



Modelowanie ryzyka kredytowego i operacyjnego

Informatyka i ekonometria – 6 semestr (dz)

1



Informacje organizacyjne (1)

Warunki uczestnictwa:

- » uczęszczanie na wykłady **nie jest obowiązkowe**, ale jest rekomendowane (slajdy będą udostępniane. Teoria będzie tłumaczona tylko na wykładach!
- » uczęszczanie na ćwiczenia projektowe **jest obowiązkowe** (ew. nieobecność nie zwalnia od nadrobienia materiału we wł. zakresie i nie zwalnia z obowiązku z wystania pracy dom.).

2



Informacje organizacyjne (2)

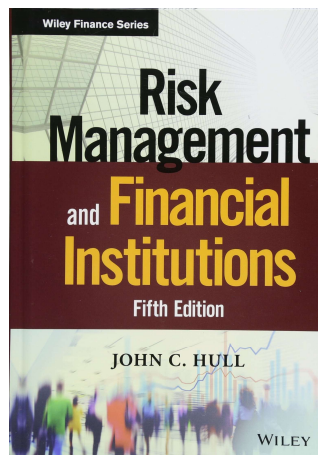
Warunki zaliczenia:

- » Warunki zaliczenia są ustalane z prowadzącym ćwiczenia projektowe.
- » Ocena końcowa = ocena z zaliczenia (ew. średnia z ocen)



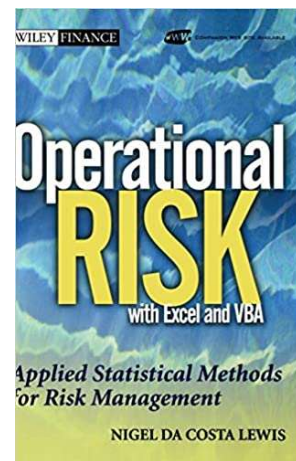
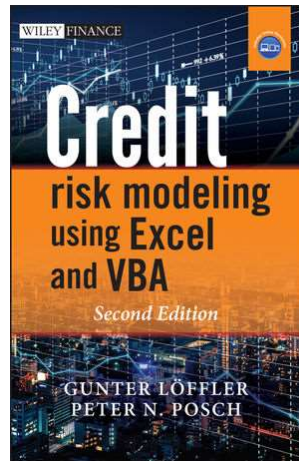
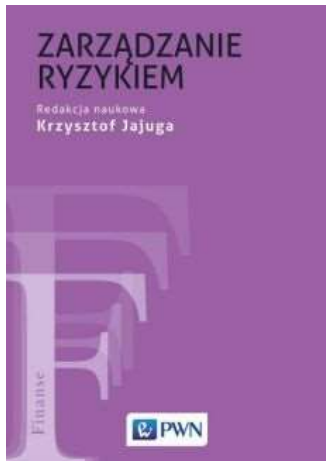
Literatura przedmiotu (1)

Literatura obowiązkowa:





Literatura przedmiotu (2)



5



Plan zajęć (1)

- » **Wprowadzenie i dwa słowa o ryzyku rynkowym**
- » **Pomiar ryzyka kredytowego (podstawowe pojęcia)**
- » **Modele empiryczne ryzyka kredytowego**
 - model Z-score Altmana i inne modele bazujące na LDA
 - modele scoringowe
 - model Credit-Metrics
 - model Mertona i model KMV

6



Plan zajęć (2)



» Modele empiryczne ryzyka kredytowego

- model Credit Risk Plus

» Ryzyko operacyjne

- pojęcie ryzyka operacyjnego
- techniki wyznaczania ryzyka operacyjnego (AMA)

» Podsumowanie



Wprowadzenie (1)



- » **Ryzyko** jest nieodłącznym elementem zarówno w życiu człowieka, jak i dla przedsiębiorstwa, które prowadzi działalność gospodarczą.
- » Praktyka pokazuje, że podmiot gospodarczy stoi przed koniecznością zabezpieczenia się przed czyhającym ryzykiem.
- » Na początek warto zdefiniować pojęcie ryzyka.



Wprowadzenie (2)



Słownik Języka Polskiego podaje dwa określenia, które wyjaśniają pojęcie ryzyka:

- » możliwość niepowodzenia,
- » przedsięwzięcie o nieznanym wyniku.

Jak rozumieć ryzyko?

- » **negatywna koncepcja** (mogę stracić).
- » **neutralna koncepcja** (nie wiem, co się stanie).



Wprowadzenie (3)



- » **Ryzyko** jest określone z wykorzystaniem rachunku prawd. Jest mało scenariuszy rozwoju sytuacji, a każdy z nich ma z góry znany skutek (np. wielkość straty)
- » **Niepewność** to poziom wiary, czy dane zjawisko może wystąpić. Charakteryzuje ją możliwość wystąpienia nieskończonej ilości scenariuszy, a wystąpienie jednego z nich nie musi skutkować znanym z góry skutkiem.



Wprowadzenie (4)



- » **Zarządzanie ryzykiem** to system metod i działań, które prowadzą do osiągnięcia akceptowalnego poziomu ryzyka.
- » Poznanie charakteru i analiza zakresu ryzyka pozwala na wybór w odpowiednim czasie czynności **zapobiegawczych** (np. ubezpieczenie) lub **minimalizujących** jego wpływ i jego skutki.



Wprowadzenie (5)



Zarządzanie ryzykiem obejmuje etapy:

- » **identyfikacja ryzyka,**
- » **pomiar ryzyka,**
- » **sterowanie ryzykiem,**
- » **monitorowanie i kontrolowanie ryzyka**



Wprowadzenie (6)



Ryzyko finansowe i pozafinansowe:

- » Cechą **ryzyka finansowego** jest mierzalność oraz możliwość bezpośredniego uchwycenia jego wpływu na wynik finansowy firmy.
- » Dla **ryzyka pozafinansowego** występują trudności w bezpośrednim uchwyceniu i zmierzeniu jego wpływu na zysk realizowany przez podmiot.



Wprowadzenie (7)



Rodzaje ryzyka finansowego:

- » **ryzyko rynkowe,**
- » **ryzyko kredytowe,**
- » **ryzyko operacyjne,**
- » ryzyko płynności,
- » ryzyko prawne i inne.



Rodzaje ryzyka (1)



» **Ryzyko kredytowe** wynika z możliwości złamania umowy kredytowej przez jedną ze stron.

W szczególności można mówić o ryzyku:

- **niedotrzymania warunków** (*default risk*),
- **wiarygodności kredytowej** (*creditworthiness risk*).



Rodzaje ryzyka (2)



Ryzyko operacyjne wynika z nieprawidłowych i niewłaściwie działających procedur wewnętrznych.

Obszary występowania ryzyka operacyjnego to m.in.:

- oszustwo wewnętrzne lub zewnętrzne,
- BHP i relacje z pracownikami,
- klienci, produkty, relacje biznesowe,
- zniszczenie fizycznych aktywów.



Modele ryzyka kredytowego (1)



- » Modelując ryzyko kredytowe, chcę oszacować:
- **prawdopodobieństwo niedotrzymania** (PD), teoria przybliża różne sposoby wyznaczania tej wielkości;
 - **straty w wypadku niedotrzymania** (LGD), z reguły szacuje się na podstawie historycznych stóp odzysku;
 - **korelacja niedotrzymania**, w praktyce kredyty dzieli się klasy i dla danych historycznych liczy się korelację.



Modele ryzyka kredytowego (2)



- » Modele ryzyka kredytowego powstają od lat 60. XX wieku.
- » Wyróżnia się trzy ogólne typy modeli:
- **modele strukturalne,**
 - **modele empiryczne,**
 - **modele zredukowane.**



Modele empiryczne



- » **Modele empiryczne** są historycznie najstarsze, a pionierem podejścia był Altman (1968). Model przez niego zbudowany doczekał się wielu modyfikacji (powiemy o nich).
- » Celem tych modeli jest wyznaczenie pr. niewypłacalności.
- » Do tej klasy modeli zalicza się również **modele scoringowe**, które są szeroko stosowane w analizie kredytowej klientów indywidualnych.



Modele strukturalne



- » **Modele strukturalne** mają zastosowanie w przypadku firm oraz instytucji finansowych.
- » Biorą pod uwagę ekonomiczną strukturę przedsiębiorstwa, a wyznaczanie prawdopodobieństwa bankructwa następuje przez analizę pasywów i aktywów danej firmy.
- » **Idea** jest prosta: szanse bankructwa rosną, gdy wartość aktywów netto (tj. aktywa – zobowiązania) zbliża się do zera.



Modele zredukowane



- » **Modele zredukowane** mają zastosowanie dla dowolnych podmiotów, a w ramach analizy wyznacza się prawd. niedotrzymania warunków dla całego portfela kredytów.
- » Przykładem takiego podejścia jest np. model Credit Risk Plus.



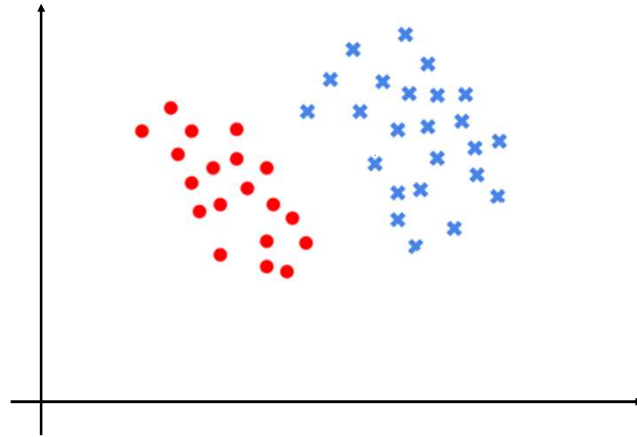
Modele empiryczne (1)



- » Narzędziem ilościowym, które jest wykorzystywane w budowaniu modeli prognozowania upadłości firm jest **analiza dyskryminacyjna**.
- » Służy ona do możliwie najlepszego podziału obiektów (w tym przypadku firm) na kilka rozłącznych grup pod względem wartości zmiennej objaśnianej (np. „brak”, „małe” oraz „wysokie” ryzyko upadłości).



Modele empiryczne (2)

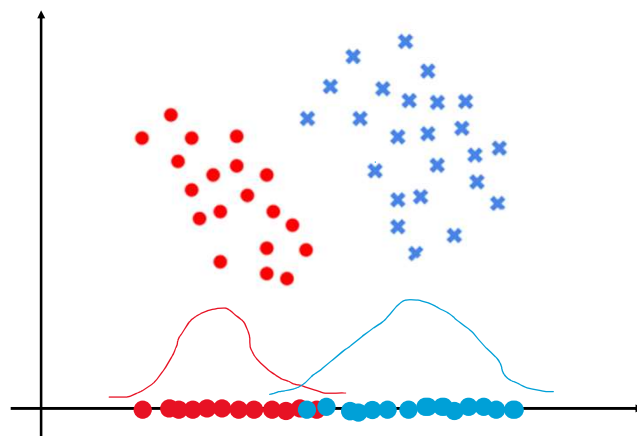


www.agh.edu.pl

23



Modele empiryczne (2)

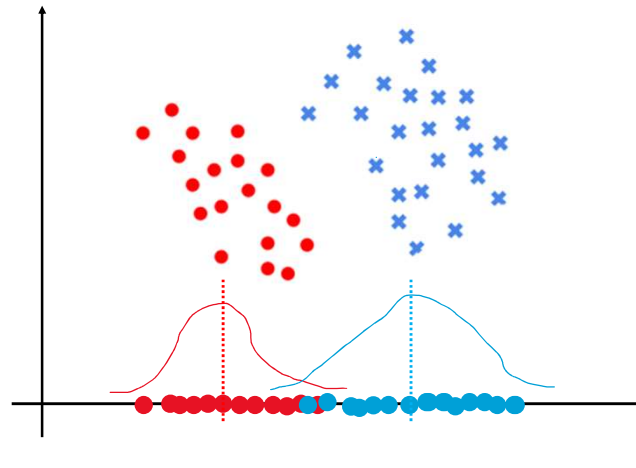


www.agh.edu.pl

24



Modele empiryczne (2)

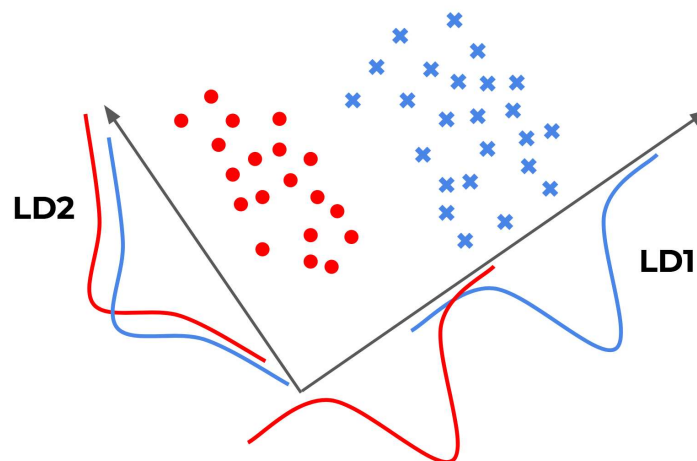


www.agh.edu.pl

25



Modele empiryczne (2)

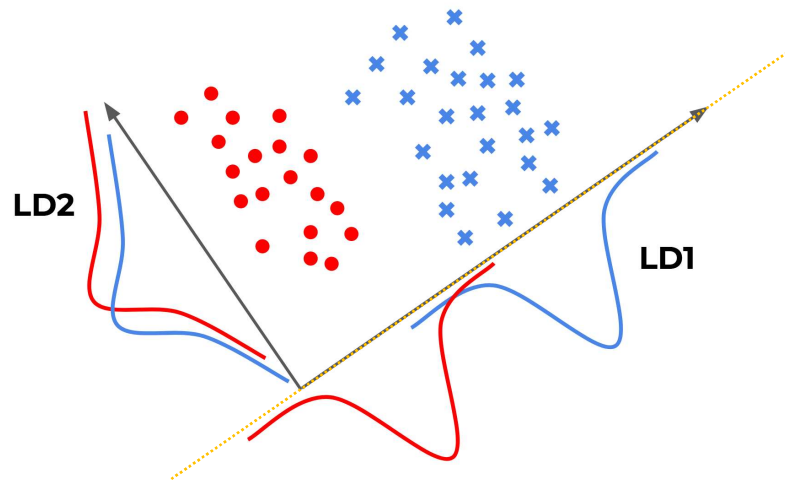


www.agh.edu.pl

26



Modele empiryczne (2)

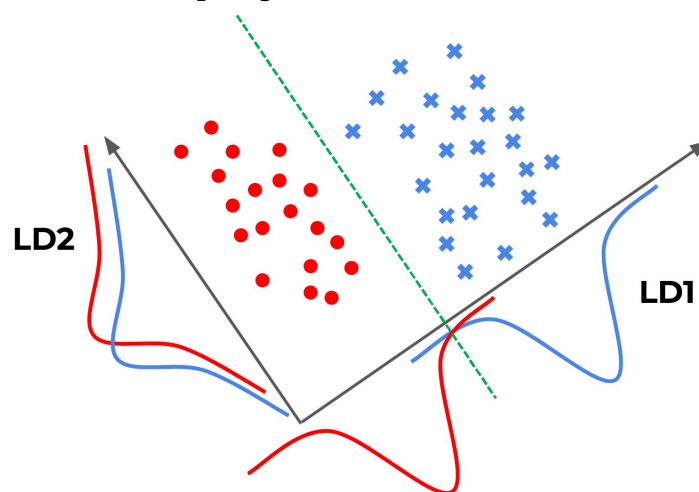


www.agh.edu.pl

27



Modele empiryczne (2)

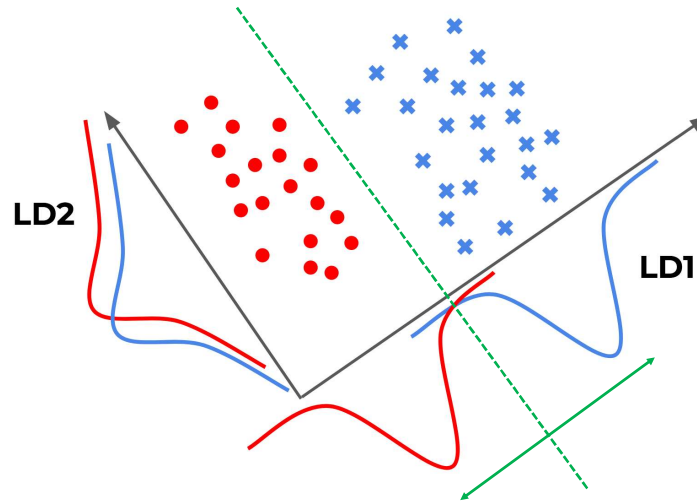


www.agh.edu.pl

28



Modele empiryczne (2)



www.agh.edu.pl

29



Model Altmana (1)

- » Zaczniemy od oryginalnego **modelu Altmana**, który należy do najbardziej znanych modeli prognozowania upadłości.
- » Został on zbudowany w 1968 roku na próbie 66 firm z USA działających w latach 1946-1965.
- » Próba została podzielona na dwie grupy: bankrutów i tych przedsiębiorstw które działały na rynku (kryterium uznania firmy za upadłą było ogłoszenie jej bankructwa przez sąd).

www.agh.edu.pl

30

30



Model Altmana (2)

» Jako zmienne objaśniające sytuację finansową firmy, Altman rozważał 22 różnych wskaźników finansowych. Ostatecznie w modelu użył pięciu najlepiej pomagających rozstrzygnąć prawdopodobieństwo bankructwa:

- X_1 aktywa obrotowe / aktywa ogółem,
- X_2 zysk zatrzymany / aktywa ogółem,
- X_3 zysk przed spłatą odsetek i podatkiem / aktywa ogółem,
- X_4 wartość rynkowa kapitału akcyjnego / wartość księgowa zadłużenia,
- X_5 przychody ze sprzedaży / aktywa ogółem



Model Altmana (3)

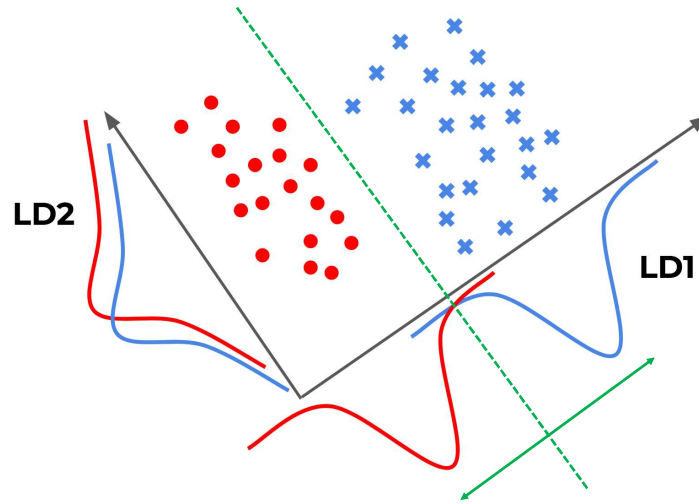
» Równanie modelu ma postać:

$$Z = 1.2 X_1 + 1.4 X_2 + 3.3 X_3 + 0.6 X_4 + 0.99 X_5$$

» Odsetek poprawnych oszacowań wyniósł 95.5%. Błąd pierwszego rodzaju wyniósł 6.1%, a błąd II rodzaju był jeszcze niższy i wyniósł 3%.



Model Altmana (3.5)



www.agh.edu.pl

33



Model Altmana (4)

» Interpretacja wyników modelu Altmana:

- $Z > 3.0$ bankructwo mało prawdopodobne,
- $1.8 < Z < 3.0$ szara strefa,
- $Z < 1.8$ bankructwo.

www.agh.edu.pl

34

34



Model Altmana (5)



- » Podsumowując, model Altmana jest zastosowaniem modelu analizy dyskryminacyjnej.
- » Autor, bazując na pewnym zbiorze treningowym, wyznaczył odpowiednią postać modelu. W efekcie – przy założeniu, że będziemy brali firmę o podobnej charakterystyce – możemy model stosować dla dowolnej firmy i na jej podstawie ocenić, czy będzie ona wiarygodnym kredytobiorcą.



Model Altmana (6)



- » Jest kilka czynników, które powodują, że model Z-score nie jest idealny. Są to m.in.:
 - **model jest liniowy**, a droga do bankructwa niekoniecznie musi taka być.
 - **model operuje na danych księgowych** (dane są dostępne w pewnych odstępach czasowych, np. kwartalne).
 - **model jest prosty** i bazuje na niewielkiej liczbie inf.



Model Fulmera (1)



- » Krokową analizę dyskryminacyjną wykorzystuje model opracowany w 1984 roku przez J.G. Fulmera.
- » W badaniach wykorzystał próbę 60 amerykańskich firm (ostatecznie połowa z nich zbankrutowała) o przeciętnej wielkości aktywów wynoszącej 455 tys. USD.
- » Analizowano tylko sprawozdania finansowe z dwóch lat przed upadkiem firmy.



Model Fulmera (2)



Zmienne użyte w modelu Fulmera

- » X_1 zysk zatrzymany/ aktywa ogółem,
- » X_2 przychody ogółem/ aktywa ogółem,
- » X_3 zysk brutto/ kapitały własne,
- » X_4 przepływy pieniężne/zobowiązania ogółem,



Model Fulmera (3)



Zmienne użyte w modelu Fulmera (cd)

- » **X₅** zobowiązania ogółem/ aktywa ogółem,
- » **X₆** zobowiązania bieżące/ aktywa ogółem,
- » **X₇** log(aktywa rzeczowe),
- » **X₈** kapitał obrotowy/ zobowiązania ogółem,
- » **X₉** log(zysk przed podatkiem i ods./odsetki).



Model Fulmera (3)



- » Równanie w modelu Fulmera ma postać:

$$Z = 5.528 X_1 + 0.212 X_2 + 0.07 X_3 + 1.27 X_4 - 0.12 X_5 \\ + 2.335 X_6 + 0.575 X_7 + 10.83 X_8 + 0.894 X_9 - 6.075$$

- » Wartość krytyczna w tym modelu to 0 co oznacza, że firmy, dla których **Z < 0** są klasyfikowane jako wysoce zagrożone bankructwem.
- » Model Fulmera poprawnie sklasyfikował aż **98%** przypadków na rok przed upadkiem oraz **81%** na dwa lata przed upadłością.



Model Springate'a (1)



- » Model Springate'a stworzony został w 1978 roku na potrzeby przedsiębiorstw kanadyjskich.
- » Na próbie 40 firm, stosując krokową analizę dyskryminacyjną, autor z 19 wstępnie wyselekcjonowanych wskaźników wybrał cztery, które w jego opinii najlepiej pasowały do modelu.
- » Ogólna sprawność modelu została oceniona na 92.5%.



Model Springate'a (2)



- » Model ma postać:

$$Z = 1.03 X_1 + 3.07 X_2 + 0.66 X_3 + 0.4 X_4$$

- X_1 kapitał pracujący / aktywa ogółem,
- X_2 zysk przed spłatą odsetek i podatkiem / aktywa ogółem,
- X_3 wynik brutto / zobowiązania krótkoterm,
- X_4 przychody ze sprzedaży / aktywa ogółem.
- » Próg graniczny w modelu Springate'a to 0.862.
- » Dla **$Z > 0.862$ firma nie jest zagrożona upadłością.**



Modele na polskim rynku



- » Są też modele opierające się na analizie dyskryminacyjnej, które stosowano dla polskiego rynku. Są to m.in.:
 - model Hadasik,
 - model Prusaka,
 - model „poznański”,
 - model „PAN”.
- » Różnią się one zmiennymi, czasem badania oraz jakością.