

# Literatura do egzaminu aktuarialnego

Data publikacji: 28.04.2022 (uaktualnienie metryczek do aktów prawnych)

Pierwotna data publikacji: 20.07.2022

Obowiązuje do egzaminów organizowanych po dn. 03.09.2022

## 1. Matematyka finansowa

1. “Matematyka finansowa” – M.Podgórska, J.Klimkowska, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005:
  - Rozdziały 1-3, 8 – klasyczna teoria stóp procentowych: oprocentowanie proste, składane i ciągłe, dyskonto;
  - Rozdziały 4-6 – ogólne modele przepływów finansowych i wycena wartości przepływów finansowych: rachunek rent, spłata długu, analiza obligacji;
  
2. “Actuarial Finance: Derivatives, Quantitative Models and Risk Management” – M. Boudreault, J.F.Renaud, Wiley, 2019:
  - Rozdziały 2-6 – papiery wartościowe i instrumenty pochodne (m.in. obligacje, akcje, kontrakty futures, forward, opcje kupna i sprzedaży, swap, swopcje);
  - Rozdziały 9-12.2, 13 – matematyka finansowa modeli dyskretnych (m.in. model dwumianowy, wycena opcji na drzewach, strategia replikująca);
  - Rozdziały 14-18.1 – matematyka finansowa modeli ciągłych (m.in. rachunek stochastyczny, model Blacka-Scholesa, wycena opcji i strategia zabezpieczająca delta);
  
3. “Mathematical Modeling and Computation in Finance” – C.W.Oosterlee, L.A.Grzelak, World Scientific Publishing, 2019:
  - Rozdziały 1-4 – matematyka finansowa modeli ciągłych (m.in. rachunek stochastyczny, model Blacka-Scholesa, wycena opcji i strategia zabezpieczająca delta);
  - 4.1 - zmienność implikowana;
  - Rozdziały 7.1-7.2 – procesy wielowymiarowe, twierdzenie Girsanowa;
  - Rozdziały 8.2 - model Hestona jako przykład modelu stochastycznej zmienności;
  - Rozdziały 11, 12.1-12.2, 14.1-14.2 - modele stochastyczne stóp procentowych (m.in. HullWhite, LIBOR), wycena kontraktów FRA, swap, swopcje, cap/caplet, floor/floorlet;
  
4. “Martingale Methods in Financial Modelling” – M.Musiela, M.Rutkowski, Springer, 2005:
  - Rozdział 1 – wprowadzenie do instrumentów pochodnych (m.in. kontrakty futures, forward, opcje kupna i sprzedaży);
  - Rozdział 2 – matematyka finansowa modeli dyskretnych (m.in. model dwumianowy, wycena opcji na drzewach, strategia replikująca, wycena opcji amerykańskich i opcji na instrumenty płaćące dywidendę);
  - Rozdział 3 – matematyka finansowa modeli ciągłych (m.in. rachunek stochastyczny, model Blacka-Scholesa, model Blacka);
  - Rozdziały 5-6 – przykłady wyceny i zabezpieczenia opcji amerykańskich i egzotycznych; •  
Rozdział 7.1 – zmienność implikowana;

- Rozdział 7.4.4 – model Hestona jako przykład modelu stochastycznej zmienności;
  - Rozdziały 9-13.2 – modele stochastyczne stóp procentowych (m.in. Vasicek, CIR, LIBOR), wycena kontraktów FRA, swap, swapy, cap/caplet, floor/floorlet;
5. "Matematyka finansowa" – A.Palczewski, J.Jakubowski, Ł.Stettner, M.Rutkowski, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2018:
- Rozdziały 1-5 – papiery wartościowe, instrumenty pochodne, wstęp do analizy stochastycznej, wycena instrumentów pochodnych w czasie dyskretnym i ciągłym, instrumenty pochodne stóp procentowych;

## **2. Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna**

1. "Wstęp do teorii prawdopodobieństwa" - Jacek Jakubowski, Rafał Sztencel ", SCRIPT, 2010:
- Rozdział 3 - prawdopodobieństwo warunkowe,
  - Rozdział 5 - zmienne losowe, rozkłady jednowymiarowe,
  - Rozdział 6.1, 6.2, 6.3 - warunkowa wartość oczekiwana,
  - Rozdział 10 - centralne twierdzenie graniczne,
  - Dodatek B, Dodatek E - funkcje tworzące, funkcje tworzące momenty.
2. "Probability and Random Processes", 3<sup>rd</sup> edition - Geoffrey Grimmett, David Stirzaker, University Press, 2001:
- Rozdział 4.9 - rozkład wielowymiarowy normalny,
  - Rozdział 6.1 - łańcuchy Markowa w czasie dyskretnym, równania Chapmana-Kołmogorowa,
  - Rozdział 6.5 - rozkład stacjonarny, łańcuchy odwracalne,
  - Rozdział 6.6 - twierdzenie Perrona-Frobeniusa,
  - Rozdział 6.8 - proces Poissona,
  - Rozdział 6.9 - łańcuchy Markowa w czasie ciągłym,
  - Rozdział 8.5 - proces Wienera.
3. "Statystyka dla studentów kierunków przyrodniczych i technicznych" – Jacek Koronacki, Jan Mielniczuk, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2001:
- Rozdział 1.3.2 - miary rozproszenia,
  - Rozdział 1.4 - kwantyl, kwantyl rozkładu normalnego,
  - Rozdziały 3.2.1, 3.2.2 - estymacja punktowa, metoda największej wiarygodności, metoda momentów, własności estymatorów,
  - Rozdział 3.3 - estymacja przedziałowa, przedziały ufności dla średniej z rozkładu normalnego, dla wariancji rozkładu normalnego,
  - Rozdział 3.4 - testowanie hipotez: poziom istotności, moc testu, hipoteza jedno i dwustronna, p-wartość, testy dla wartości średniej w rozkładzie normalnym, testy dla wariancji w rozkładzie normalnym, testy zgodności, test Kołmogorowa, dystrybuanta empiryczna,
  - Rozdział 4.3.1 - model liniowy regresji, metoda najmniejszych kwadratów i jego własności, testy w regresji liniowej,
  - Rozdział 6.2.2 - test zgodności chi-kwadrat.

4. "Introduction to Mathematical Statistics", 8<sup>th</sup> edition – R.V. Hoag, J.W. McKean, A.T. Craig, Pearson, 2019:

- Rozdział 2.5 - współczynnik korelacji,
- Rozdział 4.1 – estymator metodą największej wiarygodności,
- Rozdział 4.2 - przedziały ufności, przedziały ufności dla średniej w rozkładzie normalnym,
- Rozdział 4.4 - statystyki porządkowe,
- Rozdziały 4.4.1, 4.4.2 - kwantyle, przedziały ufności dla kwantyli,
- Rozdział 4.5 - testowanie hipotez, błąd I i II rodzaju, testy dla średniej,
- Rozdział 4.6.1 - p-wartość,
- Rozdział 4.7 - test chi-kwadrat, test chi kwadrat dla jednowymiarowej i dwuwymiarowej tabeli kontyngencji,
- Rozdział 5.3 - Centralne Twierdzenie Graniczne,
- Rozdział 6.1 - metody największej wiarygodności,
- Rozdział 6.2 - informacja Fishera,
- Rozdział 6.3 - testy oparte o MNW, "ratio test" dla średniej w rozkładzie normalnym,
- Rozdział 6.4 - MNW dla wektora parametrów,
- Rozdziały 7.2, 7.3 - statystyka dostateczna, własności,
- Rozdziały 8.1, 8.2, 8.3 - moc testów, lemat/twierdzenie Neymana-Pearsona, test ilorazu wiarygodności (w tym dla średniej i wariancji w rozkładzie normalnym),
- Rozdziały 11.1.1, 11.1.2, 11.1.3 - statystyka bayesowska.

5. "Loss Models: From Data to Decisions", 5<sup>th</sup> edition - S.A. Klugman, H.H Panjer, G.E. Willmot, Wiley, 2019:

- Rozdziały 3.1, 3.2 – momenty i percentyle,
- Rozdział 3.3 - funkcje tworzące momenty,
- Rozdziały 10.1-10.3 - estymacja punktowa i przedziałowa,
- Rozdział 10.4 - metoda estymacji momentów i percentyli,
- Rozdział 10.5 - testy statystyczne,
- Rozdziały 11.1-11.2 11.5-11.6 - metoda estymacji największej wiarygodności, • Rozdział 12.1-12.3, 12.6 - estymacja rozkładów dyskretnych i wpływ ekspozycji,
- Rozdział 13 – statystyka bayesowska.

### **3. Ubezpieczenia na życie**

1. "Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks", 3<sup>rd</sup> edition - D. Dickson, M. Hardy, H. Waters, Cambridge, 2020:

- Rozdziały 1-11 – modele przeżyć, dalsze trwanie życia, ubezpieczenia na życie i dożycie, renty życiowe, składki, rezerwy, modele wielostanowe, szkodowości wielorakie, ubezpieczenia wielu żyć, plany emerytalne,
- Rozdziały 13-14 – testy zyskowności.

2. "Life Insurance Mathematics", 3<sup>rd</sup> edition - H. Gerber, Springer, 2011:

- Rozdziały 1-8, 10 - modele przeżyć, dalsze trwanie życia, ubezpieczenia na życie i dożycie, renty życiowe, składki, rezerwy, modele wielostanowe, szkodowości wielorakie, ubezpieczenia wielu żyć, koszty.
3. „Ubezpieczenia na życie”, wydanie 2 - M. Skatba, WNT, 1999:
- Rozdziały: 2-9 - modele przeżyć, dalsze trwanie życia, ubezpieczenia na życie i dożycie, renty życiowe, składki, rezerwy, modele wielostanowe, szkodowości wielorakie, ubezpieczenia wielu żyć, koszty.

#### **4. Ubezpieczenia majątkowe**

1. „Ubezpieczenia majątkowe – Część I – Teoria ryzyka”, wydanie 3 - W. Otto, WNT 2015:
- Rozdział 1.2, 1.3 – wprowadzenie w zagadnienie wyceny ryzyka, ryzyka zależne i problemy z dywersyfikacją,
  - Rozdziały 2-4, 5.1-5.5 – model ryzyka indywidualnego, model ryzyka łącznego (rozkłady liczby szkód, rozkłady złożone łącznej wartości szkód),
  - Rozdziały 6.1, 6.3, 6.5, 6.6 - podział ryzyka,
  - Rozdziały 7.1-7.3 – aproksymacje rozkładu łącznej wartości szkód,
  - Rozdział 8.3- 8.6 – wartość i liczba szkód warunkowo niezależne, ale bezwarunkowo zależne, rozkłady łącznej wartości szkód z losowym parametrem rozkładu liczby szkód i losowym parametrem skali rozkładu wartości pojedynczej szkody, konsekwencje dla kalkulacji składki
  - Rozdziały 9, 10 – wprowadzenie do teorii ruiny, podstawowe wyniki dla modelu z czasem ciągłym i czasem dyskretnym, oszacowania, zmienne losowe o monotonicznej funkcji hazardu, wzór Cramera-Lundberga, mieszanina rozkładów wykładniczych,
  - Rozdziały 11.1-11.3, 12.1-12.4 – prawdopodobieństwo ruiny, aproksymacje oraz metody numeryczne,
  - Rozdział 13 – kalkulacja składki w oparciu o kryteria jednookresowe i wielookresowe, z uwzględnieniem stopy zwrotu z kapitału i reasekuracji.
2. “Risk Modelling in General Insurance” - R. J. Gray, S. M. Pitts, Cambridge, 2012:
- Rozdział 2 – modele liczby szkód i wysokości szkody, mieszanki rozkładów,
  - Rozdział 3 - rozkłady złożone,
  - Rozdziały 4.1-4.2 - metody kalkulacji składek,
  - Rozdziały 4.3-4.7 - teoria credibility i metody bayesowskie, • Rozdział 5 – reasurancja i podział ryzyka,
  - Rozdział 6 – teoria ruiny.
3. “Loss Models: From Data to Decisions”, 5<sup>th</sup> edition - S.A. Klugman, H.H Panjer, G.E. Willmot, Wiley, 2019:
- Rozdział 3.4 - ogony rozkładów szkód,
  - Rozdział 3.5 - miary ryzyka,
  - Rozdział 5.1-5.3 - rozkłady ciągłe i modele wysokości szkód
  - Rozdział 6- rozkłady dyskretne i modele liczby szkód,
  - Rozdział 7 - rozkłady mieszane i złożone,
  - Rozdział 8 – reasekuracja i podział ryzyka,
  - Rozdział 9 – modele szkód zagregowanych, model kolektywny i indywidualny,

- Rozdział 17 – teoria credibility, modele Bühlmana i Bühlmana-Strauba.
4. “A Course in Credibility Theory and its Applications” - H. Bühlmann, A. Gisler, Springer, 2005:
    - Rozdział 1 - niejednorodność portfela,
    - Rozdział 2 – statystyka bayesowska, • Rodział 3 – teoria credibility,
    - Rozdział 4 – model Bühlmana-Strauba.
  5. “Stochastic Claims Reserving Methods in Insurance” - M.V. Wuthrich, Wiley, 2008:
    - Rozdział 1 – proces zgłaszania szkód i rezerwy na niewypłacone odszkodowania,
    - Rozdział 2-3.2, 3.4 -trójkąty szkód, algorytm Chain-Ladder, algorytm Bornhuttera-Fergusona, model Poissona, model Macka, błąd predykcji w modelu Macka,
    - Rozdziały 4.2 – 4.3 - modele bayesowskie.

## 5. Ekonomia

1. “Insurance Economics” - P. Zweifel, R. Eisen, Springer 2012:
  - Rozdział 1 – Rola ubezpieczeń w ekonomii;
  - Rozdział 2 – Podejmowanie decyzji w warunkach niepewności; Teoria użyteczności; Awersja do ryzyka; Porządki stochastyczne;
  - Rozdział 3 – Modele popytu na ubezpieczenia z punktu widzenia teorii użyteczności; • Rozdział 7 – Asymetria informacji; Pokusa nadużycia; Negatywna selekcja;
2. “Economic and Financial Decisions under Risk” – L. Eeckhoudt, C. Golier, H. Schlesinger, Princeton, 2005:
  - Rozdziały 1-2 – Podejmowanie decyzji w warunkach niepewności; Teoria użyteczności; Awersja do ryzyka; Porządki stochastyczne;
  - Rozdział 3 – Optymalne ubezpieczenie z punktu widzenia teorii użyteczności;
  - Rozdział 10 - Optymalny podział ryzyka z punktu widzenia teorii użyteczności;
  - Rozdziały 12.1-12.2 - Asymetria informacji; Pokusa nadużycia; Negatywna selekcja;
3. “Mikroekonomia. Kurs średni – ujęcie nowoczesne” - H.R. Varian, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002:
  - Rozdziały 1-16 – Rynek; Ograniczenie budżetowe; Preferencje; Użyteczność; Wybór; Popyt; Preferencje ujawnione; Równanie Słuckiego; Kupowanie i sprzedawanie; Wybór międzyokresowy; Rynki aktywów; Niepewność; Aktywa ryzykowne; Nadwyżka konsumenta; Popyt rynkowy; Równowaga;
  - Rozdziały 18-28 – Technologia; Maksymalizacja zysku; Minimalizacja kosztów; Krzywe kosztów; Podaż firmy; Podaż gałęzi; Monopol; Zachowanie monopolistyczne; Rynki czynników; Oligopol; Teoria gier;
  - Rozdział 36 – Asymetria informacji;
4. “Makroekonomia” - D. Beqq, G. Vernasca, S. Fischer, R. Dornbusch, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2014:

- Rozdziały 15-23 – Wprowadzenie do makroekonomii; Produkcja i popyt globalny; Polityka fiskalna i handel zagraniczny; Pieniądz i system bankowy; Stopy procentowe i mechanizm transmisyjny polityki pieniężnej; Polityka pieniężna i fiskalna; Podaż globalna, ceny i proces dostosowań; Inflacja, oczekiwania i wiarygodność; Bezrobocie;

## **6. Rachunkowość i sprawozdawczość finansowa**

1. Ustawa z dnia 29 września 1994r. o rachunkowości (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 217 z późn. zm.) - rozdziały: 1,2,4, 4a, 5-7, 9-11 oraz Załącznik nr 3.
2. Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 12 kwietnia 2016r. w sprawie szczególnych zasad rachunkowości zakładów ubezpieczeń i zakładów reasekuracji (Dz.U. z 2016r. poz. 562).
3. Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 12 grudnia 2001r. w sprawie szczegółowych zasad uznawania, metod wyceny, zakresu ujawniania i sposobu prezentacji instrumentów finansowych (t.j. Dz.U. z 2017r. poz. 277) - rozdziały 1-3.
4. Ustawa z dnia 11 września 2015r. o działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej ( Dz. U. z 2022 r. poz. 2283, z późn. zm.) - rozdziały 1-2 oraz 9-12.
5. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2015/35 z dnia 10 października 2014r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/138/WE w sprawie podejmowania i prowadzenia działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej (Wypłatność II) (Dz. Urz. UE L 12 z 17.01.2015 z późn. zm.) - Tytuł I Rozdziały: I-IV, rozdziały XII-XIII; Tytuł II : Rozdział V-VI.
6. Międzynarodowe Standardy Rachunkowości, Międzynarodowe Standardy Sprawozdawczości Finansowej oraz związane z nimi interpretacje ogłoszone w formie rozporządzeń Komisji Europejskiej - MSR 1, MSR 19, MSR 37, MSR 34, MSSF 4, MSSF 10, MSSF 13.
7. Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 25 maja 2016r. w sprawie rocznych i półrocznych sprawozdań ubezpieczeniowego funduszu kapitałowego (Dz.U. z 2016r. poz. 789) - paragrafy 1 , 2 oraz 4-8.
8. Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 29 kwietnia 2016r. w sprawie dodatkowych sprawozdań finansowych i statystycznych zakładów ubezpieczeń i zakładów reasekuracji (tj. Dz.U. z 2018r. poz. 392) - paragrafy 1-5.
9. Wytyczne w sprawie ujmowania oraz wyceny aktywów i zobowiązań innych niż rezerwy techniczno-ubezpieczeniowe EIOPA-BoS-15/113 PL.
10. Wytyczne dotyczące wyceny rezerw techniczno-ubezpieczeniowych EIOPA-BoS-14/166 PL.
11. Wytyczne dotyczące systemu zarządzania EIOPA-BoS-14/253 PL – sekcja 10: Wycena aktywów i zobowiązań innych niż rezerwy techniczno-ubezpieczeniowe.
12. Wytyczne dotyczące sprawozdawczości i publicznego ujawniania informacji EIOPABoS-15/109.
13. Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2015/2450 z dnia 2 grudnia 2015r. ustanawiające wykonawcze standardy techniczne w odniesieniu do wzorów formularzy na potrzeby przekazywania informacji organom nadzoru zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/138/WE.

14. Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2015/2452 z dnia 2 grudnia 2015r. ustanawiające wykonawcze standardy techniczne w odniesieniu do procedur, formatów i wzorów formularzy dotyczących sprawozdania na temat wypłacalności i kondycji finansowej zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/138/WE.
15. Jonas K. „Rachunkowość zakładów ubezpieczeń i zakładów reasekuracji. Zarys problematyki.” Wydawnictwo: Difin Warszawa 2020 – wykłady: 2-6.

## 7. Modelowanie

1. Egzamin wykorzystuje wiedzę z egzaminów 1, 2, 3 i 4.
2. “Krajowy Standard Aktuarialny Polskiego Stowarzyszenia Aktuaruszy – Praktyka Aktuarialna”, 2022, standard dostępny na <https://actuary.org.pl/psa/dokumenty/>
  - Wytyczne w zakresie kalibracji i walidacji modeli aktuarialnych, analizy wrażliwości wyników i użytych danych.
3. “Actuarial Aspects of ERM for Insurance Companies”, 2016, dokument dostępny na [https://www.actuaries.org/iaa/IAA/Publications/Papers/Enterprise\\_Risk\\_Management/IAA/Publications/Enterprise\\_Risk\\_Management.aspx?hkey=c380bce7-8c18-431d-96d9-bffb9dd1abfc](https://www.actuaries.org/iaa/IAA/Publications/Papers/Enterprise_Risk_Management/IAA/Publications/Enterprise_Risk_Management.aspx?hkey=c380bce7-8c18-431d-96d9-bffb9dd1abfc)
  - Rozdział 3.5.2, 3.5.3 – wytyczne w zakresie kalibracji i walidacji modeli aktuarialnych, analizy wrażliwości i użytych danych.
4. “Effective Statistical Learning Methods for Actuaries I” - M. Denuit, D. Hainaut, J. Trufin, Springer, 2019:
  - Rozdział 1 – proces taryfikacji,
  - Rozdział 2 – rodzina wykładnicza,
  - Rozdział 3.7 - bootstrap,
  - Rozdziały 4-5.2 - Uogólnione Modele Liniowe GLM (m.in. specyfikacja modeli, dewiancja, estymacja, wagi, zmienne offset, współliniowość, ocena dopasowania modelu, testy statystyczne, zasada bilansu, model Poissona, ujemny dwumianowy),
  - Rozdziały 6.1-6.6 - funkcje sklepane i Uogólnione Modele Addytywne GAM,
  - Rozdział 6.7 – przykład wygładzania współczynników śmiertelności (graduation) przy pomocy estymacji modeli GLM i GAM,
  - Rozdział 7.2 - model regresji Tweedie’ego,
  - Rozdziały 7.3-7.4 - modelowanie współczynnika dyspersji w modelach GLM,
  - Rozdział 9 - teoria wartości ekstremalnych, wykresy kwantylowe, wykresy dalszego trwania życia, rozkład nadwyżki szkody, miary ryzyka w ogonie, model POT.
5. “Effective Statistical Learning Methods for Actuaries II” - M. Denuit, D. Hainaut, J. Trufin, Springer 2020:
  - Rozdział 2 – moc predykcyjna modelu przy funkcjach straty kwadratowej, Poissona, Gamma,
  - Rozdziały 3-5 - drzewa regresyjne (m.in. algorytm budowy drzewa, pruning, bagging, boosting, random forest przy funkcjach straty kwadratowej, Poissona, Gamma, istotność predykcyjna zmiennych, Partial Dependence Plot, statystyka H Friedmana),

- Rozdział 6.3.4-6.3.7 - miary oceny dopasowania i mocy predykcyjnej modeli (krzywe Lorenza, koncentracji, indeks Giniego)

6. *“Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications” - M.V. Wuthrich, M. Merz, 2021*, skrypt dostępny na [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3822407](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3822407) (rozdziały mogą się zmienić przy kolejnej aktualizacji na stronie SSRN):

- Rozdział 1 – proces modelowania,
- Rozdziały 2-2.2 - rodzina wykładnicza,
- Rozdział 4.1-4.2 - dopasowanie modelu, moc predykcyjna modelu, metody oceny dopasowanie i zdolności predykcyjnej modeli (m.in. strata in-sample, strata out-of-sample, cross-validation, kryterium Akaike),
- Rozdział 4.3 - bootstrap,
- Rozdział 5 - Uogólnione Modele Liniowa GLM (m.in. specyfikacja modelu, dewiancja, estymacja, wagi, zmienne offset, ocena dopasowania modelu, testy statystyczne, zasada bilansu, model Poissona, ujemny dwuminowy, Gamma, Tweedie’ego, modelowanie współczynnika dyspersji).

7. *“Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing” - M.V. Wüthrich, C. Buser, 2020*, skrypt dostępny na [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2870308](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2870308) (rozdziały mogą się zmienić przy kolejnej aktualizacji na stronie SSRN):

- Rozdział 3.1 - Uogólnione Modele Addytywne GAM,
- Rozdział 6 – poissonowskie drzewa regresyjne i drzewa klasyfikacyjne (m.in. algorytm budowy drzewa),
- Rozdział 7.1 – bootstrap,
- Rozdziały 7.2-7.4 - bagging, boosting, random forest dla poissonowskich drzew regresyjnych,
- Rozdziały 8.2-8.3 - metoda k-średnich i analiza głównych składowych.

8. *“An Introduction to Statistical Learning with Applications in R” - G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, Springer, 2021:*

- Rozdział 2 – metody uczenia statystycznego,
- Rozdział 3 – model regresji liniowej,
- Rozdziały 4.1-4.5, 4.7.2 - metody klasyfikacji i regresja logistyczna,
- Rozdziały 5.1, 5.3 - cross-validation,
- Rozdział 5.2, 5.3 - bootstrap,
- Rozdział 7 – funkcje sklepane i Uogólnione Modele Addytywne GAM,
- Rozdział 8 – drzewa regresyjne i klasyfikacyjne (m.in. algorytm budowy drzewa, pruning, bagging, boosting, random forest),
- Rozdział 12 - metody uczenia bez nadzoru (m.in. analiza głównych składowych, metody klasteryzacji).

9. *“Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks”, 3<sup>rd</sup> edition - D. Dickson, M. Hardy, H. Waters, Cambridge, 2020:*

- Rozdział 18 – zaawansowane metody estymacji modeli przeżyć, przykłady praktycznego wykorzystania estymatorów Kaplana-Meiera i Nelsona-Aalena w procesie modelowania trwania życia.



10. "Loss Models: From Data to Decisions", 5<sup>th</sup> edition - S.A. Klugman, H.H Panjer, G.E. Willmot, Wiley, 2019:
- Rozdział 1.1 - proces modelowania,
  - Rozdziały 11.3-11.4 – estymacja metodą największej wiarygodności dla danych pogrupowanych i uciętych,
  - Rozdziały 14.1-14.5 – estymacja empiryczna dla danych pogrupowanych i uciętych, przykłady praktycznego wykorzystania estymatorów Kaplana-Meiera i Nelsona-Aalena w procesie modelowania trwania życia,
  - Rozdział 14.6 - estymacja jądrowa,
  - Rozdziały 14.7-14.9 – zaawansowane metody estymacji modeli przeżyć,
  - Rozdział 15.3 - graficzne metody oceny dopasowania modelu,
  - Rozdział 15.4 - testy statystyczne w ocenie dopasowania modelu,
  - Rozdział 15.5 - kryteria wyboru dopasowanego modelu.
11. "Loss distributions" - R.V. Hogg, S.A. Klugman, Wiley, 1984:
- Rozdziały 4.1-4.5 – estymacja metodą największej wiarygodności dla danych pogrupowanych i uciętych, zastosowania mieszanek rozkładów.
12. "Regression Modeling with Actuarial and Financial Applications" - E.W. Frees, Cambridge, 2009:
- Rozdziały 2-6 – regresja liniowa (m.in. estymacja, testy statystyczne, ocena dopasowania modelu),
  - Rozdziały 7-9 – szeregi czasowe (m.in. stacjonarność, autokorelacja, modele ARMA, ARCH/GARCH, prognoza, estymacja, ocena dopasowania modelu),
  - Rozdział 11 – regresja logistyczna,
  - Rozdział 12 – regresja Poissona,
  - Rozdział 13 - Uogólnione Modele Liniowe GLM.
13. "Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools", revised edition - A. McNeil, R. Frey, P. Embrecht, Princeton, 2015:
- Rozdziały 6.4.5, 9.1.4 - analiza głównych składowych,
  - Rozdział 3.1 - własności szeregów czasowych stóp zwrotów,
  - Rozdział 4 – szeregi czasowe (m.in. stacjonarność, autokorelacja, modele ARMA, ARCH/GARCH, prognoza, estymacja, ocena dopasowania),
  - Rozdział 5 – teoria wartości ekstremalnych, wykresy kwantylowe, wykresy dalszego trwania życia, rozkład nadwyżki szkody, miary ryzyka w ogonie, estymator Hilla, model POT.
14. "Reinsurance: Actuarial and Statistical Aspects" - H. Albrecher, J. Beirlant, J. Teugels, Wiley, 2017:
- Rozdziały 3.4, 4.1 – wykresy dalszego trwania życia i wykresy kwantylowe,
  - Rozdziały 3.5, 4.2 - modele dużych szkód i teoria wartości ekstremalnych,
  - Rozdziały 9.1-9.2 - metody symulacji i redukcji wariacji.
15. "Actuarial Finance – Derivatives, Quantitative Models and Risk Management" - M. Boudreault, J.F. Renaud, Wiley, 2019:
- Rozdział 19 – metody symulacji i metody redukcji wariacji.

## 8. Zarządzanie ryzykiem zakładu ubezpieczeń

1. Egzamin wykorzystuje wiedzę z egzaminów 1, 2, 3 i 4.
2. DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2009/138/WE z dnia 25 listopada 2009 r. w sprawie podejmowania i prowadzenia działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej (Wyłącalność II):
  - Art. 13, 41-48, 75-85, 87-91, 100-110, 112-113, 114-126, 128-129 - definicje, system zarządzania, wycena aktywów i pasywów, środki własne, kapitałowy wymóg wyłącalności, modele wewnętrzne, minimalny wymóg kapitałowy.
3. ROZPORZĄDZENIE DELEGOWANE KOMISJI (UE) 2015/35 z dnia 10 października 2014 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/138/WE w sprawie podejmowania i prowadzenia działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej (Wyłącalność II):
  - Art. 7-10, 12, 15, 17-40, 43-47, 55 + Załącznik 1, 83, 87-88, 113-143, 164-173, 175-181, 189-207, 218-220 + Załącznik XVII, 222-253, 258-272 - wycena aktywów i pasywów, rezerwy techniczno-ubezpieczeniowe (najlepsze oszacowanie i margines ryzyka), stopy procentowe wolne od ryzyka, linie biznesowe, scenariusze, kapitałowy wymóg wyłącalności, moduły ryzyka aktuarnego, moduł ryzyka aktuarnego w ubezpieczeniach innych niż ubezpieczenia na życie, moduł ryzyka aktuarnego w ubezpieczeniach na życie, moduł ryzyka rynkowego (ryzyko stopy procentowej, ryzyko cen akcji, ryzyko spreadu kredytowego), moduł ryzyka niewykonania zobowiązania przez kontrahenta, moduł ryzyka wartości niematerialnych i prawnych, ryzyko operacyjne, korekta z tytułu zdolności rezerw technicznoubezpieczeniowych i odroczonej podatków dochodowych do pokrywania strat, parametry specyficzne, modele wewnętrzne, minimalny wymóg kapitałowy, system zarządzania.
4. "Claims run-off uncertainty: the full picture" - M. Merz, M.V. Wüthrich, 2015, artykuł dostępny na [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2524352](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2524352):
  - Ryzyko rezerw w horyzoncie jednorocznym i ostatecznym, błąd predykcji straty w horyzoncie jednorocznym i ostatecznym, przykład wyznaczenia marginesu ryzyka w ryzyku rezerw.
5. "A review of the risk margin – Solvency II and beyond" - A. J. Pelkiewicz, S. W. Ahmed, P. Fulcher, K. L. Johnson, S. M. Reynolds, R. J. Schneider and A. J. Scott, British Actuarial Journal 25, s. 1-72, 2020, artykuł dostępny na <https://www.cambridge.org/core/journals/british-actuarialjournal/article/review-of-the-risk-margin-solvency-ii-andbeyond/4B2AAD320E4388A7EE6F1FA3ED69C4C3>
  - Rozdziały 2, 3.3 – margines ryzyka i metoda kosztu kapitału, • Rozdziały 7.1-7.3 – alternatywne miary ryzyka,
  - Rozdział 8.1 – własności miar ryzyka.
6. "Financial Enterprise Risk Management", 2<sup>nd</sup> edition - P. Sweeting, Cambridge, 2017:
  - Rozdziały 1, 6 – system zarządzania ryzykiem przedsiębiorstwa,
  - Rozdział 7 – rodzaje ryzyka w działalności ubezpieczeniowej,
  - Rozdziały 9.5, 10.3-10.4 – miary zależności i modele zależności w modelach wewnętrznych kapitału ekonomicznego (m.in. wsp. korelacji Pearsona, Spearmana, Kendalla, w ogonie,

rozkład normalny, rozkład eliptyczny/mieszanka rozkładów normalnych, kopule Gaussa, tStudenta, archimedesowe),

- Rozdział 14 – metody kwantyfikacji ryzyka w kontekście rodzajów ryzyka z rozdziału 7,
- Rozdziały 15.1-15.6 – apetyt na ryzyko, miary ryzyka (m.in. odchylenie standardowe, VaR, TailVaR, ES, RORAC, RAROC),
- Rozdział 15.7 - teoria wyboru portfela Markowitza,
- Rozdział 16 – metody zarządzania ryzykiem w kontekście rodzajów ryzyka z rozdziału 7,
- Rozdział 17 – dokumentacja, komunikacja, audyt,
- Rozdziały 18.1-18.7 - kapitał ekonomiczny,
- Rozdział 18.8 – zarządzanie kapitałem i alokacja kapitału.

7. *“Actuarial Finance – Derivatives, Quantitative Models and Risk Management” - M. Boudreault, J.F. Renaud, Wiley, 2019:*

- Rozdział 1 – ryzyko systematyczne i niesystematyczne,
- Rozdziały 8, 10.4.3, 18.2 - ubezpieczenia z funduszem inwestycyjnym i gwarancje (instrumenty pochodne) w produktach ubezpieczeniowych,
- Rozdział 20 – replikacja i strategie zabezpieczające w kontekście zarządzania aktywami i pasywami.

8. *“Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks”, 3<sup>rd</sup> edition - D. Dickson, M. Hardy, H. Waters, Cambridge, 2020:*

- Rozdział 12.4 - ryzyko systematyczne i niesystematyczne,
- Rozdział 15 – ubezpieczenia z funduszem inwestycyjnym,
- Rozdział 17 – gwarancje (instrumenty pochodne) w produktach ubezpieczeniowych.

9. *“Financial Markets Theory: Equilibrium, Efficiency and Information”, 2<sup>nd</sup> edition - E. Barucci, C. Fontana, Springer, 2017:*

- Rozdział 3.2 - teoria wyboru portfela Markowitza,
- Rozdział 5 – CAPM i APT.

10. *“Principles of Corporate Finance”, 13<sup>th</sup> edition – R. Brealey, S. Myers, F. Allen, McGraw Hill, 2020:*

- Rozdział 8 – teoria wyboru portfela Markowitza, CAPM, ATP,
- Rozdział 9 - koszt kapitału i stopa dyskonta przy wycenie projektów inwestycyjnych,
- Rozdział 12.2 – miara EVA.

11. *“Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools”, revised edition - A. McNeil, R.*

*Frey, P. Embrecht, Princeton, 2015:*

- Rozdział 1.3 – reżymy Solvency 2 i Basel 2,
- Rozdziały 1.4-1.5 - system zarządzania ryzykiem przedsiębiorstw,
- Rozdział 2.1 - bilans i metody wyceny pozycji w bilansie,
- Rozdział 2.2 - definicja straty w modelach wewnętrznych kapitału ekonomicznego,
- Rozdział 2.3 - miary ryzyka (m.in. VaR, TailVaR, ES, miary koherentne),
- Rozdziały 6.1-6.3, 7 – miary zależności i modele zależności w modelach wewnętrznych kapitału ekonomicznego (m.in. wsp. korelacji Pearsona, Spearmana, Kendalla, w ogonie,

rozkład normalny, rozkład eliptyczny/mieszanka rozkładów normalnych, kopule Gaussa, tStudenta, archimedesowe),

- Rozdziały 6.4.1-6.4.5 - modele czynnikowe,
- Rozdziały 8.3.2-8.3.3 - własności miar ryzyka dla rozkładów eliptycznych,
- Rozdziały 8.4.1-8.4.3 - metody agregacji w kontekście wyznaczania kapitału ekonomicznego,
- Rozdział 8.5 – zarządzanie kapitałem i alokacja kapitału.

12. “EVA/RAROC vs. MCEV Earnings: A Unification Approach”, C. Kraus, The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice 38, s. 113–136, 2013, artykuł dostępny na <https://www.jstor.org/stable/41953216?seq=1>:

- Miary EVA, RAROC, MCEV.

13. “Actuarial Aspects of ERM for Insurance Companies”, 2016, dokument dostępny na [https://www.actuaries.org/iaa/IAA/Publications/Papers/Enterprise\\_Risk\\_Management/IAA/Publications/Enterprise\\_Risk\\_Management.aspx?hkey=c380bce7-8c18-431d-96d9-bffb9dd1abfc](https://www.actuaries.org/iaa/IAA/Publications/Papers/Enterprise_Risk_Management/IAA/Publications/Enterprise_Risk_Management.aspx?hkey=c380bce7-8c18-431d-96d9-bffb9dd1abfc)

- Rozdział 3.5.6 – testy stresu w procesie kwantyfikacji ryzyka.

14. “Reinsurance: Actuarial and Statistical Aspects” - H. Albrecher, J. Beirlant, J. Teugels, Wiley, 2017:

- Rozdziały 1-2 - rodzaje umów reasekuracyjnych, • Rozdziały 7.3-7.6 – wycena umów reasekuracyjnych.

## **9. Prawo ubezpieczeniowe**

1. Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964 r. – Kodeks cywilny - ks. III tyt. I i tyt. XXVII (Dz.U. z 2022 r. poz. 1360, z późn. zm.),
2. Ustawa z dnia 21 lipca 2006r. o nadzorze nad rynkiem finansowym (Dz.U. z 2022r. poz. 660, z późn. zm. ) - rozdz. 1 – 2a i rozdz. 3a w zakresie przepisów odnoszących się do zadań Komisji Nadzoru Finansowego dotyczących nadzoru nad działalnością zakładów ubezpieczeń i zakładów reasekuracji, o której mowa w ustawie. Zakres egzaminu nie obejmuje art. 7 (w odniesieniu do organu powołującego Przewodniczącego KNF), art. 8, art. 9 zdanie 1 i art. 14,
3. Ustawa z dnia 11 września 2015r. o działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej ( Dz. U. z 2022 r. poz. 2283, z późn. zm.),
4. Ustawa z dnia 22 maja 2003 r. o nadzorze ubezpieczeniowym i emerytalnym(tj. Dz.U. z 2019 r. poz. 207) w zakresie przepisów dotyczących nadzoru nad działalnością zakładów ubezpieczeń, zakładów reasekuracji i pośredników ubezpieczeniowych, o której mowa w ustawie,
5. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2005 r. o nadzorze uzupełniającym nad instytucjami kredytowymi, zakładami ubezpieczeń, zakładami reasekuracji i firmami inwestycyjnymi wchodzącymi w skład konglomeratu finansowego (tj. Dz.U. z 2020 r. poz. 1413),
6. Ustawa z dnia 5 sierpnia 2015r. o rozpatrywaniu reklamacji przez podmioty rynku finansowego, o Rzeczniku Finansowym i o Funduszu Edukacji Finansowej (tj. Dz.U. z 2022r. poz. 187, z późn. zm) – rozdz.1-4 , zakres egzaminu nie obejmuje art.11-12,14-15, 19a, 21-22 i 34,

7. Ustawa z dnia 22 maja 2003r. o ubezpieczeniach obowiązkowych, Ubezpieczeniowym Funduszu Gwarancyjnym i Polskim Biurze Ubezpieczycieli Komunikacyjnych (Dz.U. z 2022 r. poz.2277 i 2640),
8. Ustawa z dnia 15 grudnia 2017r. o dystrybucji ubezpieczeń (Dz.U. z 2022 r. poz. 905 i 2640),
9. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o gwarantowanych przez Skarb Państwa ubezpieczeniach eksportowych - (tj. Dz.U. z 2020r. poz. 1135)- rozdz. 1, rozdz. 2: art. 5, art. 10, art. 14, art. 15,
10. Ustawa z dnia 28 sierpnia 1997 r. o organizacji i funkcjonowaniu funduszy emerytalnych - rozdz. 10(a) (Dz.U. z 2022 r. poz.2342 i 2640),
11. Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o indywidualnych kontach emerytalnych oraz indywidualnych kontach zabezpieczenia emerytalnego - rozdz. 5 (tj. Dz.U. z 2022 r. poz. 1792),
12. Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o pracowniczych programach emerytalnych ( Dz.U. z 2021 r. poz. 2139 i z 2022 r. poz. 904) w zakresie przepisów odnoszących się do pracowniczych programów kapitałowych prowadzonych w formie umowy grupowego ubezpieczenia na życie pracowników z zakładem ubezpieczeń,
13. Ustawa z dnia 4 października 2018 r. o pracowniczych planach kapitałowych (Dz. U . z 2023 r. poz. 46) w zakresie przepisów dotyczących pracowniczych planów kapitałowych prowadzonych przez zakłady ubezpieczeń,
14. Ustawa z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (Dz.U. z 2022r. poz. 2647, z późn. zm.) w zakresie przepisów dotyczących opodatkowania składek i świadczeń ubezpieczeniowych,
15. Ustawa z dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych (tj. Dz.U. z 2022r. poz. 2587, z późn. zm.) w zakresie przepisów dotyczących opodatkowania zakładów ubezpieczeń i zakładów reasekuracji,
16. Ustawa z dnia 15 stycznia 2016 r. o podatku od niektórych instytucji finansowych (Dz.U. z 2022 r. poz. 1685 i 2745) w zakresie przepisów dotyczących opodatkowania podatkiem, o którym mowa w ustawie zakładów ubezpieczeń i zakładów reasekuracji,
17. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/138/WE z dnia 25 listopada 2009r. w sprawie podejmowania i prowadzenia działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej (Wypłatalność II) (Dz. Urz. UE L 335 z 17.12.2009, str. 1, z późn. zm.),
18. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1286/2014 z dnia 26 listopada 2014 r. w sprawie dokumentów zawierających kluczowe informacje, dotyczących detalicznych produktów zbiorowego inwestowania i ubezpieczeniowych produktów inwestycyjnych (PRIIP) (Dz. Urz. UE L. 352 z 09.12.2014, str. 1, z późn. zm.) w zakresie przepisów odnoszących się do ubezpieczeniowych produktów inwestycyjnych,
19. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2015/35 z dnia 10 października 2014r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/138/WE w sprawie podejmowania i prowadzenia działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej (Wypłatalność II) (Dz. Urz. UE L 12 z 17.01.2015, str. 1, z późn. zm.) - tyt. I rozdz. IX „System zarządzania” oraz tyt. I rozdz. XI „Przedłużenie okresu naprawczego”,

20. P. Wajda, M. Szczepańska (red.), Ustawa o działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej. Komentarz, Wolters Kluwer, Warszawa 2017,
21. J. Pokrzywniak (red.), Nowe zasady dystrybucji ubezpieczeń, Wolters Kluwer, Warszawa 2018,
22. Rekomendacje i wytyczne Komisji Nadzoru Finansowego:
  - a) Rekomendacje dotyczące procesu ustalania i wypłaty zadośćuczynienia z tytułu szkody niemajątkowej z umów ubezpieczenia OC posiadaczy pojazdów mechanicznych, Warszawa, czerwiec 2016 r.,
  - b) Rekomendacje dla zakładów ubezpieczeń dotyczące badania adekwatności produktu, Warszawa, 22 marca 2016 r.,
  - c) Rekomendacje dla zakładów ubezpieczeń dotyczące systemu zarządzania produktem, Warszawa, 22 marca 2016 r.,
  - d) Wytyczne dla zakładów ubezpieczeń dotyczące dystrybucji ubezpieczeń, Warszawa, 24 czerwca 2014 r.,
  - e) Wytyczne dotyczące reasekuracji biernej/retrocesji, Warszawa, 2014 r.,
  - f) Wytyczne dotyczące likwidacji szkód z ubezpieczeń komunikacyjnych, Warszawa, 16 grudnia 2014 r., g) Zasady Ładu Korporacyjnego dla Instytucji Nadzorowanych, Dokument przyjęty uchwałą KNF z dnia 22 lipca 2014 r.,
23. Wytyczne dotyczące procesu nadzoru, EIOPA-BoS-14/179 PL,
24. Wytyczne w sprawie przedłużenia okresu naprawczego w wyjątkowych niekorzystnych sytuacjach, EIOPA-BoS-15/108 PL,
25. Kodeks etyki Polskiego Stowarzyszenia Aktuariuszy.