

Matematyka finansowa z perspektywy praktyka

Włodzimierz Waluś

LV Szkoła Matematyki Poglądowej

Wola Ducka

30 stycznia 2017

O czym będę mówił

- Czy jest miejsce dla matematyków w banku?
- Co może robić matematyk w banku?
- Jakie działy matematyki są przydatne w praktyce bankowej?
- Główne dziedziny funkcjonalne banku w których matematyka, w szczególności matematyka finansowa, jest praktycznie wykorzystywana.
- Jakie dodatkowe umiejętności powinien posiadać matematyk pracujący w banku?

Czy jest miejsce dla matematyków w banku?

- **Tak**
- Matematycy zwykle są cenionymi pracownikami, bo
 - Posiadają wiedzę i umiejętności pożądane w wielu obszarach banku.
 - Mają naturalną lub wyuczoną zdolność do abstrahowania, znajdowania istoty analizowanego problemu, co często prowadzi do proponowania optymalnych rozwiązań.
 - Są wyczuleni na niespójności, błędy rozumowania / wypracowywanych rozwiązań.
 - Zwykle szybko się uczą nowych rzeczy.
- **Ale ...**
- zdarza się że matematycy muszą się adoptować do pracy w korporacji (biznesie).

Co mnie *blokowało* w początkowym okresie pracy (w banku)?

- Myślenie „zero-jedynkowe”
- Dosłowne pojmowanie kwantyfikatorów „dla każdego” / „istnieje”.
- Pryncypialne dążenie do perfekcyjnych, doskonałych rozwiązań.
- Zamykanie się na argumenty przy pierwszej napotkanej niespójności, luce w rozumowaniu.
- Zbytnia ostrożność przy podejmowaniu decyzji, często wynikająca ze świadomości luk, słabości podstaw do jej podjęcia.
- Ograniczona skłonność do zawierania kompromisów.
- „Oszczędny” styl komunikacji, zwykle rzeczowy, precyzyjny, ale nie zawsze przemawiający do drugiej strony.

Co może robić matematyk w banku?

- W zasadzie wszystko
- Obszary, w których najczęściej znajdują zatrudnienie matematycy
 - **Front-Office** (dealerzy, quanci, analitycy)
 - **Obszar ryzyka** (modelarze, kontrolerzy i analitycy ryzyka, data stewardzi, analitycy biznesowi systemów i narzędzi IT do pomiaru i wyceny ryzyka oraz merytoryczni administratorzy systemów IT używanych we jednostkach Front-Office)
 - **Walidacja** modeli
 - **Back-Office** (tzw. zaplecze, np. rozliczenia transakcji)
 - **Controlling** Finansowy (analitycy)
 - **Audyt wewnętrzny** banku (w szczególności powinien znać się na tym co robią wyżej wymienione obszary)

Działy matematyki przydatne w praktyce bankowej

- Elementarna arytmetyka (ale to oczywiste 😊)
- Szeroko rozumiana analiza matematyczna
- Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka
- Metody obliczeniowe

i oczywiście

- Matematyka finansowa (która bazuje na powyższych)

Matematyka finansowa w praktyce bankowej

- Przyjmują się te koncepcje, metody matematyki finansowej, które się sprawdzają w biznesie, mają realne przełożenie na biznes, a użytkownik biznesowy rozumie i umie się nimi posługiwać.
- Nawet te, które z perspektywy matematycznych własności lub silnych, często nierealistycznych założeń, można kwestionować.
- Przykłady
 - Formuła Blacka-Scholesa

Wyprowadzona przy założeniach, które są łatwe do podważenia, a mimo to jest powszechnie stosowana w praktyce rynkowej do wyceny opcji (wraz z koncepcją *zmienności implikowanej*)
 - Miara ryzyka Value at Risk (tzw. VaR)

Nie spełnia pewnych racjonalnych ekonomicznych własności (nie jest sub-addytywna), a mimo to jest standardową miarą ryzyka, stosowaną w zarządzaniu ryzykiem. Jest podstawą w kalkulacji kapitału wewnętrznego *metodą zaawansowaną*.

Metody wyceny instrumentów finansowych

Standardowe instrumenty nieopcyjne

- kontrakty wymiany stóp procentowych (FRA, IRS, OIS, CIRS)
- kontrakty terminowe wymiany walut (FX Forward, FX Swap)
- obligacje (rządowe, korporacyjne)

Wycena via

suma zdyskontowanych przepływów finansowych tych kontraktów

Główne wyzwania tej techniki to

- konstrukcja krzywych czynników dyskontowych / stóp procentowych

a zasadniczymi problemami są

- dobór metody interpolacji czynników dyskontowych / stóp procentowych
- dobór dodatkowych parametrów stosowanych w wycenie (np. spread kredytowy)

Metody wyceny instrumentów finansowych

Standardowe instrumenty opcyjne

- opcje walutowe (waniliowe, barierowe, azjatyckie)
- opcje na stopę procentową (capy / floory, swapcje)
- opcje towarowe

Wycena via

formuły typu Blacka-Scholesa

Główne wyzwania tej techniki to

- konstrukcja płaszczyzn zmienności implikowanych

a zasadniczymi problemami są

- dobór metod interpolacji i ekstrapolacji tych zmienności

Metody pomiaru ryzyka

- Muszą być proste, zrozumiałe, ekonomicznie racjonalne.
 - Są specyficzne dla poszczególnych rodzajów ryzyka, w szczególności dla
 - **ryzyka rynkowego** (ryzyko wyceny do wartości godziwej)
 - **ryzyka stopy procentowej** księgi bankowej (ryzyko dochodu odsetkowego, zmiany kapitału)
 - **ryzyka płynności**
 - **ryzyka kredytowego** (w ujęciu indywidualnym, portfelowym), w tym **ryzyka przedrozdliczeniowego** z tytułu zawartych transakcji na instrumentach pochodnych
 - ryzyka operacyjnego
 - ryzyka biznesowego
- i wymagają specyficznych metod (tzw. modeli) matematycznych.

Metody pomiaru ryzyka rynkowego

- Kwantyfikują potencjalną negatywną zmianę wyceny do wartości godziwej (*Fair Value*), która może nastąpić na skutek zmian parametrów rynkowych od których ta wycena zależy.
- Miary wrażliwości
 - **BPV** (Basis Point Value) – zmiana wyceny przy przesunięciu stóp o 1 bp (0.01%)
 - **Delty, gammy, wegi**, etc. dla portfeli opcyjnych
- **Testy warunków skrajnych** – zmiana wyceny przy specyficznych scenariuszach skrajnych zmian parametrów rynkowych
- Miary statystyczne
 - **Value at Risk (VaR)**, w różnych wariantach; **Expected Shortfall (ES)**

Metody pomiaru ryzyka stopy procentowej

- Kwantyfikują potencjalną negatywną zmianę dochodu odsetkowego i/lub kapitału banku, która może nastąpić na skutek zmian stóp procentowych.
- **Luka przeszacowania** stóp procentowych i bazujące na niej
 - **Zmiany dochodu odsetkowego** przy zmianie stóp o np. ± 50 bp, ± 100 bp, ± 200 bp
 - **Earnings at Risk**
- **Testy warunków skrajnych** – uwzględniające nie tylko zmiany stóp, ale również realizację tzw. *opcji klienta* (np. do wcześniejszej spłaty kredytu), materializację ryzyka kredytowego.
- Równolegle należy patrzeć na ryzyko stopy procentowej również z perspektywy **zmiany** tzw. **wartości ekonomicznej** (wartości bieżącej netto) metodami analogicznymi jak dla ryzyka rynkowego.

Metody pomiaru ryzyka stopy procentowej

- Kwantyfikacja tego ryzyka zależy w dużym stopniu od wyników **modelowania**
 - tzw. **osadu na produktach bankowych**, czyli wyznaczenia jaka część wolumenu tych produktów pozostanie w banku w dłuższym horyzoncie czasu – tu stosuje się najczęściej **metody ekonometryczne** (np. ARIMA), lub **modele behawioralne**
 - **ryzyka stopy procentowej produktów bankowych**, które nie mają kontraktowo określonego terminu zapadalności i jednoznacznie przypisanej stopy oprocentowania (np. rachunki oszczędnościowe) lub są nieoprocentowane (np. rachunki bieżące) – tu stosuje się modelowanie tzw. **portfelami replikującymi**
 - **profilu wcześniejszych przedpłat kredytów / wycofywania depozytów**, które byłby w stanie uwzględnić nie tylko aspekt czysto ekonomiczny ale również czynniki behawioralne.

Metody pomiaru ryzyka płynności

- Bilansują wpływy pieniężne z wypływami pieniężnymi banku w przypadku wystąpienia sytuacji stresowej (wewnętrznej banku lub zewnętrznej, czyli w otoczeniu rynkowym).
- **Urealniona luka płynności** (miara wewnętrzna)
- **Krajowe miary regulacyjne**
 - **M1, M2** (płynności krótkoterminowej)
 - **M3, M4** (płynności długoterminowej)
- **Europejskie miary regulacyjne**
 - **LCR** (płynności krótkoterminowej)
 - **NSFR** (płynności długoterminowej)

Metody pomiaru ryzyka kredytowego

- Służą do oceny kredytowej kredytobiorców, portfeli kredytów oraz szacunku strat wynikających z niewypłacalności kredytobiorców
 - Systemy scoringowe (oddzielnie: dla klientów detalicznych i dla przedsiębiorstw)
 - Rezerwa portfelowa
 - Współczynniki obrazujące jakość portfeli kredytowych
- Dla **ryzyka przedrozliczeniowego** z tytułu zawartych transakcji pochodnych
 - tzw. **potencjalna przyszła ekspozycja kredytowa** (koszt substytucji transakcji zawartej z klientem w przypadku jego niewypłacalności w trakcie trwania transakcji)
 - jest wyznaczana za pomocą **symulacji MC wycen portfela transakcji** z klientem lub konserwatywnie metodą uproszczoną z użyciem tzw. wag ryzyka

Zintegrowany pomiar ryzyka

- Całościowa ocena ryzyka na jakie bank jest narażony z uwzględnieniem wpływu materializacji ryzyka w jednym obszarze na pozostałe rodzaje ryzyka.
- Potrzebę takich analiz dobitnie uzmysłowił nam kryzys finansowy 2008 roku.
- Głównym narzędziem jest **zintegrowany test warunków skrajnych**.
- Testy tego typu już były przeprowadzane w przez Europejski nadzór skonsolidowany i nadzór krajowy (KNF).
- Opracowanie metodologii przeprowadzania takich testów i wdrożenie ich jako narzędzia do zarządzania bankiem jest jednym z wyzwań dla bankowości.

Walidacja modeli

- Wynik finansowy banków, kwantyfikacja ryzyka, decyzje kredytowe, decyzje inwestycyjne, pomiar adekwatności kapitałowej banków bazują w dużym stopniu na modelach.
- **Rekomendacja W** wydana przez KNF określa wymagania do procesu tworzenia, udokumentowania, implementacji, utrzymywania, weryfikacji działania (backtesting), oraz **walidacji modeli**.
- Szereg modeli wymaga formalnego zatwierdzenia przez nadzory krajowy i europejski, w szczególności modele stosowane w procesie szacowania adekwatności kapitałowej banku.

Walidacja modeli

- Tworzenie modelu, używanie modelu, oraz walidacja modelu muszą być organizacyjnie rozdzielone, a walidacja modeli musi być przeprowadzana niezależnie od twórców modelu i jego użytkowników.
- Walidatorzy muszą posiadać znacznie szerszą wiedzę niż twórcy modelu.
- W szczególności by zwalidować model muszą mieć rozeznanie w zakresie alternatywnych modeli zarówno akademickich jak i stosowanych w praktyce rynkowej.

Duże nowe wyzwania i obszary rozwoju

- Zintegrowane testy warunków skrajnych
- Nowe podejście do wyznaczania wymogów kapitałowych na ryzyko rynkowe w księdze handlowej (tzw. FRTB - *Fundamental Review of the Trading Book*)
- Nowe rozszerzone wymagania dotyczące metod i procesów zarządzania ryzykiem stopy procentowej księgi bankowej (tzw. IRRBB – *Interest Rate Risk in the Banking Book*)
- Big data
- Zarządzanie danymi

Umiejętności pożądane

szczególnie w przypadku matematyków finansowych w banku

- Umiejętności programistyczne na wysokim poziomie
 - Excel (w tym Visual Basic) – absolutna konieczność, minimum!
 - Programowanie w języku wysokiego rzędu - **Python**, C#, Java
 - Języki bazodanowe – SQL
 - Pakiety statystyczne – **R**, SAS
- Umiejętności wizualizacji/prezentacji danych
- Umiejętności trenerskie, zdolność szkolenia użytkowników biznesowych w zakresie modeli matematyki finansowej i ich implementacji w środowisku IT, które powstały z ich udziałem.

Podsumowanie

- Matematyka finansowa ma szerokie spektrum zastosowań w banku, na różnym poziomie zaawansowania.
- Wiedza matematyczna jest niezbędna w wielu dziedzinach bankowości i właściwe jej użycie wymiennie się przyczynia do realizowania przez bank celów biznesowych w kontrolowany, bezpieczny sposób, to znaczy w ramach zaakceptowanego poziomu ryzyka.
- Matematyk może znaleźć dużo satysfakcji, intelektualnych wyzwań pracując w bankowości.
- Matematyka finansowa jest biznesowo weryfikowalnym, namacalnym przykładem stosowania matematyki w praktyce.