

Komisja Egzaminacyjna dla Aktuariuszy

LXXIX Egzamin dla Aktuariuszy

Sesja egzaminacyjna w dniu 27 listopada 2018 r.

Zarządzanie ryzykiem zakładu ubezpieczeń

Imię i nazwisko osoby egzaminowanej:

Czas trwania egzaminu: 120 minut

Zadanie 1.

Proszę opisać i wymienić podstawowe różnice pomiędzy metodą estymacji struktury stóp procentowych obligacji *Nelsona-Siegla* a modelem *Svenssona*. Który z modeli jest bardziej elastyczny i pozwala na uzyskanie większego spektrum obserwowanych kształtów krzywej dochodowości? Dlaczego potrzebne jest estymowanie struktury terminowej stóp procentowych?

Rozwiązanie:**Metoda Nelsona- Siegla**

W modelu Nelsona- Siegla [1987] punktem wyjścia jest określenie równania stóp procentowych forward postaci:

$$f(t) = \beta_1 + \beta_2 \exp\left(\frac{-t}{\lambda}\right) + \beta_3 \frac{t}{\lambda} \exp\left(\frac{-t}{\lambda}\right),$$

gdzie: $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \lambda$ to parametry.

terminową stóp spot przedstawia relacja:

$$r(t) = \beta_1 + (\beta_2 + \beta_3)\lambda \frac{1 - \exp(-t/\lambda)}{t} - \beta_3 \exp\left(\frac{-t}{\lambda}\right).$$

Każdy z elementów równania znajdujący się po prawej stronie ma swoją interpretację. Stała β_1 odzwierciedla długookresowy poziom stopy procentowej⁴: $\lim_{t \rightarrow \infty} r(t) = \beta_1$. Parametr β_2 opisuje wpływ krótkookresowych czynników na stopę terminową: $\lim_{t \rightarrow 0} r(t) = \beta_1 + \beta_2$. Ostatni, trzeci składnik, odpowiedzialny jest za średniookresową zmienność stóp terminowych i pozwala uzyskać „zgarbioną” postać krzywej dochodowości- dla wartości dodatniej β_3 - jest to maksimum, dla ujemnej- minimum. Parametry modelu można uzyskać szacując je np. nieliniową MNK.

Metoda Svenssona

Svensson [1994] zaproponował rozbudowę modelu Nelsona- Siegla poprzez dodanie kolejnego składnika opisującego zmienność stopy terminowej. W ten sposób zwiększył elastyczność i poprawił dopasowanie funkcji struktury terminowej stóp forward, uzyskując w ten sposób równanie:

$$f(t) = \beta_1 + \beta_2 \exp\left(\frac{-t}{\lambda_1}\right) + \beta_3 \frac{1}{\lambda_1} \exp\left(\frac{-t}{\lambda_1}\right) + \beta_4 \frac{t}{\lambda_2} \exp\left(\frac{-t}{\lambda_2}\right).$$

Wzór na strukturę terminowa stóp procentowych ma postać:

$$r(t) = \beta_1 + \beta_2 \lambda_1 \frac{1 - \exp(-t/\lambda_1)}{t} + \beta_3 \left(\frac{(1 - \exp(-t/\lambda_1))\lambda_1}{t} - \exp\left(\frac{-t}{\lambda_1}\right) \right) + \beta_4 \left(\frac{(1 - \exp(-t/\lambda_2))\lambda_2}{t} - \exp\left(\frac{-t}{\lambda_2}\right) \right).$$

Zadanie 2.

Zakład ubezpieczeń na życie nabył 8-letnią obligację rządową w dniu jej emisji po cenie równej wartości nominalnej, która wynosi 100.000 zł. Oprocentowanie obligacji jest stałe i wynosi 2,8% p.a. Stopa dyskontowa wynosi 3%. Obligacja jest tak skonstruowana, że kupony są płatne w okresach rocznych. Na rynku pojawiają się informacje, że rynkowe stopy procentowe mogą w najbliższym czasie obniżyć się o 25 pb. Proszę obliczyć *duration* oraz odpowiedzieć na pytanie czy zmieni się cena obligacji w przypadku spadku stóp procentowych.

Rozwiązanie:

Wyszczególnienie	Okres (t)								Łącznie:
	1	2	3	4	5	6	7	8	
CF	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	102 800	122 400
Stopa dyskontowa	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	-
PV	2 718,45	2 639,27	2 562,40	2 487,76	2 415,30	2 344,96	2 276,66	81 151,27	98 596,06
PV * t	2 718,45	5 278,54	7 687,19	9 951,05	12 076,52	14 069,74	15 936,59	649 210,15	716 928,23
D=	7,27								
zmiana wartości [%]	1,7683%								
zmiana wartość [zł]	1743,50								

Zadanie 3.

Zdefiniuj ryzyko długowieczności i umieralności oraz padaj wady i zalety stosowania *Generalized Linear Models* (GLM) w modelowaniu tych ryzyk. Jakie cztery główne komponenty ryzyka umieralności uwzględnia model GLM? W jaki sposób zakład ubezpieczeń na życie może zabezpieczać się przed ryzykiem długowieczności?

Rozwiązanie:

Ryzyko długowieczności (długości życia) jest potencjalnym ryzykiem powiązaniem z rosnącą oczekiwaną długością życia m.in. emerytów oraz innych beneficjentów polis ubezpieczeniowych. W przypadku ryzyka umieralności mamy do czynienia z sytuacją odwrotną.

Komponenty ryzyka:

1. Poziom
2. Zmienność
3. Poziom katastroficzny
4. Trend

GLM jest może by c używany do modelowania ryzyka. Wymaga klasyfikacji danych według następującej procedury: podział danych na homogeniczne grupy; określenie sposobu pomiaru poziomu umieralności w poszczególnych grupach, analiza struktury wyodrębnionych grup ze względu na określone czynniki ryzyka; użycie określonych czynników ryzyka w procesie wpływu na poziom umieralności w określonych grupach. GLM z reguły zakłada stosowani regresji logitowej lub probitowej. Stopa umieralności jest zmienną zależną od przyjętych zmiennych stanowiących czynniki ryzyka.

Zadanie 4.

Stowarzyszenie firm zrzeszające niezależne firm architektoniczne myśli o powołaniu własnego towarzystwa ubezpieczeń w celu objęcia ochroną ubezpieczeniową odpowiedzialności zawodowej architektów (*professional liability insurance PLI*) zatrudnionych w firmach będących jego członkami. Celem takiego działania jest zaproponowanie architektom ubezpieczenia PLI ze składką niższą od składki rynkowej, bez uwzględniania ich historii szkodowej. Dane są następujące informacje:

Towarzystwo zrzesza 300 firm architektonicznych zatrudniających do 5 architektów (mała firma) oraz 40 firm zatrudniających po 50 architektów (duża firma). Małe firmy ubezpieczą średnią liczbę architektów. Duże firmy jeśli podejmą decyzje o ubezpieczeniu wówczas ubezpieczą wszystkich zatrudnionych architektów. Składka dotycząca podobnych polis w okresie ostatnich trzech lat na architekta wyniosła 2000 zł/rocznie, w tym 200 zł to narzuty na koszty. W ostatnim roku składka rynkowa wzrosła do 3.500 zł., w tym 200 zł to narzut na koszty. Z historii szkodowej wiadomo, że 99,5% szkód miało średni poziom 25.000 zł, 0,5% szkód osiągnęło poziom 1 mln zł. W ostatnim roku częstość występowania szkód ukształtowała się na poziomie 10 szkód na każdego ze 100 architektów. Odchylenie standardowe wartości szkód wyniosło 30% ich wartości zagregowanej. Percentyl 99,5 rozkładu szkód znajduje się na poziomie 3,5 odchylenia standardowego powyżej wartości średniej szkód zagregowanych. Oczekiwana stopa zwrotu z portfela lokat nowego towarzystwa ubezpieczeń wynosi 4% rocznie, przy odchyleniu standardowym równych 25% średnich dochodów z inwestycji. Percentyl 0,5 rozkładu dochodów z inwestycji znajduje się na poziomie 2,2 odchylenia standardowego powyżej wartości średniej. Oczekiwane straty z portfela inwestycyjnego (*credit default losses*) oszacowano na poziomie 0,5% rocznie. Odchylenie standardowe rozkładu strat oszacowano na poziomie 50% wartości średniej. Percentyl 99,5 rozkładu strat z portfela inwestycyjnego znajduje się na poziomie 2,5 odchylenia standardowego powyżej średniej. Zatrudniony officer ryzyka zidentyfikował dwa rodzaje ryzyka operacyjnego, które może się zrealizować raz w cyklu życia towarzystwa. Ryzyko A może wystąpić z prawdopodobieństwem 5% rocznie generując straty na poziomie 500.000 zł. Ryzyko B może wystąpić z prawdopodobieństwem 0,25%, generując straty na poziomie 1.000.000 zł. Organ nadzoru wymaga aby towarzystwo ubezpieczeniowe posiadało kapitał regulacyjny w wysokości co najmniej najlepszego oszacowania rezerw wynikających z zawartych polis ubezpieczeniowych. Oszacowany kapitał

powinien gwarantować, że towarzystwo będzie w stanie realizować zobowiązania wynikające z zawartych polis ubezpieczeniowych z prawdopodobieństwem 99,5%, przy założeniu niekorzystnego scenariusza rozwoju szkód. **Oblicz początkowy minimalny kapitał regulacyjny dla planowanego towarzystwa ubezpieczeń**, opisując przyjęte założenia. W obliczeniach wykorzystaj także następujące informacje: 35% firm (zarówno małych jak i dużych firm) wykupi polisy PLI dla swoich architektów. Ryzyko rynkowe i ryzyko kredytowe są zależne w 100%. Koszty szkód, ryzyko operacyjne są niezależne od ryzyka rynkowego i kredytowego.

Rozwiązanie:

Wartość minimalnego wymogu kapitałowego wynosi 3 216 573,37 zł.

Wartość ta może różnić się w zależności od przyjętych ostatecznych założeń, jednak powinna wahać się w granicach 3 mln zł. Zadanie było pozytywnie ocenione jeśli kandydat wykazał poprawny tok rozumowania oraz zastosował właściwe podejście do wyliczenia wymogu kapitałowego. Kandydat powinien także zwrócić uwagę na fakt, że prawdopodobieństwo ryzyka B jest poza 99,5 percentylem dlatego narzut kapitałowy w związku z tym ryzykiem jest równy zero. W przypadku ryzyka A można było założyć, że ryzyko to jest rozłożone w ogonie rozkładu i przyjąć wielkość niższą niż 500.000 zł. Na przykład można było przyjąć założenie, że wystąpi z prawdopodobieństwem 90% w ogonie rozkładu. Wówczas redukcja wartości aktywów w związku z ryzykiem operacyjnym może wynieść 450.000 zł.

Zadanie 5.

Kilka z towarzystw ubezpieczeń na życie zwróciło się do zakładu reasekuracji, z którym współpracują o możliwość stworzenia oferty reasekuracji ryzyka operacyjnego. Towarzystwo reasekuracji REX5 zdecydowało, że rozpocznie działania zmierzające do stworzenia oferty dla tych zakładów ubezpieczeń. Jako aktuariusz towarzystwa REX5 krótko zdefiniuj ryzyko operacyjne. Towarzystwo reasekuracji REX5 posiada dane dotyczące poziomu szkód wynikających z realizacji ryzyka operacyjnego z ostatnich kilku lat w przedmiotowych zakładach ubezpieczeń. Na podstawie tych danych REX5 może ustalić poziom składki rocznej za proponowane ubezpieczenie. Szeregi czasowe rocznych wartości szkód związanych z danym ryzykiem dla wszystkich zakładów, które zgłosiły swoje zainteresowanie mają następujące parametry statystyczne:

Tablica 5.1 Parametry statystyczne szeregów czasowych szkód wynikających z ryzyka operacyjnego klientów REX5 (dane w zł).

Klient RE5	Średnia arytmetyczna	Wariancja
TU T1 S.A.	20.000,00	250.000.000,00
TU T2 S.A.	20.000,00	150.000.000,00
TU T3 S.A.	10.000,00	40.000.000,00
TU T4 S.A.	40.000,00	600.000.000,00
TU T5 S.A.	19.685,00	155.000.000,00

W związku z brakiem doświadczenia z ubezpieczeniem przedmiotowego ryzyka i z jego wyceną, w celu skalkulowania składki rocznej za takie ubezpieczenie zaproponowano dwa scenariusze:

Scenariusz I – polegający na policzeniu składki z uwzględnieniem średniej wartości szkód z narzutem w wysokości 45%, w związku z kosztami Towarzystwa reasekuracji REX5 i zakładanym poziomem zysku.

Scenariusz II – zakłada następujące kroki:

- dopasowanie rozkładu gamma za pomocą momentów (przy zastosowanej parametryzacji rozkładu gamma: $E(X) = a/\lambda$, $V(X) = a/\lambda^2$) do całkowitych szkód z tytułu ryzyka operacyjnego, zaraportowanych przez klientów REX5,
- wyliczenie wymogu kapitałowego w ujęciu jednostkowym przy pomocy VaR z założonym poziomem ufności równym 99,5%,
- wyznaczenie składek jako wartość oczekiwanej szkód zaraportowanych, powiększonych o koszt kapitału (7% wymogu kapitałowego w ujęciu jednostkowym)

oraz powiększonych o 30% narzutu na pokrycie kosztów i zapewnienie zakładanego poziomu zysku.

Jako aktuariusz Towarzystwa reasekuracji REX5 oblicz poziom składek w obu scenariuszach dla każdego z klientów REX5 wykorzystując parametry statystyczne podane w tabelicy 5.1 oraz wartości strat z rozkładu gamma (tablica 5.2) dla 0,995 kwantyla.

Tablica 5.2. Kwantyle rzędu 0,995 dla rozkładu gamma dla danych parametrów α i λ

Lambda (λ)	0,00007	0,00008	0,00013	0,00025
Alpha (α)				
1,60	99 422	82 852	49 711	26 513
2,50	125 622	104 685	62 811	33 499
2,67	130 183	108 485	65 091	34 715

Jaki byłby wymóg kapitałowy dla REX5, gdyby wszyscy klienci zdecydowali się na zawarcie umowy reasekuracyjnej przy danym poziomie składek oraz przy założeniu, że ryzyka operacyjne poszczególnych klientów są od siebie niezależne. Czy wymóg kapitałowy wzrośnie czy zmaleje w sytuacji gdy założymy, że ryzyko operacyjne TU T1 S.A. jest zależne od ryzyka operacyjnego TU T2 S.A. Towarzystwa te działają w jednej grupie kapitałowej i w związku z tym zależność jest dodatnia.

Rozwiązanie:

Scenariusz I

Klient RE4	Średnia arytmetyczna	Składka reasekuracyjna
TU T1 S.A.	20 000,00	29 000,00
TU T2 S.A.	20 000,00	29 000,00
TU T3 S.A.	10 000,00	14 500,00
TU T4 S.A.	40 000,00	58 000,00
TU T5 S.A.	19 685,00	28 543,25

Scenariusz II

Stosując metodę momentów można zapisać, że:

$$E(X) = \alpha / \lambda$$

$$V(X) = \alpha / \lambda^2$$

stąd po przekształceniu otrzymujemy:

$$\lambda = E(X) / V(X)$$

$$\alpha = E(X)^2 / V(X)$$

Wyliczenie parametrów:

Klient RE4	Alpha(α)	Lambda (λ)
TU T1 S.A.	1,60000	0,00008
TU T2 S.A.	2,66667	0,00013
TU T3 S.A.	2,50000	0,00025
TU T4 S.A.	2,66667	0,00007
TU T5 S.A.	2,50000	0,00013

Na podstawie wartości 99,5 kwantyla z tablic rozkładu gamma dla obliczonych parametrów α i λ otrzymujemy wymóg kapitałowy dla poszczególnych klientów

Klient RE4	Wymóg kapitałowy
TU T1 S.A.	82 852,00
TU T2 S.A.	65 091,00
TU T3 S.A.	33 499,00
TU T4 S.A.	130 183,00
TU T5 S.A.	62 811,00

Koszt kapitału stanowi 7% wymogu kapitałowego.

Klient RE4	Koszt kapitału
TU T1 S.A.	5 799,64
TU T2 S.A.	4 556,37
TU T3 S.A.	2 344,93
TU T4 S.A.	9 112,81
TU T5 S.A.	4 396,77

Uwzględniając narzut w wysokości 25% składki policzone dla poszczególnych klientów są równe:

Klient RE4	Składka reasekuracyjna
TU T1 S.A.	33 539,53
TU T2 S.A.	31 923,28
TU T3 S.A.	16 048,41
TU T4 S.A.	63 846,65
TU T5 S.A.	31 306,30

Wymóg kapitałowy w sytuacji przejęcia wszystkich klientów przez REX5 wynosi:
181 978,87

Wymóg kapitałowy wzrośnie w sytuacji, gdy ryzyko operacyjne TU T1 S.A oraz TU T2 S.A. są zależne

Zadanie 6.

Zakład ubezpieczeń XYZ S.A. wyznacza wartości rezerwy IBNR, w przypadku ubezpieczeń odpowiedzialności cywilnej posiadaczy pojazdów mechanicznych opierając się na historycznych danych szkodowych przedstawionych w trójkącie szkód (tablica 6.1).

Tablica 6.1. Trójkąt szkód nieskumulowanych (w mln. zł.).

Lata zajścia szkody (i)	Lata rozwoju szkody (j)			
	0	1	2	3
0 (2014)	360	85	20	16
1 (2015)	395	85	34	
2 (2016)	362	118		
3 (2017)	420			

Na podstawie danych zawartych w tablicy 6.1 oszacuj wielkość rezerwy na niewypłacone odszkodowania i świadczenia na koniec analizowanego okresu wykorzystując prostą technikę *chain ladder (CL)* oraz *metodę Bornhuettera-Fergusona (BF)*. Porównaj otrzymane wyniki i odpowiedz na pytanie, czy można jednoznacznie stwierdzić, która metoda daje bardziej adekwatny wynik dotyczący szacowania poziomu zobowiązań zakładu ubezpieczeń. W obliczenia wykorzystaj dane zawarte w tablicy 6.2

Tablica 6.2

	Liczba czynnych polis [tys. szt.]	Składka przypisana brutto [mln. zł]	ULR (współczynnik szkodowości)
	1	2	3
2014	150	480	98%
2015	180	505	92%
2016	195	510	90%
2017	200	515	87%

Rozwiązanie:

Wartość rezerwy IBNR wyliczona metodą CL wynosi 222 mln zł.

Wartość rezerwy wyliczona metoda B-F wynosi 181 mln zł.

Wyliczając rezerwę IBNR dwoma wskazanymi metodami otrzymaliśmy różnicę na poziomie 41 mln zł. co stanowi 18% rezerwy wyliczonej metodą Chain-Ladder i o taką kwotę byłby lepszy wynik finansowy zakładu ubezpieczeń gdyby zastosował metodę B-F. Nie można jednoznacznie stwierdzić, która z powyższych metod jest lepsza i powinna być stosowana. Przy wyliczaniu rezerwy IBNR dla danej linii należy również uwzględnić jej specyfikę.

Zadanie 7.

Odpowiedz na pytanie jaki procent wynagrodzenia powinien być odkładany rocznie w formie prywatnych oszczędności, żeby Jan Kowalski po przejściu na emeryturę w wieku 65 lat uzyskał stopę zastąpienia równą 70%. Jan Kowalski jest obecnie w wieku 40 lat. Prace rozpoczął w wieku 30 lat. Może liczyć na świadczenie z ubezpieczenia społecznego w wysokości 24.000 zł rocznie. Obecne wynagrodzenie Jana Kowalskiego wynosi 80.000 zł. Szacowana stopa wzrostu wynagrodzenia równa się 3%. Uwzględniając wydatki osoba ta jest w stanie oszczędzać 7% swojego rocznego wynagrodzenia. Szacuje się, że ostateczne zarobki w roku przed przejściem na emeryturę (wiek 64 lata) wyniosą 162.624 zł. Świadczenie emerytalne będzie równe 1% ze średnich zarobków w okresie 5 lat pomnożonych przez liczbę lat pracy. Jan Kowalski rozpoczyna oszczędzanie w obecnym wieku. Współczynnik konwersji renty dla osoby w wieku 65 lat wynosi 15,656.

Rozwiązanie:

Przy stopie zastąpienia równej 70% początkowe świadczenie powinno wynosić:
113.836,80 zł

Świadczenie po uwzględnieniu świadczenia z ubezpieczenia społecznego:
89 836,80 zł

Świadczenie emerytalne: 53.697,94 zł

Roczny benefit (annuity): 36 138,86

Uwzględniając dane z zadania, współczynnik konwersji renty Jan Kowalski powinien odkładać rocznie 7,9% wynagrodzenia aby po przejściu na emeryturę uzyskał stopę zastąpienia równą 70%.

Zadanie 8.

Mamy dane dwie polisy dla osoby w wieku x . Polisa I jest kontraktem 20-letnim na życie i dożycie specjalnego rodzaju. Specyfika tej polisy polega na tym, że w przypadku śmierci w ciągu pierwszych 10 lat świadczenie wynosi 10.000 zł, w przypadku śmierci w ciągu następnych 10 lat świadczenie wynosi 20.000 zł. Natomiast w przypadku dożycia 20 lat ($x+20$) świadczenie wynosi 30.000 zł. Polisa II ma taką samą strukturę tylko kolejne świadczenia są o 30.000 zł. wyższe, czyli odpowiednio wynoszą 40.000 zł; 50.000 zł; 60.000 zł. Składki jednorazowe netto wynoszą: za polisę I - 11.000, za polisę II – 23.000 zł. Policz składkę jednorazową netto za zwykłą polisę na życie i dożycie z sumą ubezpieczenia równą 65.000 zł. Przyjmij stopę procentową równą 3%.

Rozwiązanie:

$$11.000 = 10.000A_{x:\overline{10}|}^1 + 20.000_{10|10}A + 30.000A_{x:\overline{20}|}^1$$

$$23.000 = 40.000A_{x:\overline{10}|}^1 + 50.000_{10|10}A + 60.000A_{x:\overline{20}|}^1$$

stąd

jednorazowa składka netto 26.000 zł

Zadanie 9.

Wartość rynkowa instrumentu finansowego wynosi 100. Instrument generuje stałą dywidendę, przez okres czasu zmierzający do nieskończoności (*perpetuity*). Oczekiwana stopa zwrotu z instrumentu wynosi 8%. Stopa wolna od ryzyka (*risk free rate*) wynosi 3% a premia za ryzyko wynosi 5%. Jaka będzie cena rynkowa instrumentu jeśli kowariancja rynkowej stopy zwrotu podwoi się, przy niezmiennych pozostałych parametrach? Do wyliczeń zastosuj model CAPM.

Rozwiązanie:

Model CAPM:

$$E(r) - r_f = \beta(E(r_M) - r_f)$$

gdzie

$$\beta = \frac{\text{cov}(r, r_M)}{\text{var}(r_M)}$$

stąd $\beta=1$

po podwojeniu $\beta_{\text{new}}=2$

wówczas

$$r_{\text{new}} = 13\%$$

Wykorzystując wzór na wartość instrumentu, który generuje dywidendę równą 8:

Wartość instrumentu po podwojeniu β wyniesie **61,54**

Zadanie 10.

Wymień podstawowe wymogi jakie powinien spełnić model wewnętrzny, aby został zatwierdzony przez organ nadzoru.

Rozwiązanie:

Podstawowe wymogi jakie powinien spełniać model wewnętrzny to:

- test użyteczności – model wewnętrzny powinien pełnić istotną rolę m.in. w systemie zarządzania ryzykiem, czy w procesie oceny i alokacji kapitału ekonomicznego oraz kapitału zabezpieczającego wypłacalność,
- standardy statystyczne – zakład ubezpieczeń powinien przedstawić m.in. metody wykorzystywane do wyznaczania prognozy funkcji rozkładu prawdopodobieństwa; zastosowane techniki ograniczania ryzyka; wykazać, iż dane są dokładne, kompletne i adekwatne,
- standardy kalibracji – zakład ubezpieczeń powinien przedstawić zastosowane m.in. miary ryzyka, horyzont czasowy, poziom ufności do kalibracji poszczególnych modułów ryzyka w modelu wewnętrznym,
- przypisanie zysków i strat – zakład ubezpieczeń powinien przedstawić źródła i przyczyny powstawania zysków i strat w działalności zakładu ubezpieczeń oraz w jaki sposób zostało to odzwierciedlone w modelu wewnętrznym,
- standardy walidacji – zakład ubezpieczeń powinien przedstawić metodologię oraz sposób przeprowadzania analiz wrażliwości, narzędzi stosowanych do walidacji modelu wewnętrznego,
- standardy dokumentacji – zakład ubezpieczeń powinien sporządzić dokumentację przedstawiającą m.in. strukturę, założenia, podstawy matematyczne i empiryczne modelu wewnętrznego,
- zakład ubezpieczeń powinien posiadać politykę wprowadzania zmian w modelu wewnętrznym.

Egzamin dla Aktuariuszy**Sesja egzaminacyjna w dniu 21 listopada 2017r.****Zarządzanie ryzykiem zakładu ubezpieczeń****Arkusz ocen**

Zadanie nr	Punktacja
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	