

# Symulacje Monte Carlo Modelu Isinga

Baczyńska Justyna 268758

15 czerwca 2023

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ZADANIE 1</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>ZADANIE 2</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ZADANIE 3</b>	<b>7</b>
4.1	Wykresy dla $T = 0.5$ . . . . .	7
4.2	Wykresy dla $T = 2.27$ (temperatura krytyczna) . . . . .	9
4.3	Wykresy dla $T = 10.0$ . . . . .	11
<b>5</b>	<b>ZADANIE 4, ZADANIE 5</b>	<b>14</b>
5.1	Uśrednianie po czasie . . . . .	14
5.2	Uśrednianie po zespole . . . . .	15

## 1 Wstęp

Program napisany w języku: Python

Użyte biblioteki: numpy, matplotlib.pyplot, numba

Generator liczb pseudolosowych: PCG64 (random z biblioteki numpy w Pythonie)

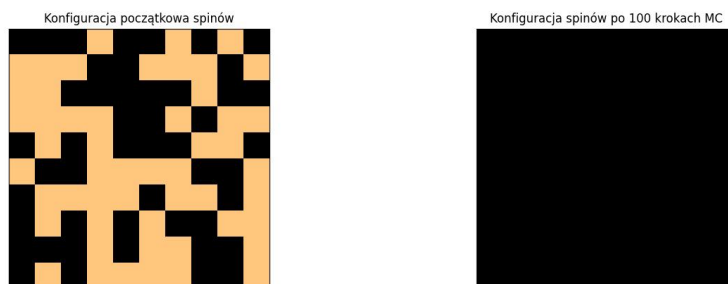
Rysunki wykonane przy użyciu: biblioteki matplotlib.pyplot w Pythonie

Wsparcie sztucznej inteligencji: NIE

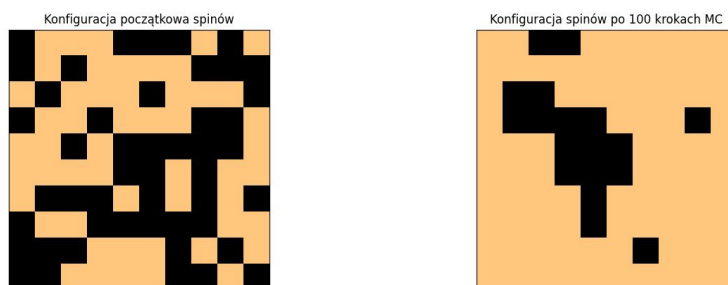
## 2 ZADANIE 1

Wszystkie symulacje w tej części zostały przeprowadzone dla losowego stanu początkowego.

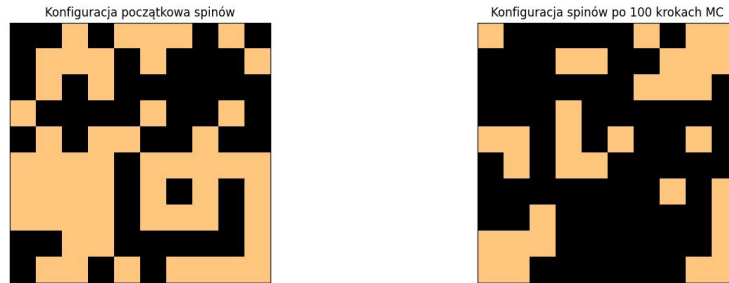
Rysunek 1: Ewolucja układu dla  $L = 10$ ,  $T = 1.0$ .



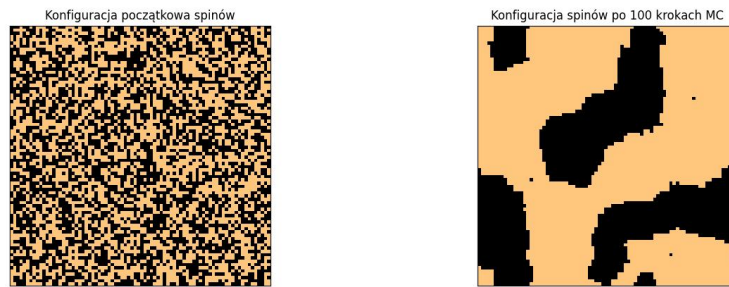
Rysunek 2: Ewolucja układu dla  $L = 10$ ,  $T = 2.26$ .



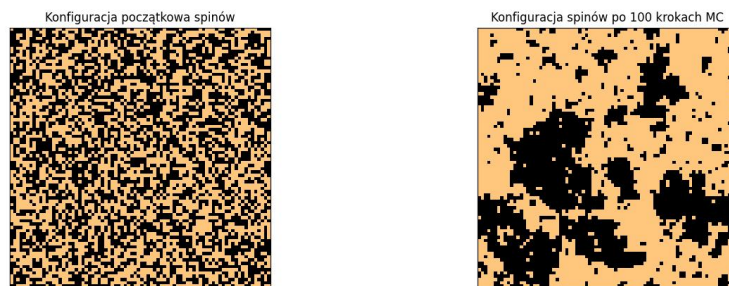
Rysunek 3: Ewolucja układu dla  $L = 10$ ,  $T = 4.0$ .



Rysunek 4: Ewolucja układu dla  $L = 80$ ,  $T = 1.0$ .



Rysunek 5: Ewolucja układu dla  $L = 80$ ,  $T = 2.26$ .



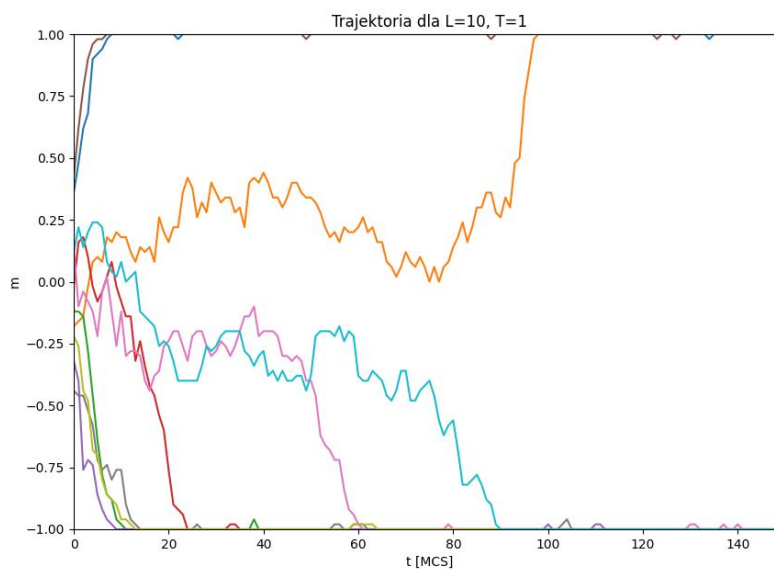
Rysunek 6: Ewolucja układu dla  $L = 80$ ,  $T = 4.0$ .



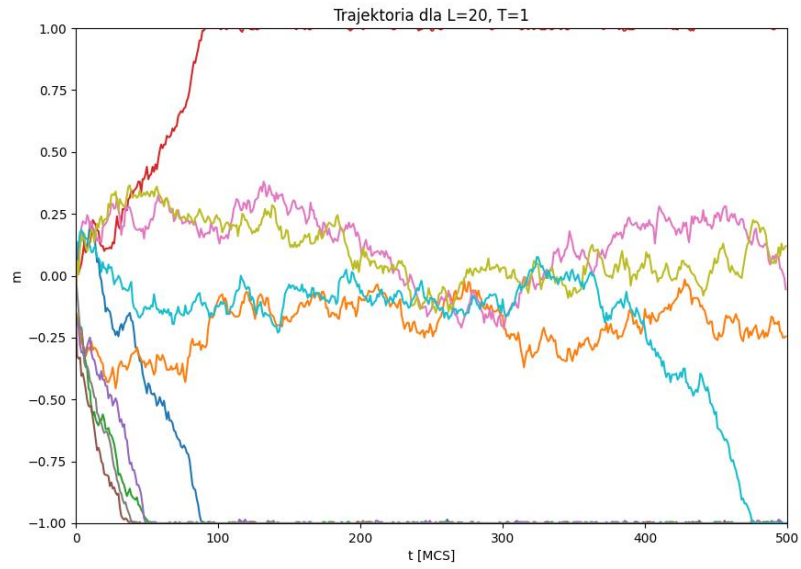
### 3 ZADANIE 2

Wszystkie symulacje w tej części zostały przeprowadzone dla losowego stanu początkowego. Poniższe wykresy przedstawiają po 10 trajektorii dla  $L = 10, 20, 40, 50$  dla temperatury  $T = 1.0$ .

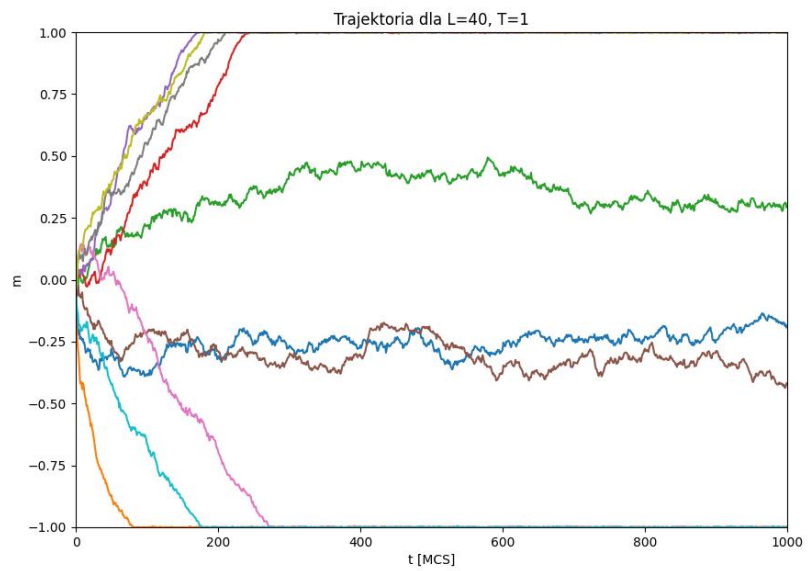
Rysunek 7: Trajektorie dla  $L = 10$



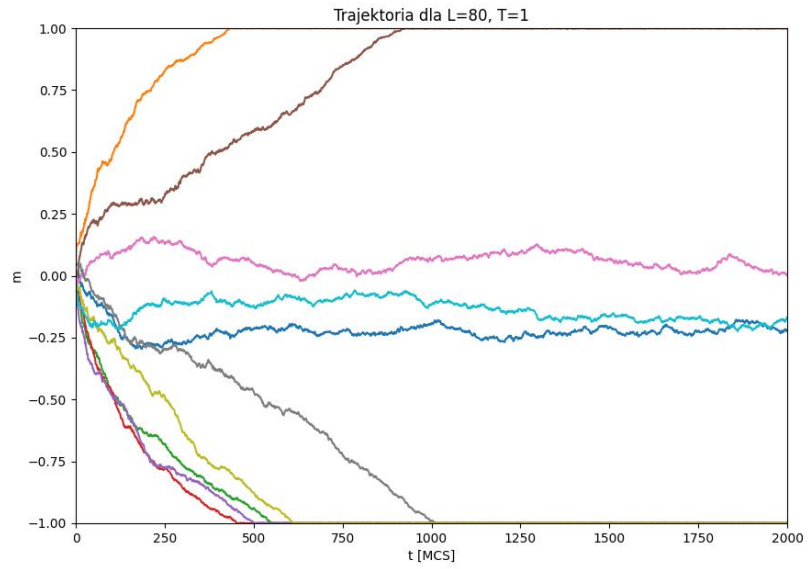
Rysunek 8: Trajektorie dla  $L = 20$



Rysunek 9: Trajektorie dla  $L = 40$



Rysunek 10: Trajektorie dla  $L = 80$

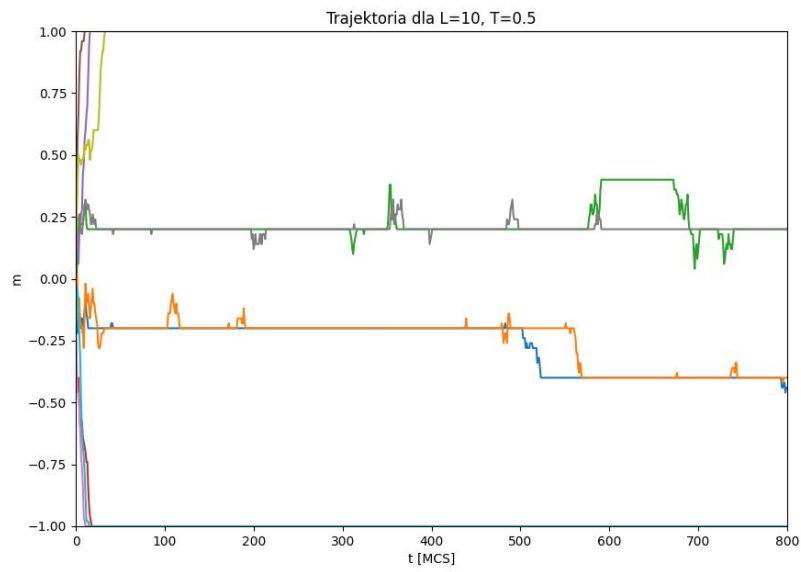


## 4 ZADANIE 3

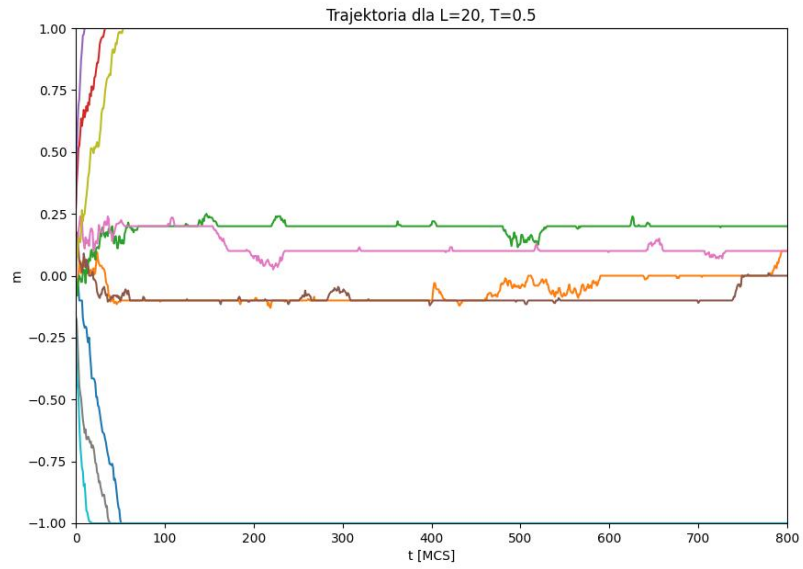
Wszystkie symulacje w tej części zostały przeprowadzone dla losowego stanu początkowego. Poniższe wykresy przedstawiają po 10 trajektorii dla  $L = 10, 20, 40, 50$  dla temperatur  $T = 0.5, 2.7, 10$ .

### 4.1 Wykresy dla $T = 0.5$

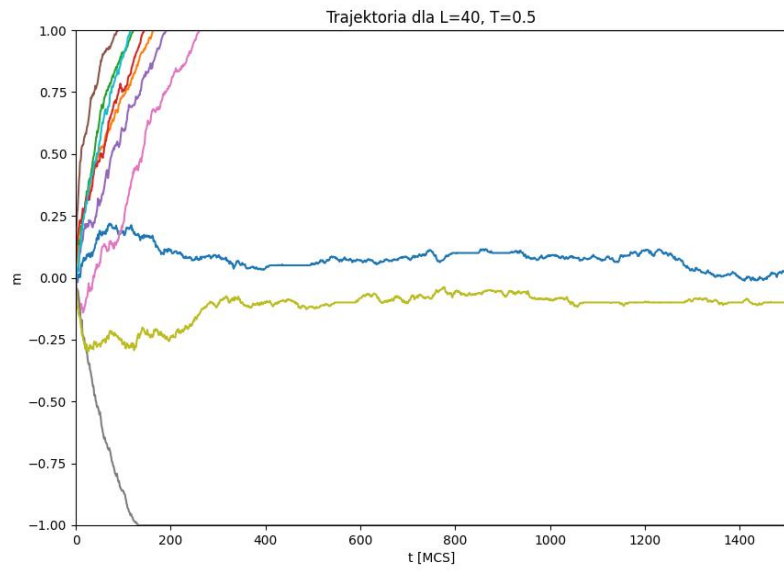
Rysunek 11: Trajektorie dla  $L = 10$



Rysunek 12: Trajektorie dla  $L = 20$

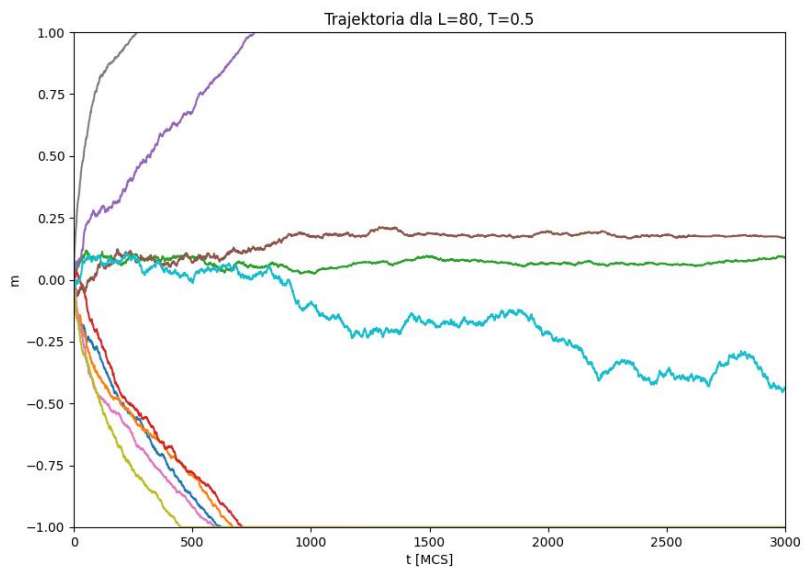


Rysunek 13: Trajektorie dla  $L = 40$



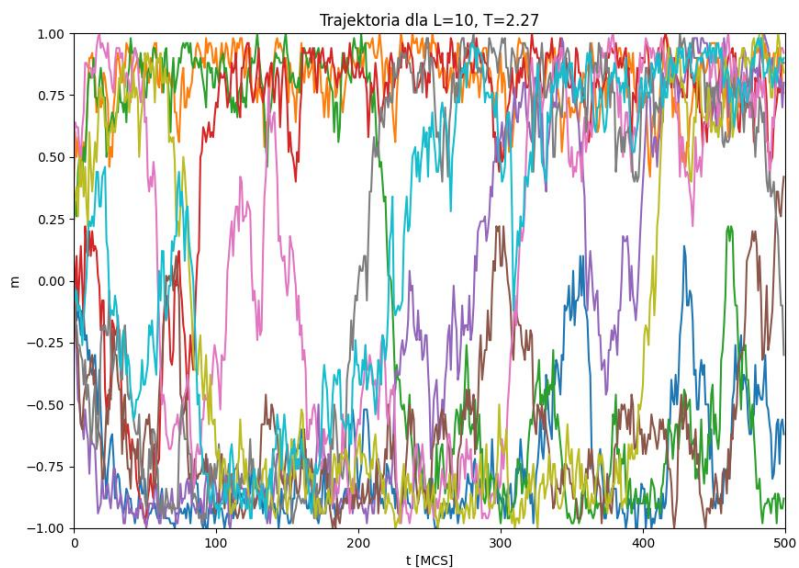


Rysunek 14: Trajektorie dla  $L = 80$

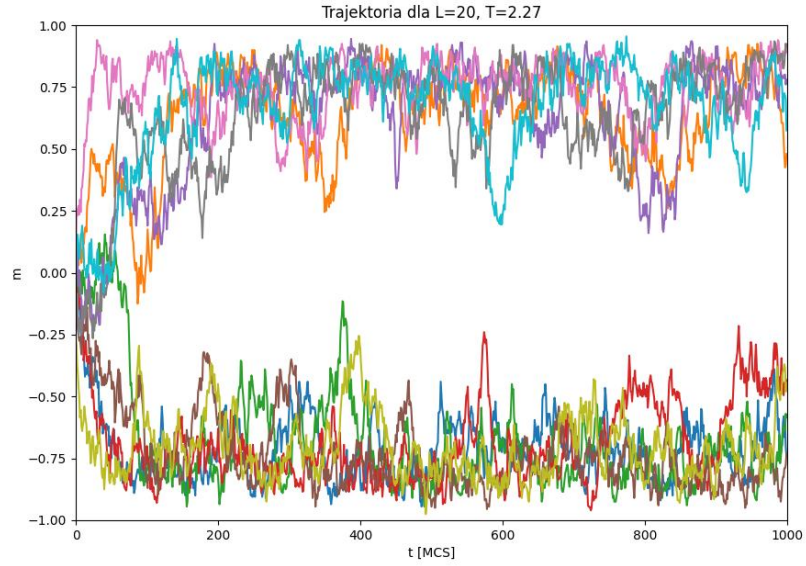


## 4.2 Wykresy dla $T = 2.27$ (temperatura krytyczna)

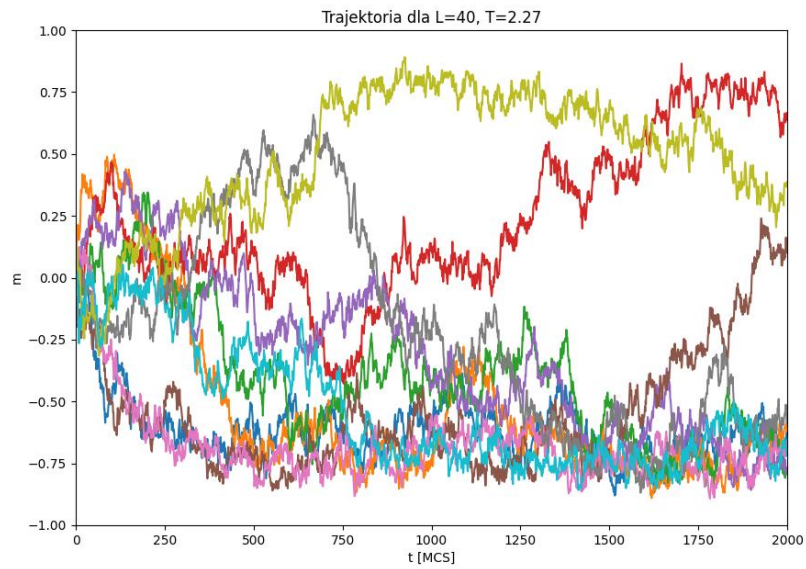
Rysunek 15: Trajektorie dla  $L = 10$



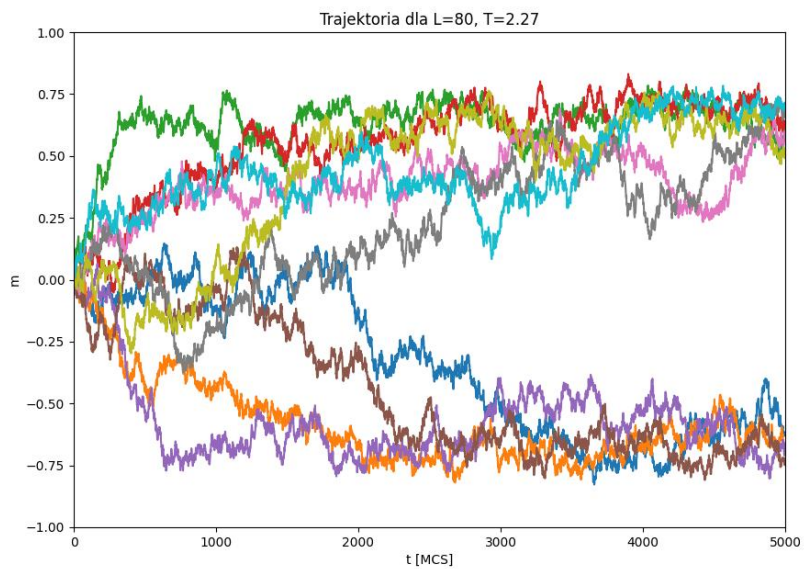
Rysunek 16: Trajektorie dla  $L = 20$



Rysunek 17: Trajektorie dla  $L = 40$

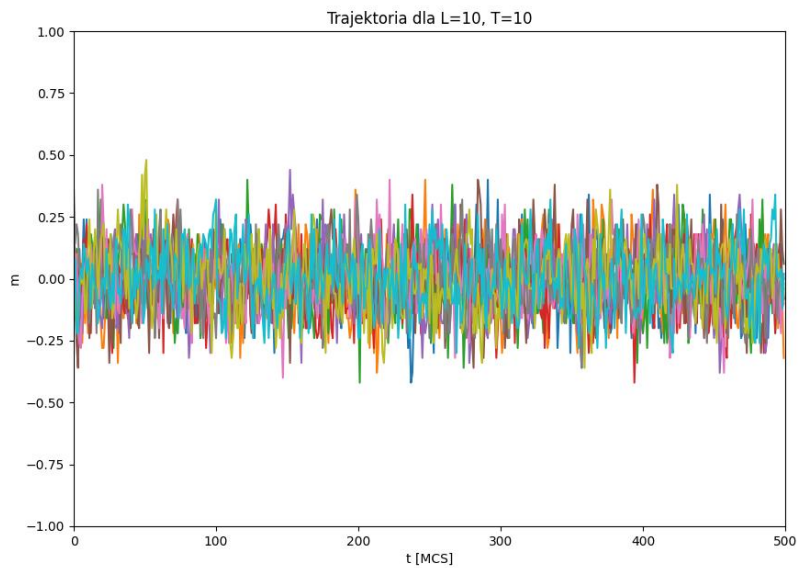


Rysunek 18: Trajektorie dla  $L = 80$

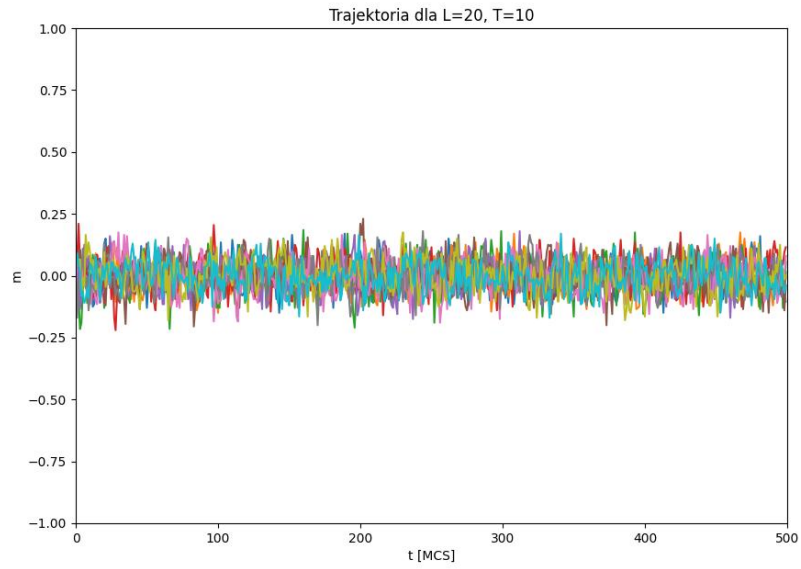


### 4.3 Wykresy dla $T = 10.0$

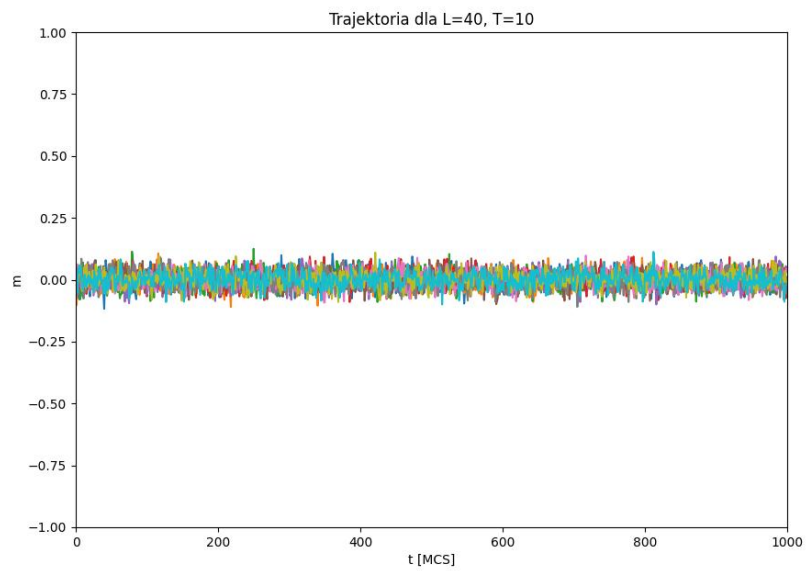
Rysunek 19: Trajektorie dla  $L = 10$



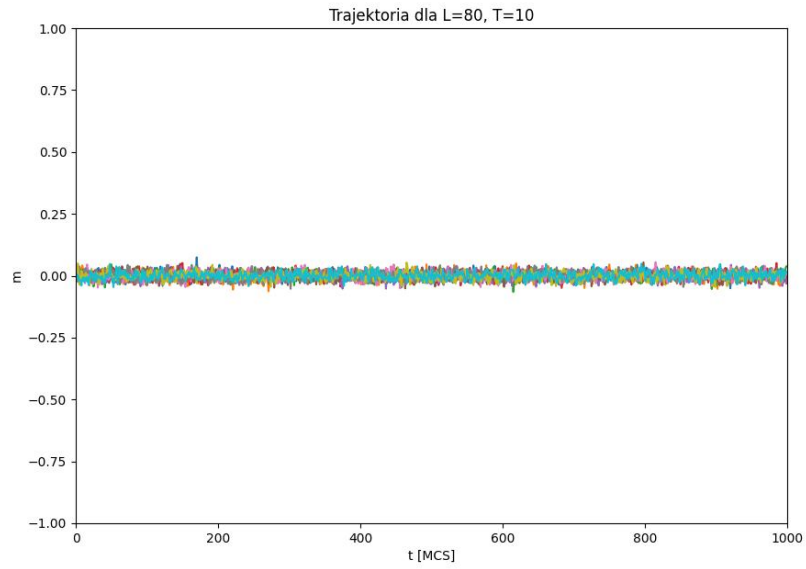
Rysunek 20: Trajektorie dla  $L = 20$



Rysunek 21: Trajektorie dla  $L = 40$



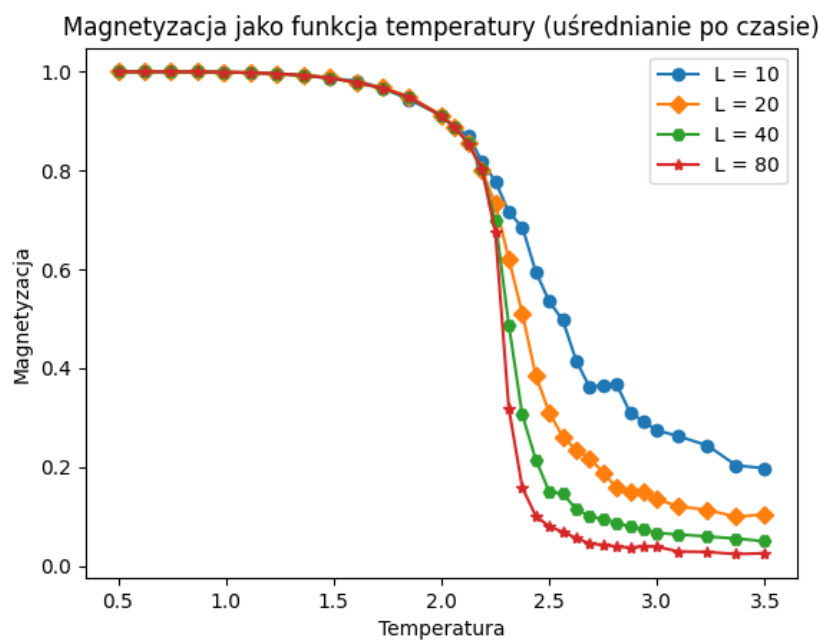
Rysunek 22: Trajektorie dla  $L = 80$



## 5 ZADANIE 4, ZADANIE 5

W tej części symulacje zostały przeprowadzone dla uporządkowanego stanu początkowego, tj.  $\forall_{1 \leq i, j \leq L} S_{ij} = 1$ .

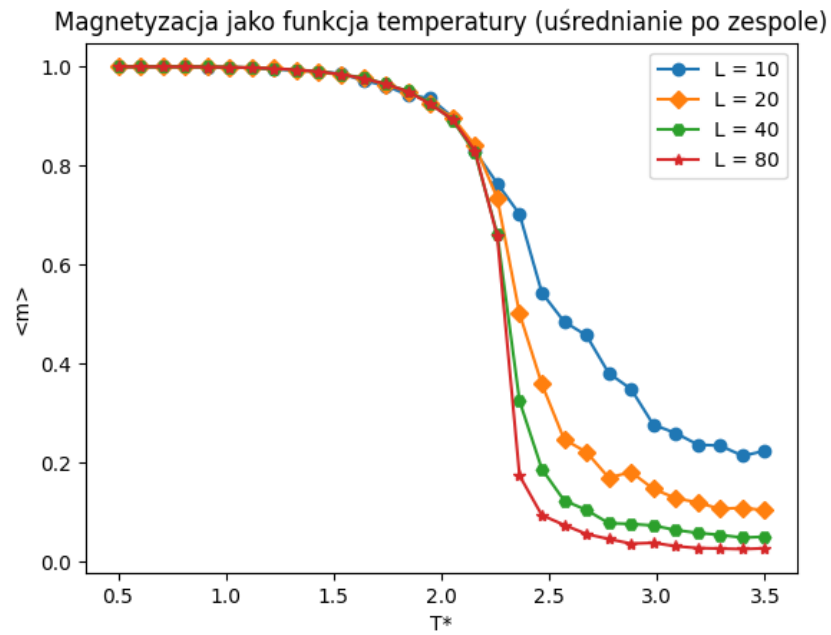
### 5.1 Uśrednianie po czasie



Rysunek 23: Wykres zależność magnetyzacji od temperatury - uśrednianie po czasie

## 5.2 Uśrednianie po zespole

Dla każdej temperatury uśredniałam po 200 trajektorii, każda z nich składała się z 10000 kroków.



Rysunek 24: Wykres zależność magnetyzacji od temperatury - uśrednianie po zespole