

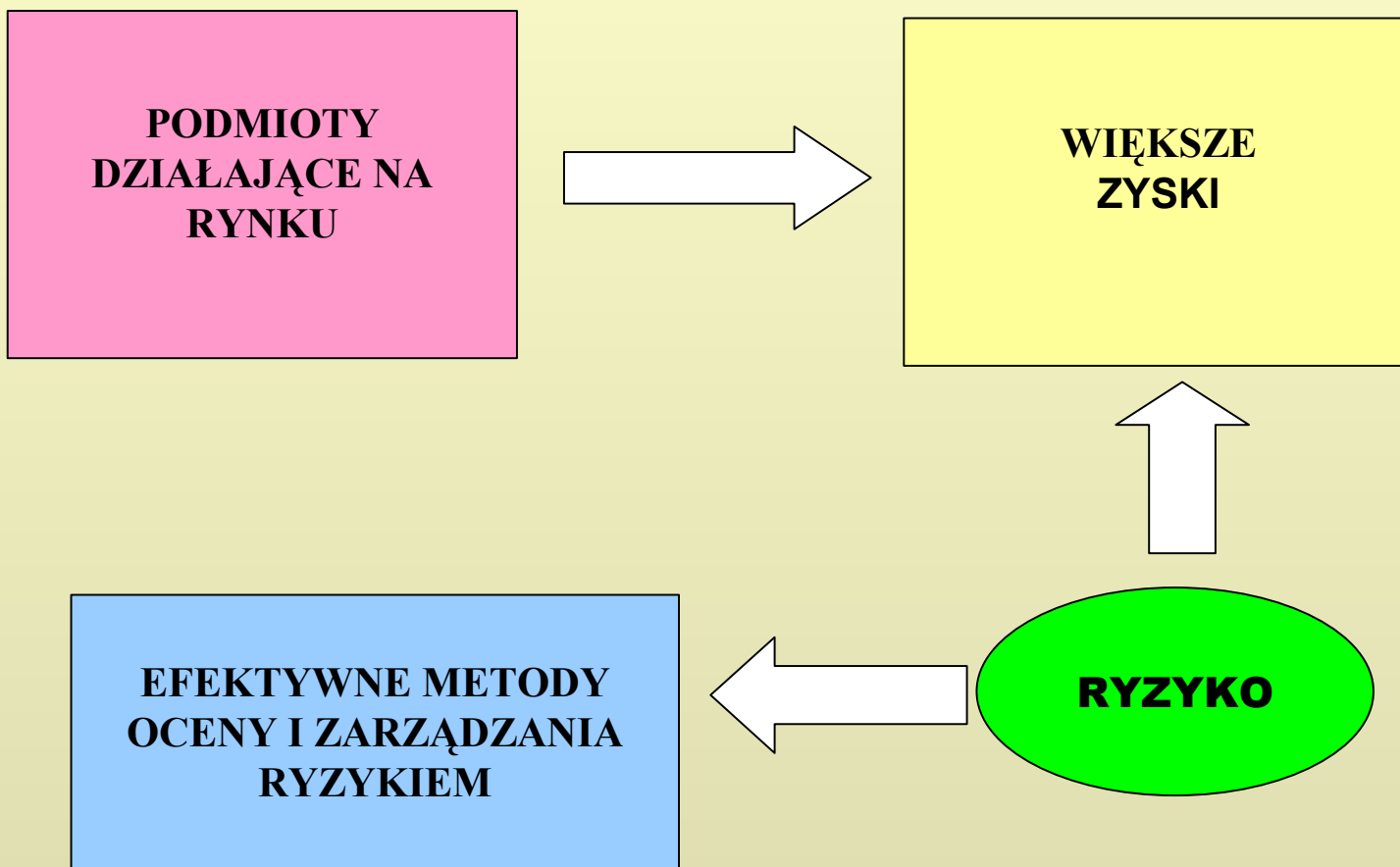
**Automatyczny System  
Transakcyjny  
Podstawy Teoretyczne**

Małgorzata Snarska

# Plan:

1. Motywacja
2. Opis Automatycznego Systemu Transakcyjnego
3. Podstawowe zasady działania Agenta
4. Przykład zastosowania – symulator GPW
5. Podsumowanie

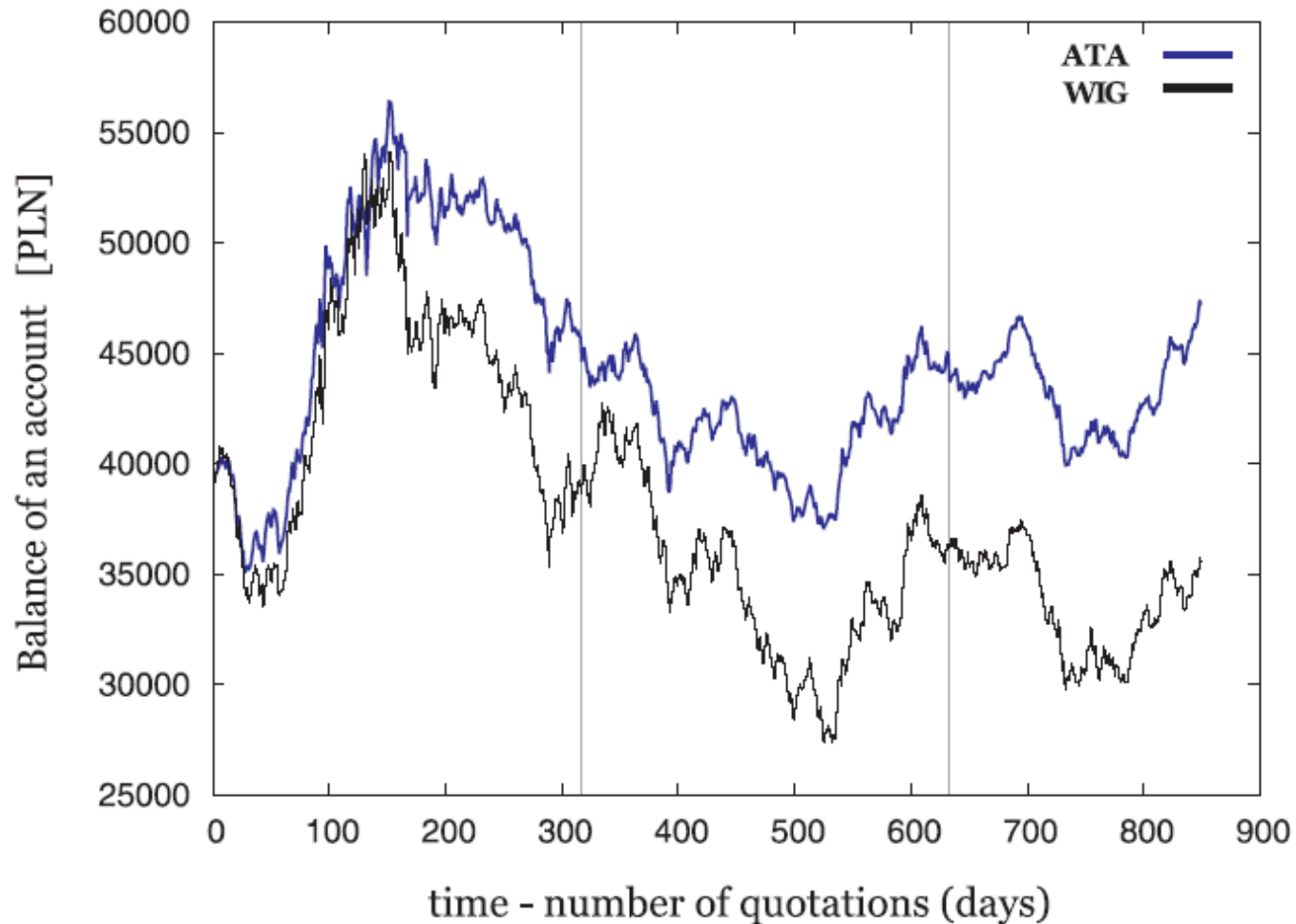
# 1. Motywacja



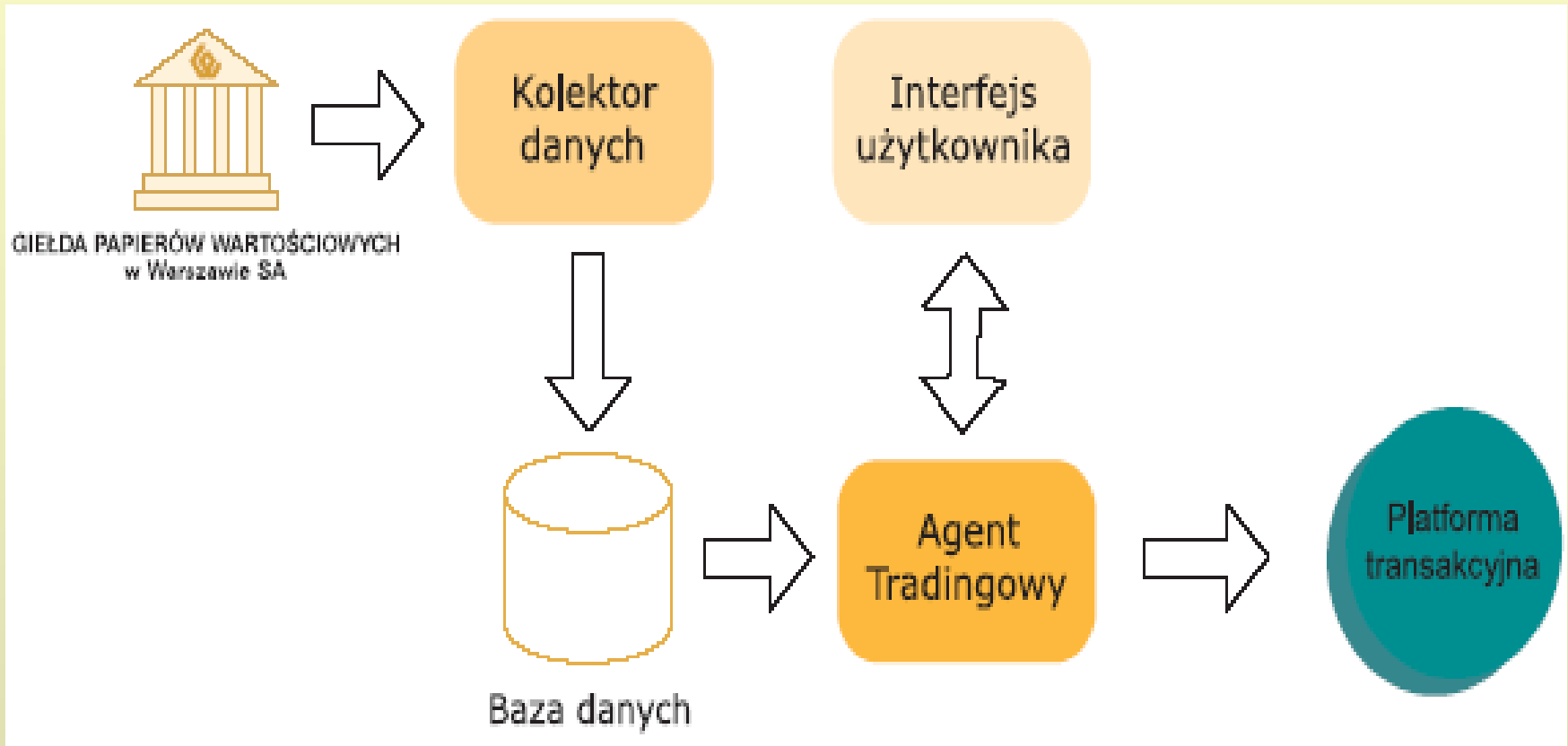
# 1. Motywacja cd.

- Analiza portfelowa – kompleksowe narzędzie do szacowania ryzyka portfela akcji o dużej złożoności obliczeniowej, zaawansowane rachunki i podstawy teoretyczne
- prosty mechanizm automatycznie implementujący metody portfelowe dla zadanych parametrów
- Elastyczny system, pozwalający na łatwą rozbudowę, adaptację

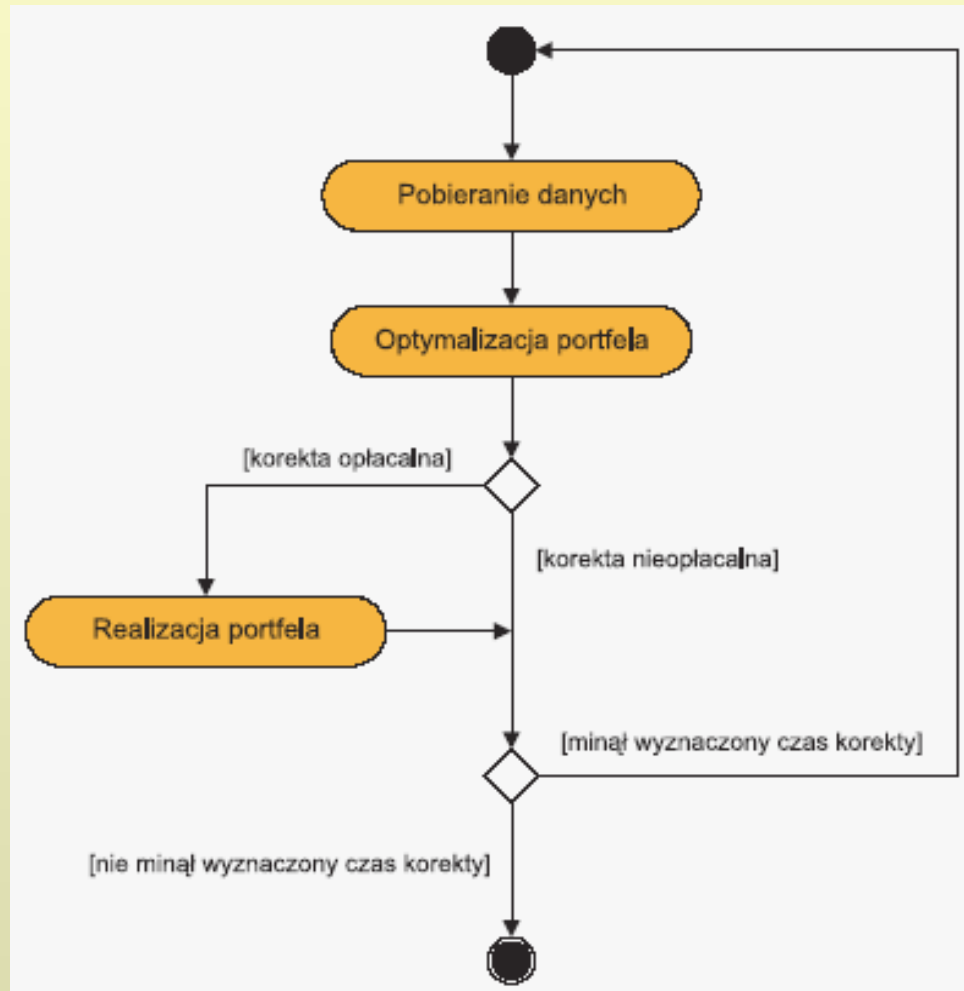
# 1. Motywacja cd.



## 2.1. Automacyjny System Transakcyjny



## 2.2. Algorytm Automatycznego Inwestowania



# 3.1. Teoria Portfelowa - definicje

- Zwrot  $r_{i,t} = M_i(t) = \ln S_i(t + 1) - \ln S_i(t)$

$$R_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_{i,t}$$

- Odchylenie standardowe jako miara ryzyka

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_{i,t} - R_i)^2}$$



## 3.2. Model Markowitza (1952)

- Zamiast poszczególnych akcji, rozważamy całe portfele o  $N$  akcjach
- Maksymalizujemy zysk i minimalizujemy ryzyko całego portfela
  - Wybieramy portfel o najmniejszym ryzyku ze wszystkich dostępnych
  - Wybieramy portfele minimalnowariacyjne dla ustalonego poziomu zwrotu
- Miarą ryzyka portfela jest macierz kowariancji

## 3.2. Model Markowitz a cd.

$$\sum_{i=1}^N w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N w_i \cdot w_j \cdot Cov_{ij} \rightarrow \min$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^N w_i = 1 \\ \sum_{i=1}^N w_i \cdot R_i = R_p \\ w_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, N \end{array} \right.$$

# 3.3. Macierz Kowariancji

- Miara niezależności zmiennych losowych
- Jeśli przyjmiemy że zwroty z poszczególnych akcji są zmiennymi gaussowskimi, wówczas

$$P_G(M_1, M_2, \dots, M_N) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^N \det \mathbf{Cov}}} \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2} \sum_{i,j} M_i \cdot (\mathbf{Cov}_{ij}^{-1}) \cdot M_j \right]$$

- Estymator macierzy kowariancji:

$$\mathbf{Cov}_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T M_{i,t} \cdot M_{j,t} = \frac{1}{T} \mathbf{M} \cdot \mathbf{M}^T$$

## 3.4. Procedura odszumiania

- Rozważmy  $N$  szeregów zmian cen akcji o długości  $T$
- Jeśli  $T$  nie jest bardzo duże w porównaniu do  $N$ , wówczas kowariancje są obarczone dużą niepewnością  $\rightarrow$  ich struktura wydaje się być przypadkowa
- Nie można jej usunąć w standardowy sposób zwiększając liczbę pomiarów

## 3.4.1. Odszumianie „Gaussowskie”

- Niech  $M$  oznacza macierz  $N \times T$  gaussowskich zmiennych losowych. Dla  $N, T \rightarrow \infty$  i dla ustalonego  $Q = N/T$

$$\rho(\lambda) = \frac{Q}{2\pi\sigma^2} \cdot \frac{\sqrt{(\lambda_{\max} - \lambda)(\lambda - \lambda_{\min})}}{\lambda}$$

- Gdzie

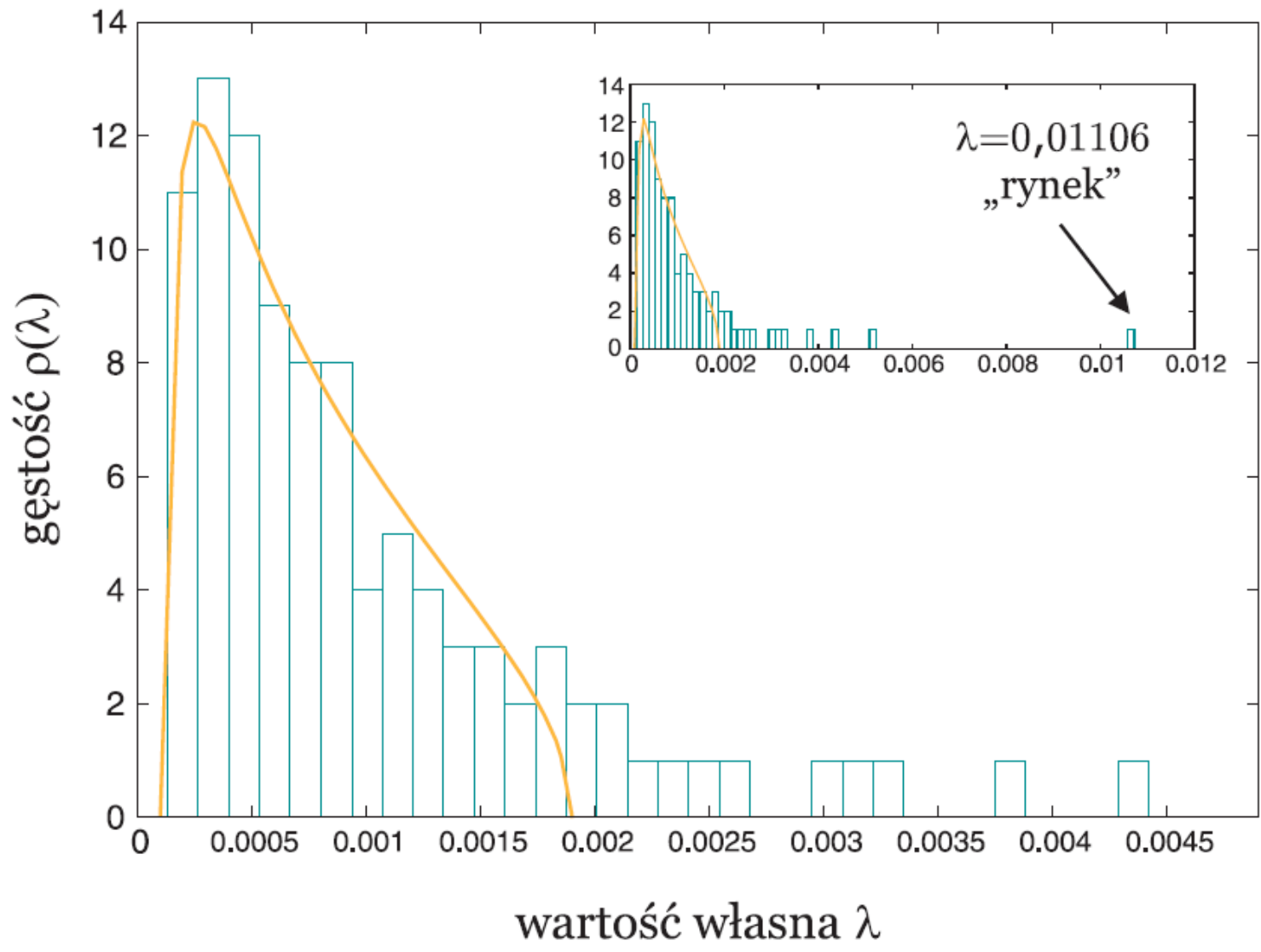
$$\lambda_{\min}^{\max} = \sigma^2 \left( 1 + \frac{1}{Q} \pm 2\sqrt{\frac{1}{Q}} \right)$$

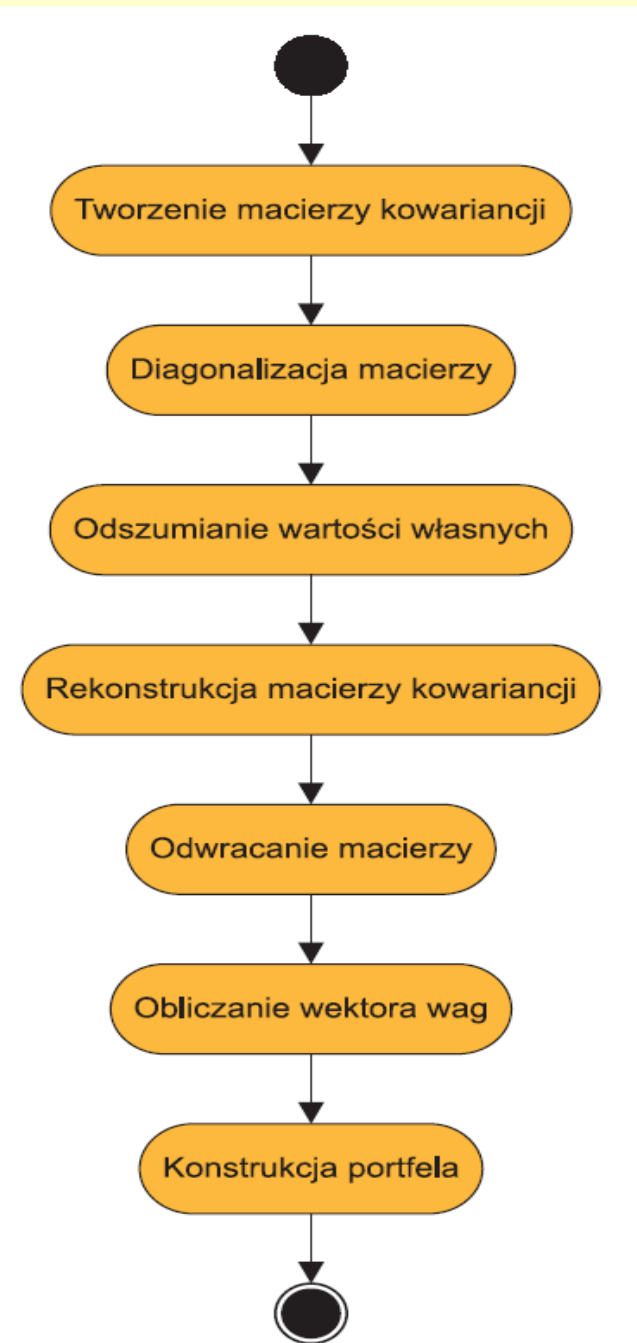
## 3.4.2. Praktyczna implementacja

- Porównujemy empiryczny rozkład wartości własnych z teoretycznym danym przez  $\rho(\lambda)$
- Szum usuwamy korzystając z faktu, że ślad macierzy kowariancji jest zachowywany

$$\text{Tr}(\mathbf{Cov}) = \text{Tr}(\mathbf{D}) = \sum_i \lambda_i + \sum_j \lambda_j$$

- Stąd zastępując przypadkową część widma przez jedną wartość własną  $\zeta = \text{Tr}(\mathbf{Cov}) - \sum_j \lambda_j$







# 4. Symulator GPW

onet.pl Biznes Pocztą onet.pl

onet.pl Biznes > Gra

BIOTON 4,9 +1,48% BMPAG 0 COMARCH 55,2 +0,73% COMP 55,9 COMPLAND 99,4 +0,1% COMPRZESZ 121 CS

biznes.onet.pl giełdy banki waluty **GRA** fundusze podatki ubezpieczenia

Gra (115920) [\[lista rachunków\]](#)

wyloguj Gracz: **AST**

**Twoje pieniądze**  
Dostępne pieniądze **54 917,34**

**Twoje walory**

Walor	Ilość	Wartość	Kurs ost.	Kurs poprz.
Razem wartość walorów		0,00		
Razem wartość portfela		54 917,34		

[Kup](#) [Zobacz historię](#)

**Ostatnie zlecenia**

Spółka	Rodzaj	Ilość	Limit ceny	Data	Nr. zlecenia	Status
TVN	sprzedaż	1258	44	05-2-4 13:36	3141810	Zrealizowane
TVN	kupno	1258	39,8	04-12-21 10:00	2953336	Zrealizowane
FORTE	sprzedaż	460	9,75	04-1-13 12:50	2048121	Zrealizowane
PEPEES	sprzedaż	150	38,5	04-1-12 11:22	2048120	Zrealizowane
SANWTI	sprzedaż	7876	4,7	04-1-17 11:15	2048122	Zrealizowane
TIN	sprzedaż	6885	1,54	04-1-12 10:00	2048123	Zrealizowane

Zobacz także

Twój Portfel

## 4.1. Zasady gry

- rejestracja w portalu onet.pl → onet\_id
- zalogowanie się na <http://gra.onet.pl> i utworzenie rachunku . Wartość wyjściowa rachunku: 40 000 zł
- wydanie zleceń kupna / sprzedaży np. akcji
- Wykonywanie zleceń odbywa się z 20 minutowym opóźnieniem
- Koszty transakcyjne - prowizje

## 4.1.1. Kroki inwestycji

1. Zalogowanie do systemu Gry Giełdowej
2. Wybór odpowiednich spółek i wag z jakimi wejdą do portfela
3. Wysłanie zlecenia kupna
4. Wylogowanie z systemu
5. Sprawdzanie co kilka dni notowań i wartości portfela
6. Zalogowanie do systemu Gry Giełdowej
7. Wybór spółek do sprzedania
8. Wysłanie zlecenia sprzedaży
9. Wylogowanie z systemu

## 4.2. Wybór danych i analiza

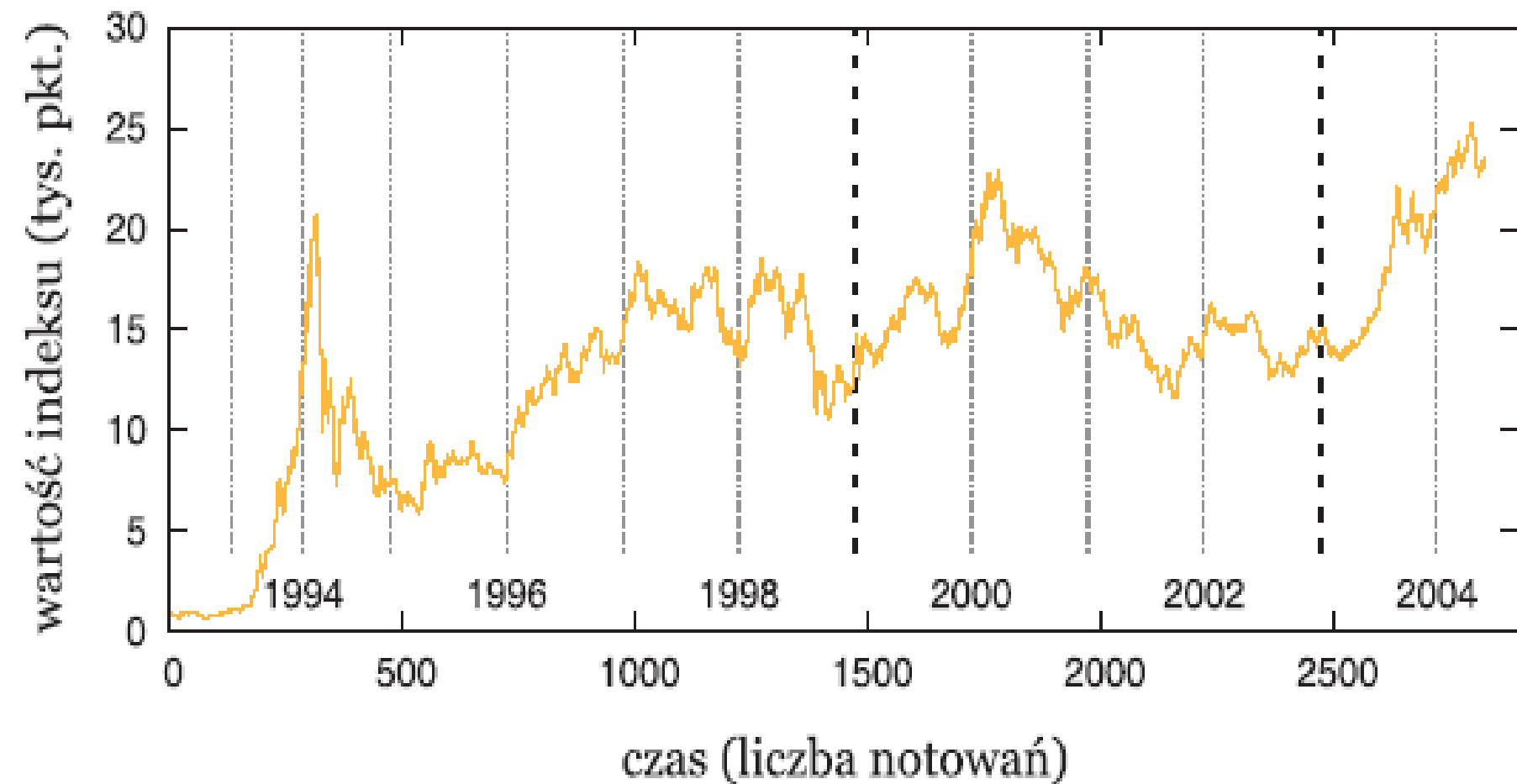
**Identyfikacja stabilnego okresu w gospodarce → okres o najmniejszej zmienności**

- Zmiana wartości absolutnych indeksu WIG  $S(t)$  na względne  $G(t)$

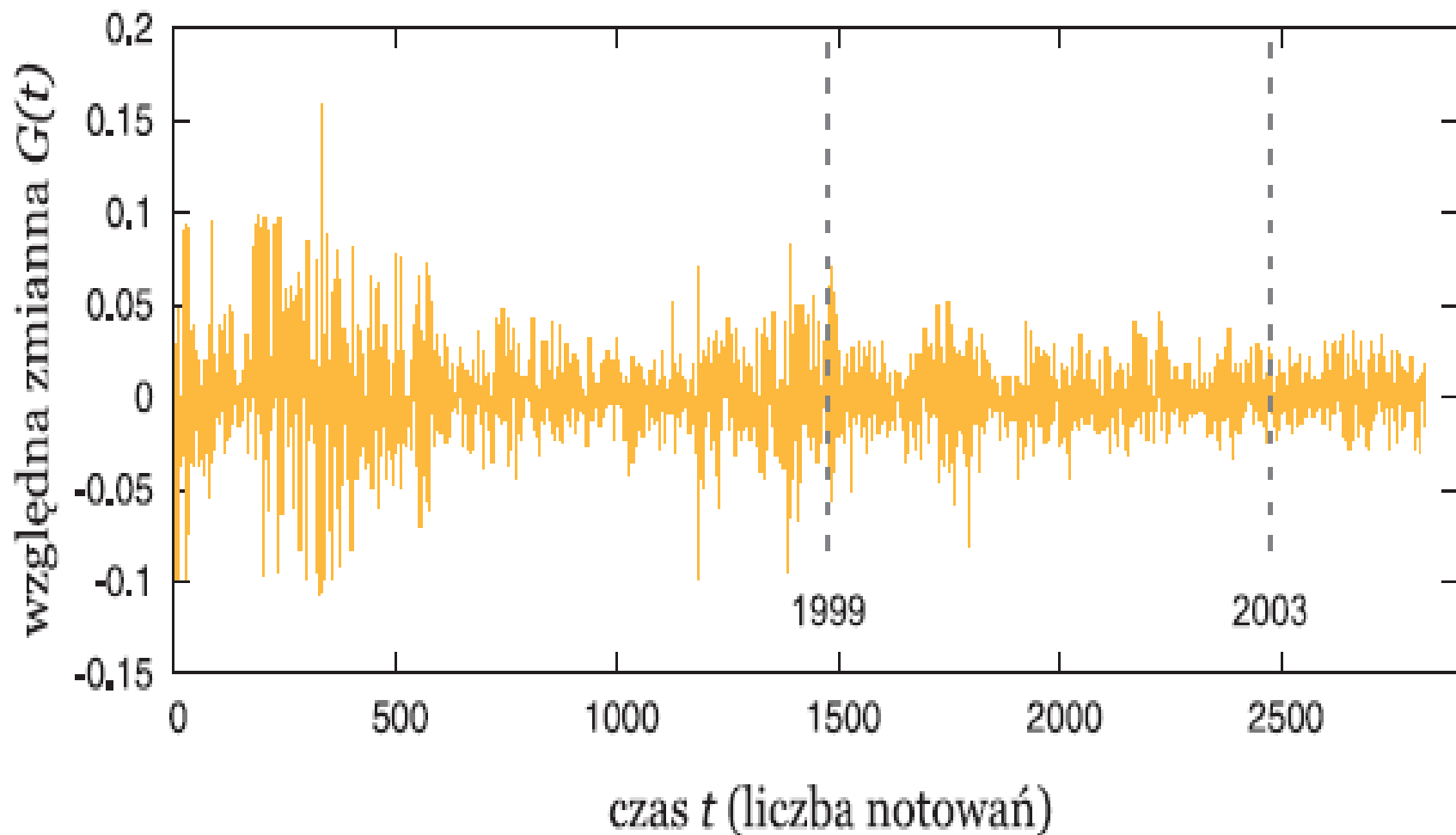
$$G(t) = \frac{S(t+1) - S(t)}{S(t)}$$

- Obliczenie zmienności  $G(t)$  dla ustalonego okna

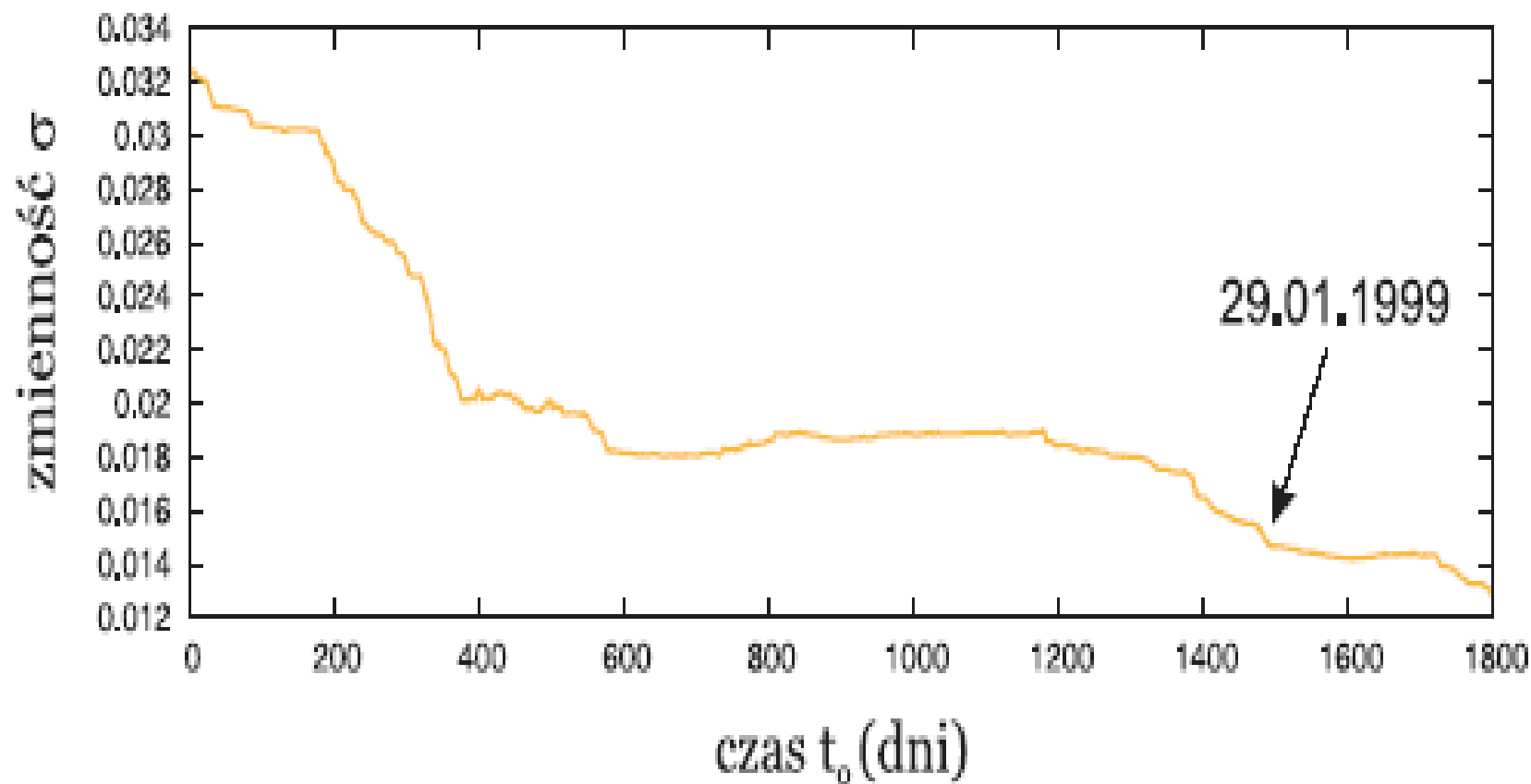
$$\sigma(t_0) = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{i=0}^{T-1} (G(t_0 + i) - \mu)^2}$$



**Notowania indeksu WIG w latach 1991 - 2004**



## Fluktuacje względnych zmian WIG

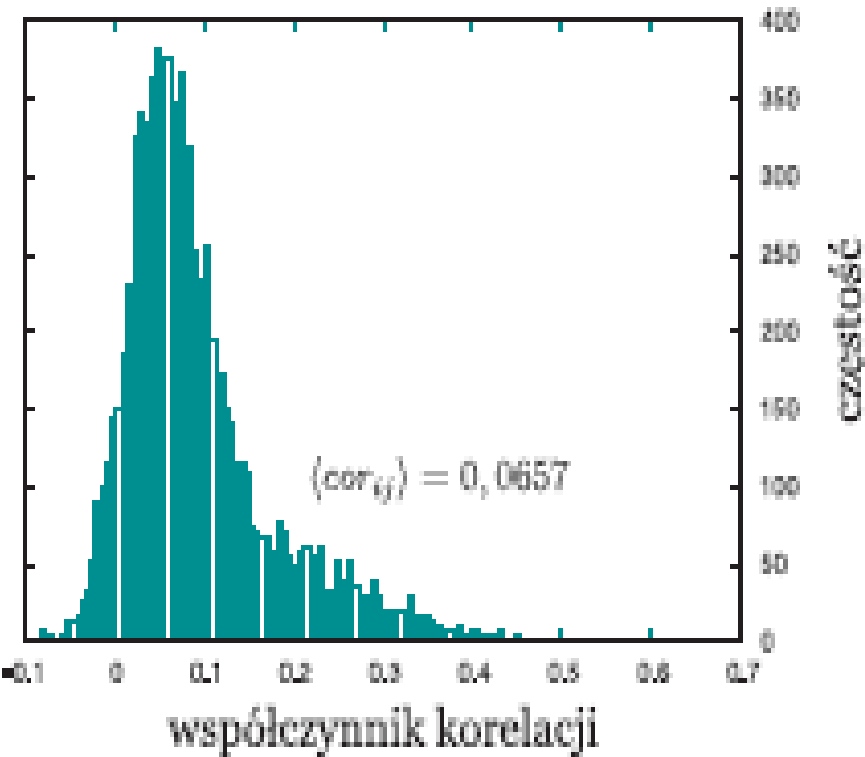
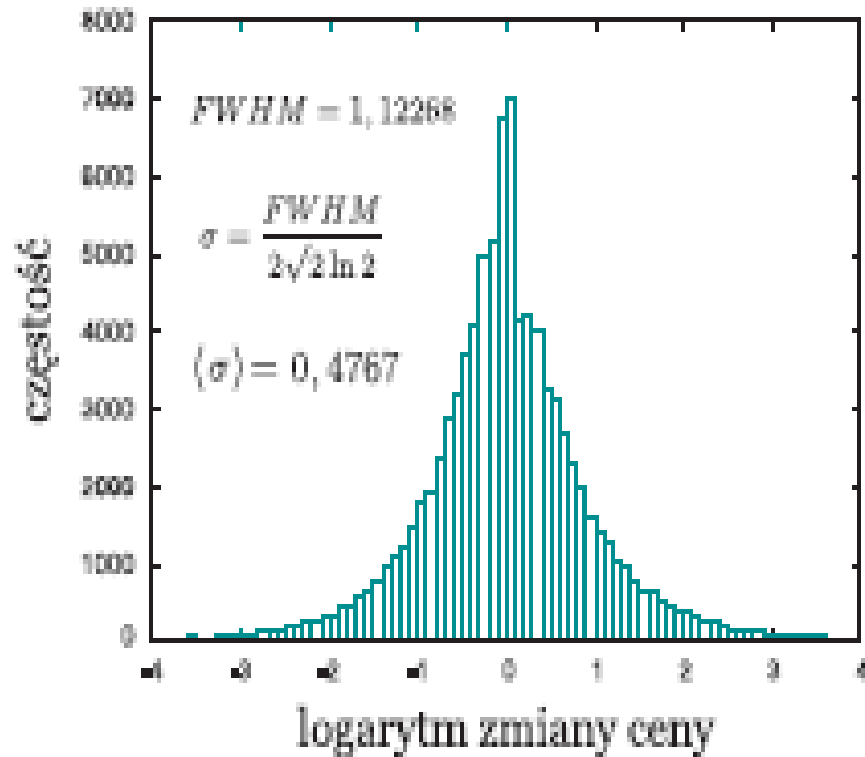


**Zmiany zmienności dla ustalonej szerokości okna**

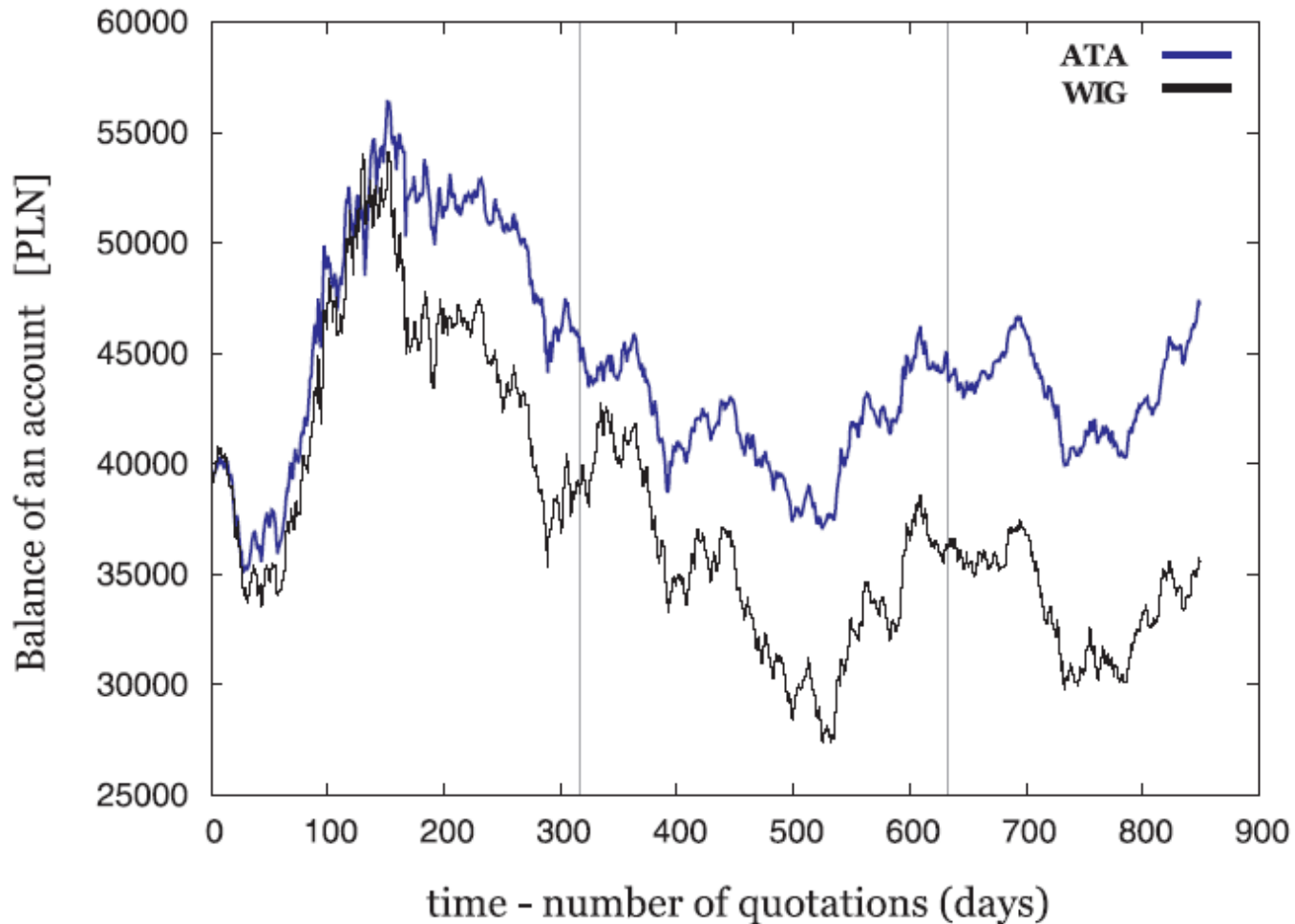
## 4.2. Analiza akcji

- Niepełna informacja → brak notowań niektórych spółek
- Niewielkie „dziury” uzupełniono przez ekstrapolację
- Duże luki w szeregach czasowych → spółka jest eliminowana z analizy
- Ostatecznie badane :N = 100 spółek w okresie T = 990 dni





# 4.3. Symulacja



# 5. Przyszłość systemu

- Problem krótkiej sprzedaży – ujemne wagi
- Procedury odszumiania a macierz korelacji
- Wpływ kosztów transakcyjnych i dynamiczna optymalizacja portfela → programowanie stochastyczne ?
- „korelacje czasowe”