5150	520150
3	300000	110000	40000	20000	10000	4800	4848	9648	489648
4	320000	120000	50000	20000	10200	5202	5254	20656	530656
5	290000	120000	60000	23500	9870	5034	5084	43488	513488
6	310000	130000	52800	24640	10349	5278	5331	98397	538397
7	350000	133000	57960	27048	11360	5794	5852	241013	591013
yhteensä	2200000	833000	370760	165188	71779	36107	34518	418353	3711353

Bornhutter-Ferguson:

Sattumis- vuosi i	maksu- tuotto	Maksetut korvaukset kehitysvuosittain							sattumisvuoden i korvausvastuu	korvaukset yhteensä
		1	2	3	4	5	6	7		
1	700000	320000	120000	50000	20000	10000	5000	3000	0	528000
2	680000	310000	100000	60000	30000	10000	5000	2914	2914	517914
3	720000	300000	110000	40000	20000	10000	5217	3086	8303	488303
4	700000	320000	120000	50000	20000	10000	5072	3000	18072	528072
5	710000	290000	120000	60000	22821	10143	5145	3043	41152	511152
6	690000	310000	130000	51111	22179	9857	5000	2957	91104	531104
7	710000	350000	118333	52593	22821	10143	5145	3043	212078	562078
yhTEENSÄ	3666624	2200000	818333	363704	157821	70143	35580	21043	373624	3666624

VASTAUS:

- a) Daykin, Pentikäinen & Pesonen, luku 10.2
- b) Ropponen, sivu 37, ensimmäinen kokonainen kappale
- c) Ropponen, sivut 36-37

ERIKOISTUMISOSA – HENKIVAKUUTUS**TEHTÄVÄ H1** (10 pistettä)

Henkivakuutusyhtiö Tuonella on vakuutuskannassaan 10 000 57-vuotiasta miespuolista vakuutettua. Kaikki vakuutukset on myyty jo 90-luvun alkupuolella joten laskuperusteparametrit on kiinnitetty liki 30 vuotta sitten.

Kaikilla vakuutetuilla on säästöhenkivakuutukset (ilman kuolemanvaraturvaa) joiden säästön suuruus on 150 000 € hetkellä 31.12.2020 ja jotka erääntyvät 60-vuotiaina. Säästöhenkivakuutuksille on taattu 4,5% laskuperustekorko (p.a.). Matalan korkotason takia yhtiöllä on tälle kannalle vastuvelassa varattuna 100 M€ korkotäydennys joka purkautuu laskuperusteen mukaan tasaisesti kolmen vuoden aikana. Laskuperusteen mukainen säästöhenkivakuutusten vuosittainen kuolevuusoletus määräytyy "Yksilöllisen henkivakuutuksen laskuperusteet SHV-tutkintoa varten"-perusteen mukaisesti ja laskuperusteen mukaiset kuolevuusoletukset (μ -luvut) on esitetty liitteessä.

Niin ikään kaikilla vakuutetuilla on 110 000 euron suuruiset kuoleman varalta voimassa olevat riskihenki- vakuutukset joihin yhtiö on lisäksi peruuttamattomasti luvannut kuolemantapauksissa edunsaajille maksettavan 40% lisäsumman. Käytössä oleva kuolevuusoletus määräytyy vastaavasti kuin säästöhenkivakuutuksilla eli "Yksilöllisen henkivakuutuksen laskuperusteet SHV-tutkintoa varten"-perusteen mukaisesti ja laskuperusteen mukaiset kuolevuusoletukset (μ -luvut) on esitetty liitteessä.

Sijoitusmarkkinat ja havaittu kuolevuus on 30 vuoden kuluessa muuttunut. Vuoden 2020 lopussa yhtiön Solvenssi II-laskelmissa käyttämä oletus toteutuvasta kuolevuudesta on esitetty niin ikään liitteessä. Matalan korkotason ja sijoitusmarkkinoiden heilunnan takia yhtiön sijoitustoiminnan tuotto-oletus on laske- nut tasolle 2% p.a.

Johda ja laske yhtiön oletetut riski- ja korkoliikkeen tulokset seuraavan kolmen vuoden ajanjaksolta 2021-2023.

Mitä kommentoisit yhtiön aktuaarina hallitukselle riski- ja korkoliikkeen oletetusta tilanteesta viiden vuoden aikana? Olisiko mielestäsi tehtävä jotain toimenpiteitä ja jos, niin mitä?

Liite: Kuolevuusoletukset (μ -luvut)

Ikä	Laskuperuste	SII-laskennan mukainen oletus toteutuvasta kuolevuudesta
40	0,00171	0,00085
41	0,00186	0,00093
42	0,00204	0,00102
43	0,00224	0,00112
44	0,00247	0,00124
45	0,00273	0,00137
46	0,00302	0,00151
47	0,00336	0,00168
48	0,00374	0,00187
49	0,00417	0,00208
50	0,00466	0,00233
51	0,00521	0,00260
52	0,00584	0,00292
53	0,00655	0,00328
54	0,00736	0,00368
55	0,00828	0,00414
56	0,00933	0,00466
57	0,01051	0,00526
58	0,01186	0,00593
59	0,01338	0,00669
60	0,01511	0,00756
61	0,01708	0,00854
62	0,01931	0,00966
63	0,02184	0,01092
64	0,02472	0,01236
65	0,02798	0,01399
66	0,03168	0,01584
67	0,03589	0,01794
68	0,04066	0,02033
69	0,04607	0,02304
70	0,05222	0,02611
71	0,05919	0,02960
72	0,06711	0,03355
73	0,07270	0,03635
74	0,07875	0,03938
75	0,08531	0,04266
76	0,09243	0,04621
77	0,10014	0,05007
78	0,10850	0,05425
79	0,11756	0,05878
80	0,12737	0,06369

VASTAUS:

“Yksilöllisen henkivakuutuksen laskuperusteet SHV-tutkintoa varten” ja “Henkivakuutusyhtiön tulosanalyysi” soveltaminen

Riskiliike 3 vuodelta +530t€, korkoliike 3 vuodelta -18 000t€

TEHTÄVÄ H2 (10 pistettä)

Samaarataa henkivakuutus oy harjoittaa henkivakuutustoimintaa. Sen tuotevalikoimaan kuuluvat turva vakavan sairauden varalta ja säästövakuutus. Säästövakuutuksen laskuperustekorko on 0,0 % ja kuolemantapauksessa siitä maksetaan edunsaajille säästöjen määrä (ns. 100 % säästöhenkivakuutus). Samaarataa on laatinut tulevaisuuden strategioita ja esittelee niitä alla.

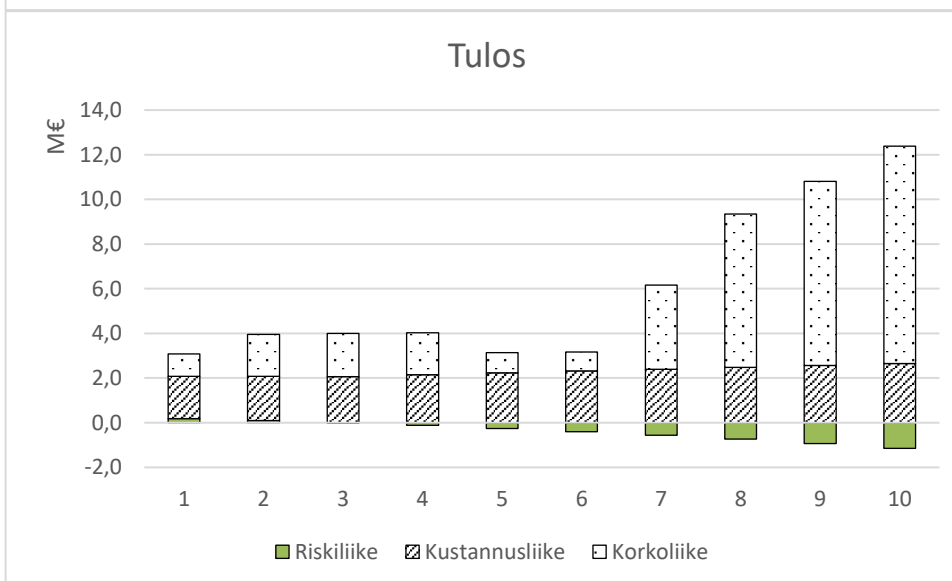
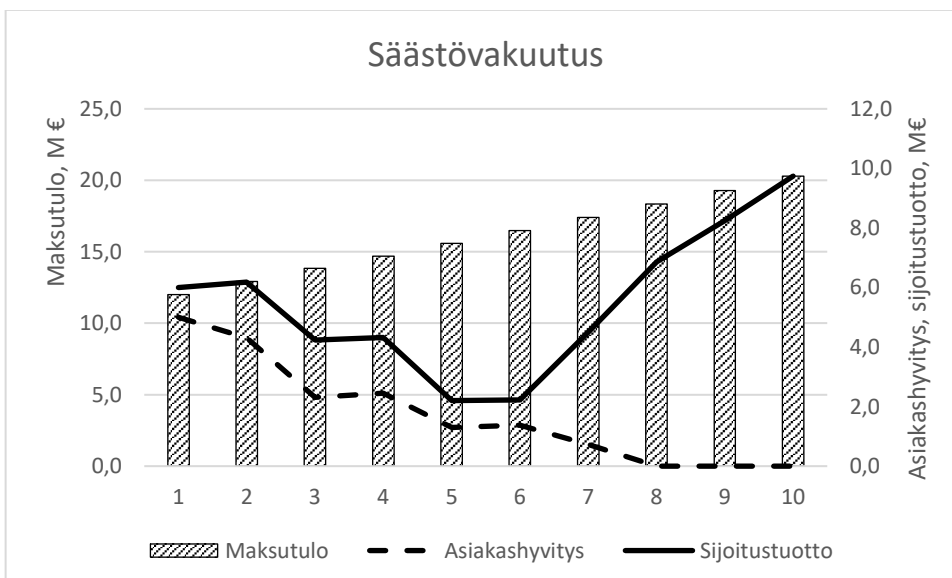
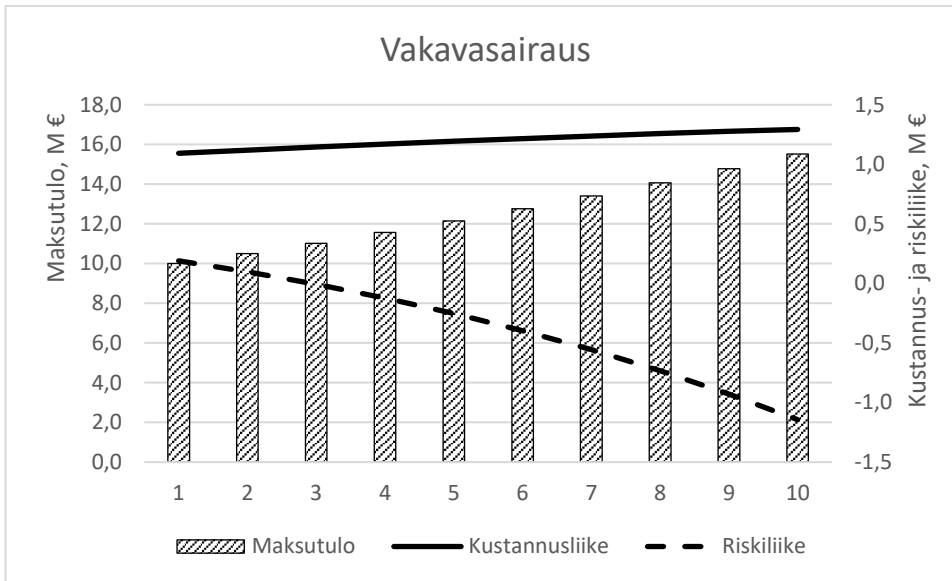
Markkinanäkymät ovat muuttuneet viime vuosina jyllänneen pandemian päättymisen jälkeen. Sijoitustuotot ovat korkeita ja Samaarataa on tehnyt jälleen ennätystuloksen. Ennätysvuoden jälkeen Samaarataa on päättänyt ryhtyä toimenpiteeseen sopeutuakseen uuteen maailmaan vieläkin paremmin.

Samaarataa on päättänyt lanseerata uuden Älyturvavakuutuksen, joka turvaa älykellojen, -sormusten ja muiden asiakkaiden omistamien ja terveydentilaa seuraavien älylaitteiden huoltoja ja korjauksia.

Markkinoilla on nyt kysyntää erityisesti vakavan sairauden varalta oleville vakuutuksille, joiden myynnissä Samaarataa pyrkii olemaan markkinajohtaja. Strategiana on laskea tuotteen hintaa jo ennestään hyvin edullisesta tasosta. Koska hintoja lasketaan, voidaan myös vastuuvalkaa varata vähemmän, jolloin tulokset kasvavat.

Ennen pandemiaa ja sen aikana sijoitustuotot olivat vähäisiä ja Samaarataa on jatkuvasti vähentänyt myönnettyjä asiakashyvityksiä. Tämä on havaittu hyväksi strategiaksi ja asiakashyvityksiä ei enää tulevaisuudessa jaeta. Koko säästövakuutuskannalle on vakuutusehdoissa luvattu 0,0 % laskuperustekorko, joten päätös on myös ehtojen mukainen.

Alla on esitetty viimeisen kymmenen vuoden lukuja kuvien avulla.



Arvioi strategiaa erillisyy-, turvaavuus- ja kohtuusperiaatteiden näkökulmista. Hyödynnä vastauksissasi myös edellisten vuosien tietoja.

Vastaus: Jussila, 1.2, 3

ERIKOISTUMISOSA – ELÄKEVAKUUTUS

TEHTÄVÄ E1 (10 pistettä)

Tiedossasi ovat seuraavat vuoden 2019 TyEL-MEL-eläkemenoja ja maksusuureita koskevat tiedot.

Yhteisesti kustannettava eläkemeno v. 2019 per 1.7. MEUR	
TyEL-MEL-eläkkeet	2019
vanhuuseläkkeet	10510
kertasuoritukset EY-siirtomääristä, vanhuuseläkkeet	1
Osittaiset varhennetut vanhuuseläkkeet	130
Työkyvyttömyys- ja työraueläkkeet sekä kuntoutusrahat	540
perhe-eläkkeet	1020
osa-aikaeläkkeet	5
kertasuoritukset EY-siirtomääristä, tk- ja perhe-eläkkeet	1
TEL-L ja työnantajaeläkkeet	195

Tasausmaksutulo vuonna 2019 TyEL ja MEL	12105,00
Tasausvastuu 31.12.2018 TyEL ja MEL	9100,00
Vakuutetut vuosiansiot 2019 TyEL ja MEL	61570,00
TyEL:in Valtion Eläkerahastoon maksettu siirtymämaksu	25,00
Siirtymämaksun perusteena oleva palkkasumma	175,00
Vuodelle 2019 vahvistettu siirtymämaksun perusteen kerroin g	0,0031
Tasausmaksutulon ja vakuutettujen vuosiansioiden suhde u	0,198
TEL-L ja ta-vakuutus	
maksu tasaukseen	80

Laske näiden tietojen perusteella työeläkelaitoksen A vuoden 2019 TyEL-MEL-VILMA-eläkeselvittelyn lopullinen erä, kun tiedetään vielä laitoksen A osalta seuraavat suureet.

Eläkelaitoksen A maksamat...	
... yhteisesti kustannettavat eläkkeenosat	600,00
...toisten eläkelaitosten puolesta maksetut eläke-erät	40,00
...Merimieseläkekassan kustannettavat MEL-ylitteet	10,00

Eläkelaitos A	
Tasausvastuu 31.12.2018	600,00
Tasausmaksutulo vuonna 2019 TyEL ja MEL	500,00
Vakuutetut vuosiansiot 2019 TyEL ja MEL	4000,00
TEL-L maksu tasaukseen	5
toisten eläkelaitosten maksamat A:n vastuulla olevat eläkkeet	10

Perustekorko 1.1.-30.6.2019 on 5,25 %.

Jos jotain suuretta ei ole tehtävässä annettu, voit olettaa sen nolllaksi.

VASTAUS:

- Lasketaan kerroin q_a
- Lasketaan kerroin q_b
- Lasketaan laitoksen A hyvitys kustannustenjaosta
- Lasketaan laitoksen A maksu kustannustenjakoon
- Lasketaan lopullinen erä hyvityksen ja maksun erotuksena
- *(Työeläkkeiden kustannustenjako)*

TEHTÄVÄ E2 (10 pistettä)

- a. Selitä lyhyesti millaisista erilaisista komponenteista työkyvyttömyyseläkevastuu koostuu.
- b. Alla on tietoja työeläkejärjestelmän sekä Yritys tai Erehdys Oy:n suureista (vuoden 2020 luvut osin vielä arvioita).
- Laske Yritys tai Erehdys Oy:n työeläkevakuutusmaksun maksuluokkakerroin vuonna 2020.
 - Laske Yritys tai Erehdys Oy:n työeläkevakuutusmaksun työkyvyttömyyseläkeosa vuonna 2020.
 - Mistä eläkkeistä työkyvyttömyyseläkemeno E^l koostuu?

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Palkkasumma (€)	23 000 000	23 690 000	24 163 800	25 130 352	25 632 959	26 401 948	25 609 889
Tariffimaksu eli teoreettinen tk-osa (€)	276 000	331 660	362 457	376 955	435 760	422 431	435 368
R^F	1 936 500	1 990 500	2 025 000	2 044 500	2 059 500	2 083 500	2 086 500
R^Y	30 984 000	31 848 000	32 400 000	32 712 000	32 952 000	33 336 000	33 384 000
Työkyvyttömyyseläkemeno (E^l)	50 000	190 000	340 000	120 000	520 000	450 000	20 000
b^0	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06		
b^1	0,14	0,13	0,12	0,15	0,14		
b^2	0,39	0,37	0,36	0,35	0,38		

$$m_v^k = \begin{cases} 5,5 & \text{kun } L_v^k \geq 5 \\ 4,5 & \text{kun } 4 \leq L_v^k < 5 \\ 3,5 & \text{kun } 3 \leq L_v^k < 4 \\ 2,75 & \text{kun } 2,5 \leq L_v^k < 3 \\ 2,25 & \text{kun } 2 \leq L_v^k < 2,5 \\ 1,75 & \text{kun } 1,5 \leq L_v^k < 2 \\ 1,35 & \text{kun } 1,2 \leq L_v^k < 1,5 \\ 1 & \text{kun } 0,8 \leq L_v^k < 1,2 \\ 0,65 & \text{kun } 0,5 \leq L_v^k < 0,8 \\ 0,35 & \text{kun } 0,2 \leq L_v^k < 0,5 \\ 0,1 & L_v^k < 0,2 \end{cases}$$

VASTAUS:

Lehtovirta, s. 55-59, 64-65; laskuperusteet kohdat 4.1.2, 5.2.1.2, 5.3.1.2