
RiskFolio – prognozowanie wyników inwestycyjnych z kwantyfikacją ryzyka

Zaawansowane Programowanie Obiektowe i Funkcyjne
rok akademicki 2025/2026

Adam Bagiński
Aleksandra Dmitruk
Barbara Gawlik

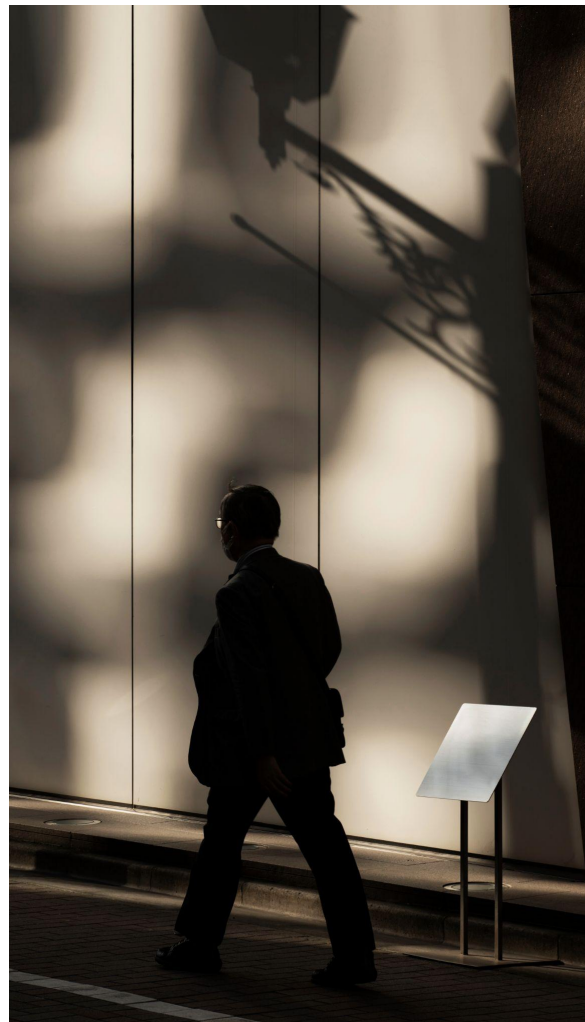
Spis treści

Pomysł i motywacja
Problem biznesowy

Prognozowanie wyników inwestycyjnych
Kwantyfikacja ryzyka

Pipeline
UI / UX
Optymalizacja parametrów GARCH
Elementy naszej implementacji

Podsumowanie



Nie ma na rynku żadnego narzędzia, które jednocześnie pomogłoby początkującym wejść w świat inwestowania, i umożliwiłoby bardziej doświadczonym szybkie testowanie swoich pomysłów. **Takiego, w którym kwantyfikacja ryzyka odgrywa kluczową rolę.**

Rozwiązanie? RiskFolio

Intuicyjna i maksymalnie prosta w obsłudze aplikacja desktopowa służąca do budowania wirtualnego portfela aktywów i symulowania jego przyszłej wartości w oparciu o dane historyczne, metodę Monte Carlo, oraz model GARCH.

Dane historyczne

<https://stooq.pl/>

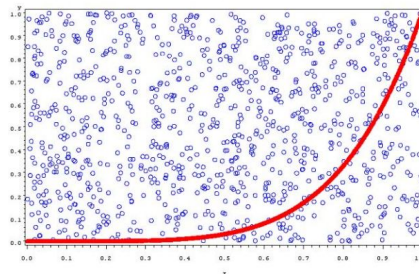
AQ ON OFF		1 - 100 z 3543 Pierwsza Poprzednio Następnie 100 Ostatnia					
Symbol	Nazwa	Kurs	Zmiana	Wolumen	Data		
AJUS	AGILENT TECHNOLOGIES INC	135.0500	-2.58%	-3 5800	1.14m	22.00	★
AAJUS	ALCOA CORP	62.2100	-1.47%	-0 9300	8.4m	22.00	★
AAACJUS	COLUMBIA ETF TRUST I	20.135				22 sty	★
AAMJUS	AA MISSION ACQUISITION CORP	0.1300	+18.18%	+0 0200	185k	21.59	★
AAMJUS	AA MISSION ACQUISITION CORP	10.6600	-0.19%	-0 0200	580	21.51	★
AAMJUS	ACADIAN ASSET MANAGEMENT INC	55.1900	-0.70%	-0 3900	224k	22.00	★
AAPJUS	ADVANCE AUTO PARTS INC	46.7700	+2.14%	+0 9800	1.29m	22.00	★
AAPWJUS	ROUNDHILL AAR WEEKLYPAY ETF	35.6993	+0.22%	+0 0793	14.4k	21.41	★
AATJUS	AMERICAN ASSETS TRUST INC	17.980	-0.72%	-0 130	560k	22.00	★
AALCJUS	ALLIED GOLD CORP	30.4000	-0.98%	-0 3000	827k	22.00	★
ABJUS	ALLIANCEBERNSTEIN HOLDING LP	38.9600	-1.94%	-0 7700	239k	22.00	★
ABBVJUS	ABBVIE INC	219.3000	+0.55%	+1 1900	3.45m	22.00	★
ABEVJUS	AMBEV SA	2.7800	+1.46%	+0 0400	25.4m	22.00	★
ABFLJUS	ABACUS FCF LEADERS ETF	72.4800	-0.36%	-0 2600	11.9k	22.00	★
ABGJUS	ASBURY AUTOMOTIVE GROUP INC	238.040	-4.72%	-11 780	69.7k	22.00	★
ABLDJUS	ABACUS FCF REAL ASSETS LEADERS	31.2600	+0.10%	+0 0300	1.36k	21.23	★
ABLGJUS	ABACUS FCF INT LEADERS ETF	32.1394				21 sty	★
ABLSJUS	ABACUS FCF SMALL CAP LEADERS	20.5618				22 sty	★
ABMJUS	ABM INDUSTRIES INC	45.3700	-2.16%	-1 0000	510k	22.00	★
ABNYJUS	YIELDMAX ABNB OPTION	45.2600	-0.50%	-0 2271	1.16k	21.22	★
ABOTJUS	ABACUS FCF INNOVATION	37.1400	+1.26%	+0 4637	101	21.59	★
ABRJUS	ARBOR REALTY TRUST INC	7.7400	-2.76%	-0 2200	4.11m	22.00	★
ABRDJUS	ARBOR REALTY TRUST	17.4150	+0.14%	+0 0250	18.9k	21.59	★
ABREJUS	ARBOR REALTY TRUST	17.2600	+0.55%	+0 0950	3.68k	21.43	★
ABRFJUS	ARBOR REALTY TRUST	22.5100	+1.40%	+0 3100	7.31k	21.59	★
ABTJUS	ABBOTT LABORATORIES	107.420	-1.10%	-1 190	16.4m	22.00	★
ABXBJUS	ABACUS FCF FLEXIBLE BOND	19.6385				21 sty	★
ACAJUS	ARCOSA INC	113.5000	-2.72%	-3 1700	112k	22.00	★
ACCOJUS	ACCO BRANDS CORP	3.9300	-2.72%	-0 1100	378k	22.00	★
ACEIJUS	INNOVATOR ETFS TRUST	24.4300	+0.25%	+0 0600	29.2k	21.49	★
ACEJUS	ACCEL ENTERTAINMENT INC	11.2900	-1.31%	-0 1500	156k	22.00	★
ACGRJUS	AMERICAN CENTURY LARGE	65.3299	+0.92%	+0 5935	200	17.04	★
ACHJUS	ACCENDRA HEALTH INC	2.1100	0.00%	0 0000	902k	22.00	★
ACHRJUS	ARCHER AVIATION	1.5200	-9.52%	-0 1600	84.4k	21.39	★
ACHRJUS	ARCHER AVIATION INC	8.6100	-4.44%	-0 4000	30.2m	22.00	★
ACLIJUS	ALBERTSONS COS INC	17.0600	-0.70%	-0 1200	5.65m	22.00	★
ACIJUS	ATLAS CREST INVESTMENT CORP II	25.7200	+0.25%	+0 0650	40.4k	21.50	★
ACKJUS	TIDAL TRUST III	20.2100	+0.27%	+0 0550	21.9k	22.00	★
ACLCJUS	AMERICAN CENTURY	78.9600	+0.05%	+0 0413	7.4k	22.00	★

Symulacja Monte Carlo

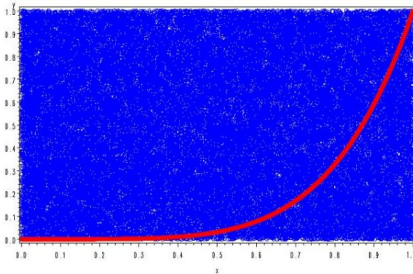
= Losujemy bardzo dużo wartości z pewnego rozkładu, i zobaczymy, co wyjdzie. Nie wyznaczamy rozwiązania analitycznie, bo proces jest zbyt złożony.

$$y = \int_0^1 x^5 dx = \frac{1}{6} x^6 \Big|_0^1 = \frac{1}{6} = 0.16(6)$$

symulacja MC dla 1000 powtórzeń. Calka= 0.162

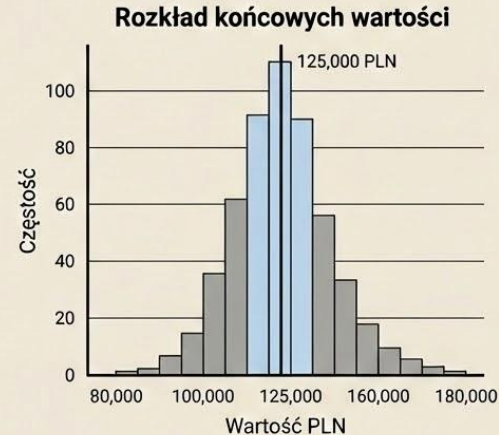
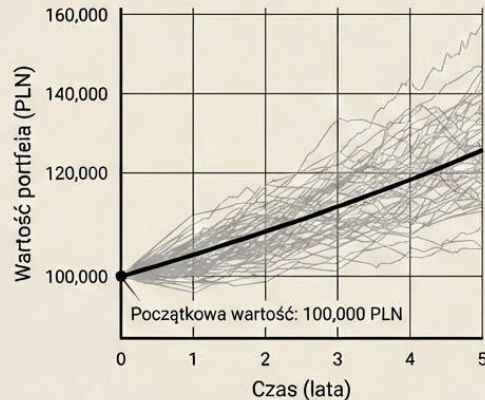


symulacja MC dla 50000 powtórzeń. Calka= 0.16805



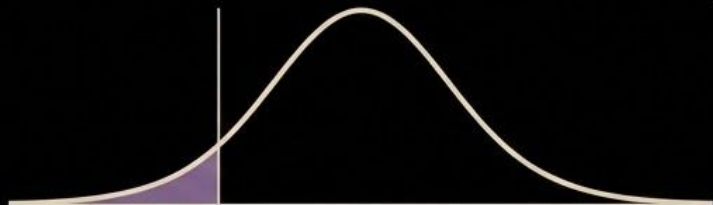
Przewidywanie wyników inwestycyjnych: metoda Monte Carlo

Symulacja przyszłej wartości portfela poprzez wielokrotne losowanie stóp zwrotu w czasie.



Kwantyfikacja ryzyka: VaR, CVaR i model GARCH(p,q)

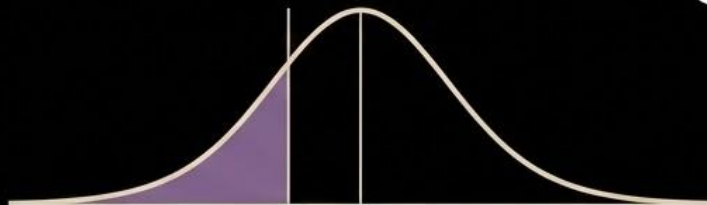
VaR (Value at Risk)



VaR

Maksymalna strata, której nie przekroczymy z określonym prawdopodobieństwem w danym horyzoncie czasowym.

CVaR (Conditional Value at Risk)



CVaR VaR

Średnia wartość strat w przypadku przekroczenia VaR.

Model GARCH(p,q): Symulacja zmienności warunkowej

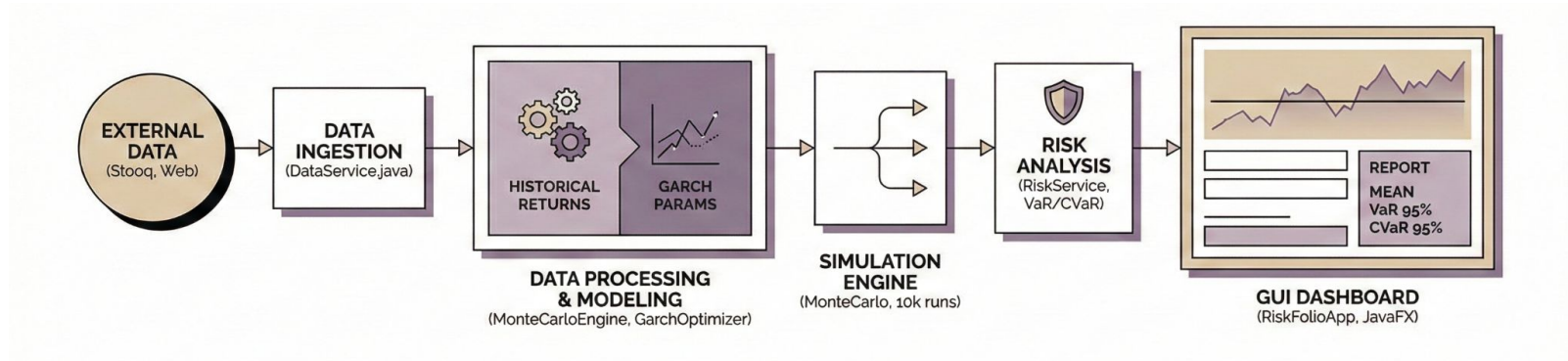
Symulacja GARCH(1,1) (p=1, q=1)

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i * \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j * \sigma_{t-j}^2$$

σ_t^2 : wariancja warunkowa,
t: krok czasowy



PIPELINE



Optymalizacja GARCH

Wprowadzenie
danych (wybór
instrumentów
finansowych)

Obliczenie
pierwszej wariancji
 σ^2 i znalezienie
stopy zwrotu

Optymalizator GARCH

2000 równoległych iteracji

Losowe generowanie α oraz β

Sprawdzenie że $\alpha + \beta < 1$

Obliczenie ω

Obliczanie błędu na bazie
danych historycznych

Aktualizacja najlepszych
parametrów

Silnik symulacji
Monte Carlo

Wynik w GUI

Dodaj aktywa: ?

Twój Portfel: ?

Apple Inc. ✕

Wagi (%): ?

Kapitał (PLN): ?

Czas inwestycji: ? 252 dni



Historia (lata): ?

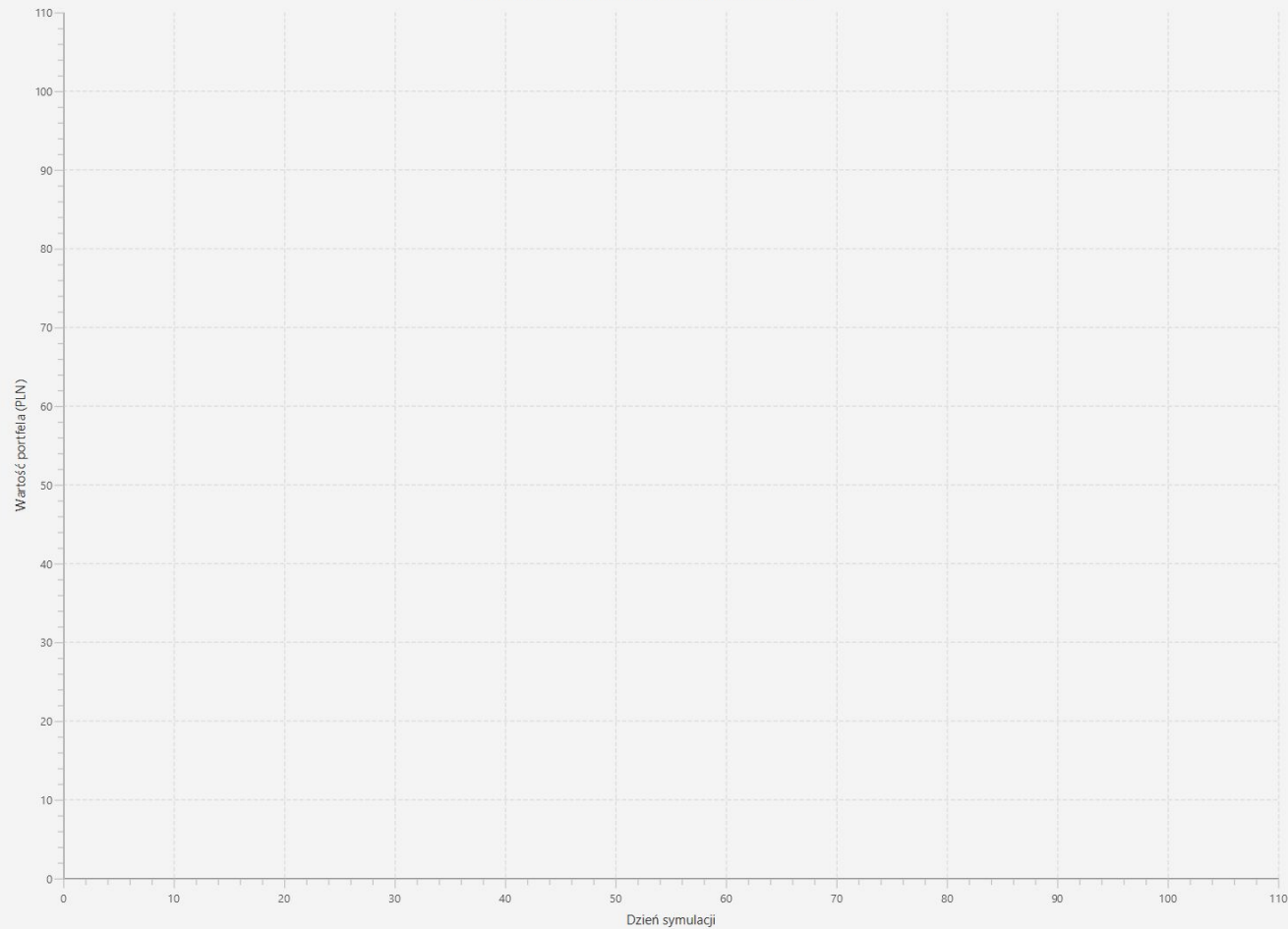
Uzupełnianie danych: ?

☒ Interpoluj (uzupełnij) dane

URUCHOM SYMULACJĘ

Raport Ryzyka: ?

Prognoza dynamiki portfela z Monte Carlo



Dodaj aktywa: ?

np. Apple, Orlen, Nvidia...

Twój Portfel: ?

Apple Inc. ×

Wagi (%): ?

1.00

Kapitał (PLN): ?

100000

Czas inwestycji: ? 252 dni

30 395 760 1095

Historia (lata): ?

5

Uzupełnianie danych: ?

☒ Interpoluj (uzupełnij) dane

URUCHOM SYMULACJĘ

Raport Ryzyka: ?

=== WYNIK PORTFELA INWESTYCYJNEGO ===

Średni wynik: 119702,17 PLN

Maksymalny wynik: 360193,66 PLN

Minimalny wynik: 36635,66 PLN

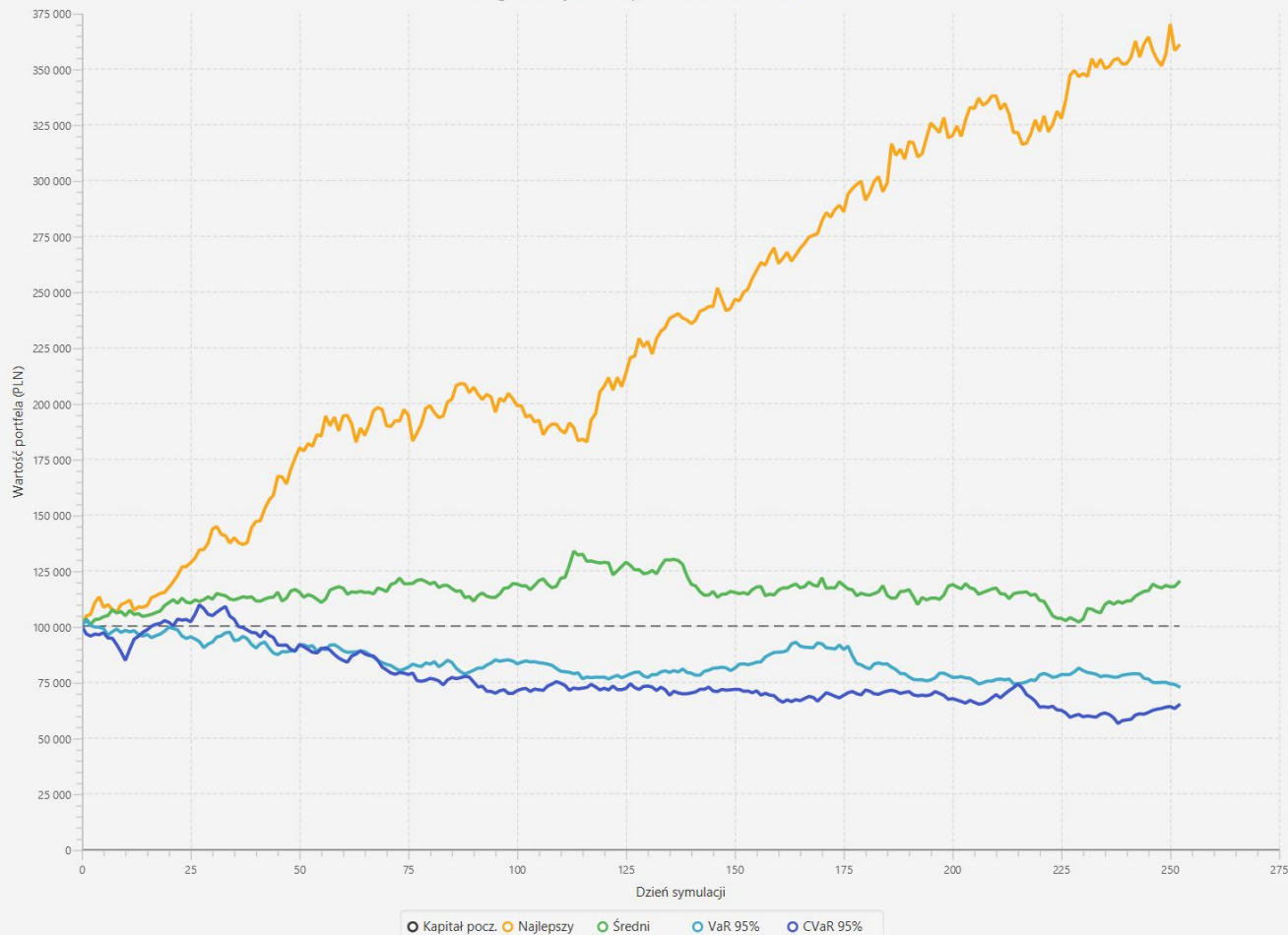
=== KWANTYFIKACJA RYZYKA ===

VaR 95%: 72833,34 PLN

CVaR 95%: 64525,57 PLN

=== PARAMETRY MODELU GARCH ===

Prognoza dynamiki portfela z Monte Carlo



Dodaj aktywa: ?

np. Apple, Orlen, Nvidia...

Twój Portfel: ?

Apple Inc. ×

Wagi (%): ?

1.00

Kapitał (PLN): ?

100000

Czas inwestycji: ? 252 dni



Historia (lata): ?

5

Uzupełnianie danych: ?

☐ Interpoluj (uzupełnij) dane

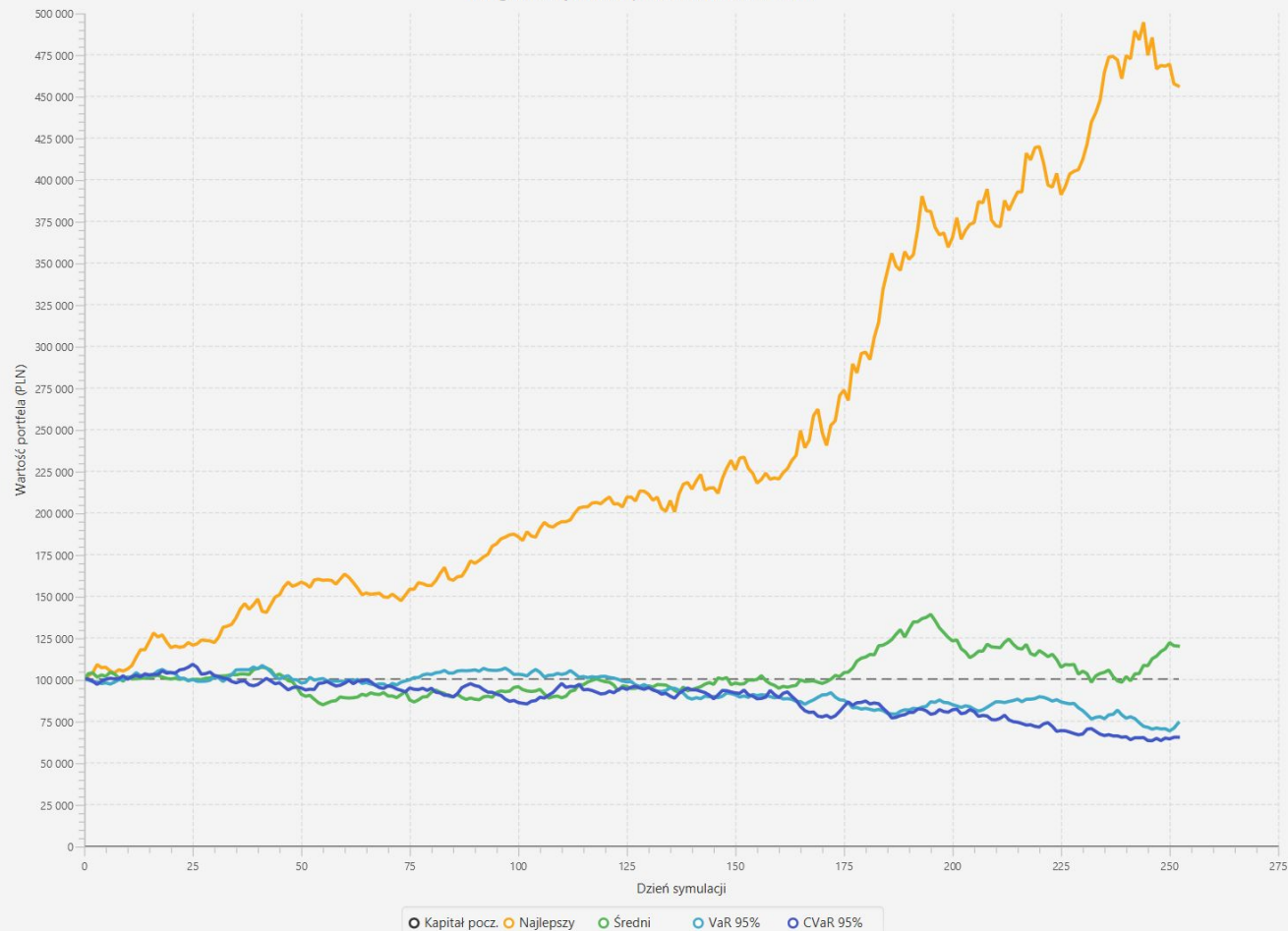
URUCHOM SYMULACJĘ

Raport Ryzyka: ?

```
=== PARAMETRY MODELU GARCH ===
Dla portfela: [AAPL.US]
• Alpha: 0,062594
• Beta: 0,911123
-> Uwaga! Silne trendy zmienności.
• Omega: 0,000008

=== JAKOŚĆ DANYCH ===
Analiza ucięta do 1259 dni (najmłodszy
instrument).
```

Prognoza dynamiki portfela z Monte Carlo



Zrobiliśmy też kilka *całkiem fajnych* rzeczy:

Równoległe obliczenia z
synchronizacją tylko w
krytycznym miejscu

dzięki temu, optymalne parametry
modelu GARCH wyznaczone są w
czasie poniżej 1 sekundy

```
IntStream.range(0, ITERATIONS).parallel().forEach( int i -> {

    Random rand = new Random();

    double alpha = 0.01 + (0.25 * rand.nextDouble());
    double beta = 0.50 + (0.49 * rand.nextDouble());

    if (alpha + beta < 0.999) {

        double omega = variance * (1.0 - alpha - beta);
        double score = calculateErrorScore(returns, alpha, beta, omega, variance);

        synchronized (bestScore) {
            if (score < bestScore[0]) {
                bestScore[0] = score;
                bestParams[0] = new GarchParams(omega, alpha, beta, variance);
            }
        }
    }
});
```

Zrobiliśmy też kilka *całkiem fajnych* rzeczy:

Strumienie z wyłapywaniem wyjątków “w locie”

```
List<Double> prices = new ArrayList<>();
try (BufferedReader br = new BufferedReader(new InputStreamReader(conn.getInputStream()))) {
    prices = br.lines().stream()
        .skip(n: 1)
        .map(String line -> line.split(regex: "\\s+"))
        .filter(String[] values -> values.length >= 5)
        .map(String[] values -> {
            try {
                return Double.parseDouble(values[4]);
            } catch (NumberFormatException e) {
                return null;
            }
        })
        .filter(java.util.Objects::nonNull)
        .collect(Collectors.toList());
}
```

system jest odporny na błędy w danych zewnętrznych – nawet, jeśli coś nie powiedzie się, przetwarzanie danych nie jest przerywane

Zrobiliśmy też kilka *całkiem fajnych* rzeczy:

```
List<List<Double>> paths = Collections.synchronizedList(new ArrayList<>());
final GarchParams finalGarch = garch;

IntStream.range(0, NUM_SIMULATIONS).parallel().forEach( int i -> {
    Random random = new Random();
    List<Double> path = new ArrayList<>( initialCapacity: horizon + 1);

    double price = capital;
    double variance = finalGarch.initialVol();
    path.add(price);

    for (int day = 0; day < horizon; day++) {
        double stdDev = Math.sqrt(variance);
        double shock = stdDev * random.nextGaussian();

        price *= (1 + avgDailyReturn + shock);
        path.add(price);

        variance = finalGarch.omega() + (finalGarch.alpha() * Math.pow(shock, 2)) + (finalGarch.beta() * variance);
    }
    paths.add(path);
});

List<Double> finalValues = paths.stream() .stream<List<...>>
    .map( List<Double> p -> p.get(p.size() - 1)) .stream<Double>
    .toList();

return new SimulationResult(paths, finalValues, infoLog);
```

SynchronizedList zamiast ArrayList

eliminuje błędy wynikające z
równoległego zapisu danych
przez wiele wątków – dzięki
temu 10 000 ścieżek symulacji
Monte Carlo może być
generowanych równolegle bez
ryzyka utraty danych

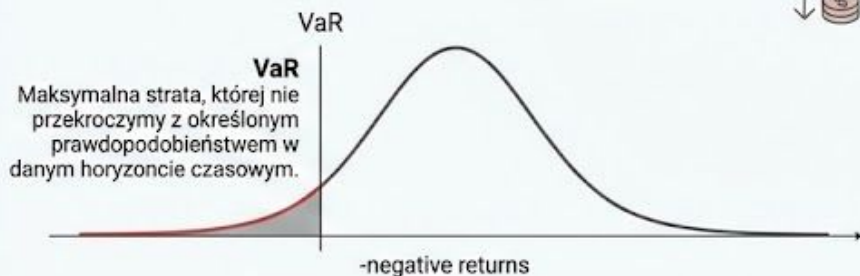
Podsumowując

Stworzyliśmy RiskFolio – intuicyjną w obsłudze i nieskomplikowaną aplikację desktopową, która umożliwia zarówno amatorom, jak i ekspertom prognozowanie wyników inwestycyjnych z precyzyjną kwantyfikacją ryzyka. W naszych prognozach wykorzystujemy model GARCH(1,1), którego najbardziej optymalne parametry znajdujemy indywidualnie dla każdej inicjalizacji programu, i robimy to poniżej 1 sekundy. Do prognozy wyniku inwestycji wykorzystujemy metodę Monte Carlo, a do implementacji wszystkich naszych metod i funkcjonalności wykorzystaliśmy Javę.

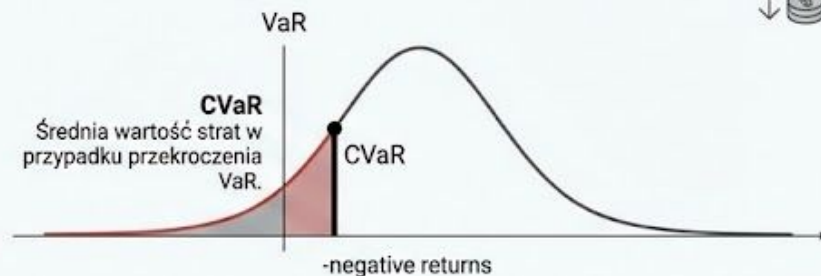
Kwantyfikacja ryzyka: VaR, CVaR i model GARCH(p,q)

Szczegółowe spojrzenie na model GARCH(p,q) i jego implementację w symulacji.

VaR



CVaR



Model GARCH(p,q): Symulacja zmienności warunkowej

Ogólny model GARCH(p,q)

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i * \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j * \sigma_{t-j}^2$$

σ^2 : wariancja warunkowa, t: krok czasowy.

Symulacja GARCH(1,1) (p=1, q=1)

Dla każdego kroku czasowego t (pętla symulacyjna):

Stan początkowy (t=0):
 P_0, σ_0^2

Obliczenie odchylenia standardowego:
 $\sigma_t = \sqrt{\sigma_t^2}$

Generowanie szoku losowego:
 $\varepsilon_t = \sigma_t * z_t$, gdzie $z_t \sim N(0, 1)$

Aktualizacja wariancji (GARCH(1,1)):
 $\sigma_{t+1}^2 = \omega + \alpha_1 * \varepsilon_t^2 + \beta_1 * \sigma_t^2$

Aktualizacja ceny:
 $P_t = P_{t-1} * (1 + \mu + \varepsilon_t)$

Wynik:
Ścieżka cen $\{P_0, P_1, \dots, P_T\}$