

# Literatura do egzaminu aktuarialnego

Data publikacji: 23.11.2023 (uaktualnienie metryczek do aktów prawnych, zamiana wytycznych KNF dot. likwidacji szkód z ubezpieczeń komunikacyjnych z 2014 r. na rekomendacje dot. likwidacji szkód z ubezpieczeń komunikacyjnych z 2022 r., zamiana MSSF 4 na MSSF 17)

Pierwotna data publikacji: 03.06.2022

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, swapcje);
  - 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, swapcje, 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, swapcje, 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 (Wyłącalność 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 17: Cel, Zakres oraz Definicje terminów (Załącznik A), 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 Aktuariuszy – 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 sklejane 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 zmieniać 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 zmieniać 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 ognie, 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 wariancji.

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

- Rozdział 19 – metody symulacji i metody redukcji wariancji.

### **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 (Wyłączalność 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 wypłacalności, 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 (Wyłączalność 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 wypłacalności, moduły ryzyka aktuarialnego, moduł ryzyka aktuarialnego w ubezpieczeniach innych niż ubezpieczenia na życie, moduł ryzyka aktuarialnego 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 podatku dochodowego 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 2023 r. poz. 1610, z późn. zm.),
2. Ustawa z dnia 21 lipca 2006 r. o nadzorze nad rynkiem finansowym (Dz. U. z 2023 r. poz. 753, 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 2015 r. o działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej (Dz. U. z 2023 r. poz. 656, z późn. zm.),
4. Ustawa z dnia 22 maja 2003 r. o nadzorze ubezpieczeniowym i emerytalnym (Dz. U. z 2019 r. poz. 207, z późn. zm.) 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 (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 (Dz. U. z 2023 r. poz. 1809, 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 2003 r. o ubezpieczeniach obowiązkowych, Ubezpieczeniowym Funduszu Gwarancyjnym i Polskim Biurze Ubezpieczycieli Komunikacyjnych (Dz.U. z 2022 r. poz. 2277, z późn. zm.),
8. Ustawa z dnia 15 grudnia 2017 r. o dystrybucji ubezpieczeń (Dz. U. z 2023 r. poz. 1111 i 1723),
9. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o gwarantowanych przez Skarb Państwa ubezpieczeniach eksportowych - (tj. Dz.U. z 2020 r. 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 2023 r. poz. 930 i 1941),
11. Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o indywidualnych kontach emerytalnych oraz indywidualnych kontach zabezpieczenia emerytalnego - rozdz. 5 (Dz.U. z 2022 r. poz. 1792, z późn. zm.),
12. Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o pracowniczych programach emerytalnych (Dz. U. z 2023 r. poz. 710 i 1941) 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, z późn. zm.) 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 2022 r. 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 2022 r. 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 2023 r. poz. 623) 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 2009 r. w sprawie podejmowania i prowadzenia działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej (Wyłącalność 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 2014 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/138/WE w sprawie podejmowania i prowadzenia działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej (Wyłącalność 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) Rekomendacje dotyczące likwidacji szkód z ubezpieczeń komunikacyjnych, Warszawa, lipiec 2022 r.,

e) Wytyczne dla zakładów ubezpieczeń dotyczące dystrybucji ubezpieczeń, Warszawa, 24 czerwca 2014 r.,

e) Wytyczne dotyczące reasekuracji biernej/retrocesji, Warszawa, 2014 r.,

f) 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.