

# Podstawy Uczenia Maszynowego

## Laboratorium 1

Maria Polak

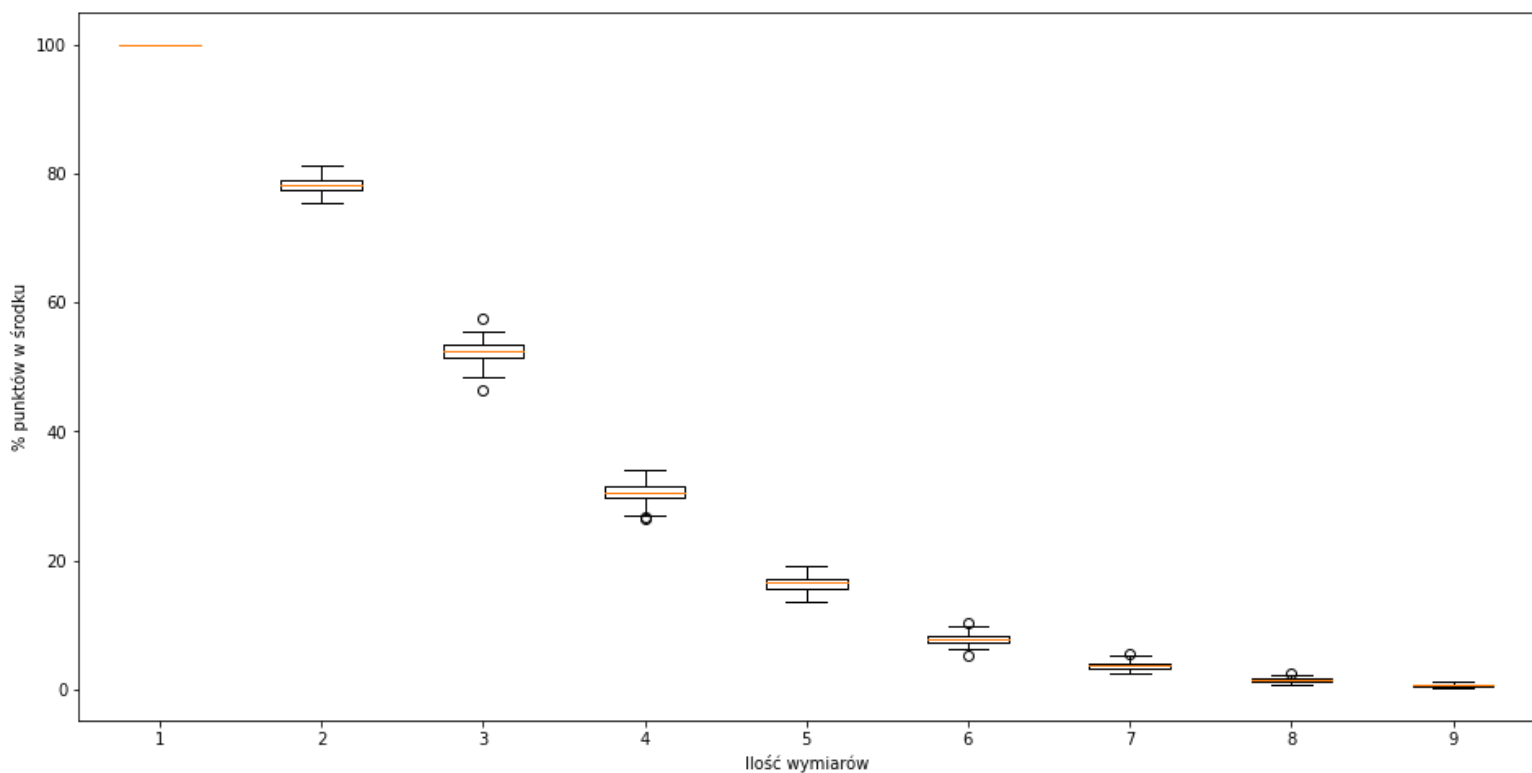
### Zadanie 1.

Test został przeprowadzony dla wymiarów 1D - 9D. W każdym wymiarze test przeprowadzony został 100 razy i w każdym z testów losowane było 1000 punktów. Na podstawie wygenerowanych punktów policzony został procent punktów, które trafiły w środek hiperkuli oraz procent punktów w narożnikach hipersześcianu.

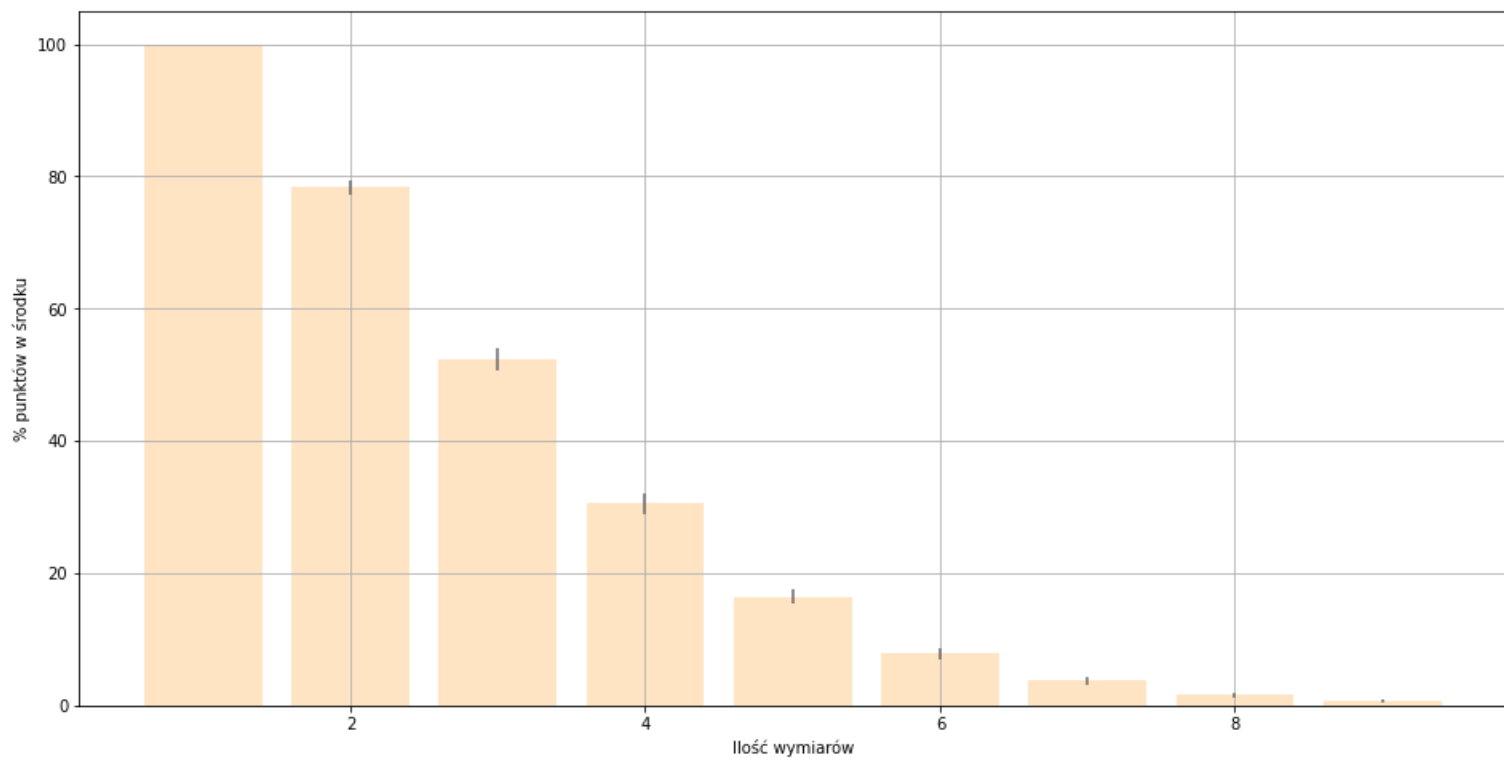
Wyniki działania programu:

Dimentions: 1	Inside: 100.00%	Outside: 0.00%	Standard Deviation: 0.00 pp
Dimentions: 2	Inside: 78.34%	Outside: 21.66%	Standard Deviation: 1.09 pp
Dimentions: 3	Inside: 52.44%	Outside: 47.56%	Standard Deviation: 1.69 pp
Dimentions: 4	Inside: 30.53%	Outside: 69.47%	Standard Deviation: 1.51 pp
Dimentions: 5	Inside: 16.48%	Outside: 83.52%	Standard Deviation: 1.03 pp
Dimentions: 6	Inside: 7.81%	Outside: 92.19%	Standard Deviation: 0.87 pp
Dimentions: 7	Inside: 3.75%	Outside: 96.25%	Standard Deviation: 0.62 pp
Dimentions: 8	Inside: 1.55%	Outside: 98.45%	Standard Deviation: 0.35 pp
Dimentions: 9	Inside: 0.64%	Outside: 99.36%	Standard Deviation: 0.21 pp

Na podstawie otrzymanych wyników zostały sporządzone wykresy:



**Wykres 1. Wykres pudełkowy pokazujący procent punktów w środku hiperkuli dla danego wymiaru**



**Wykres 2. Wykres słupkowy pokazujący procent punktów w środku hiperkuli dla danego wymiaru z zaznaczonym odchyleniem standardowym**

## Wnioski i obserwacje:

- Dla 1 wymiaru wszystkie punkty trafiły hiperkuli. Z definicji hiperkuli wiemy, że punkt do niej należy jeżeli jego odległość od środka kuli jest mniejsza niż jego promień. W przestrzeni jednowymiarowej wszystkie punkty wylosowane są w przedziale -1 i 1, a więc wszystkie należą do kuli
- Im więcej wymiarów tym mniejszy procent punktów trafiał do hiperkuli. Im więcej wymiarów tym mniejszy stosunek 'objętości' kuli i sześcianu. Łatwo to potwierdzić dla przypadku 2 i 3 wymiarowego.
- Przy 9 wymiarach prawie żaden punkt nie lądował w środku kuli.
- Odchylenie standardowe było największe dla 2-5 wymiarów. Wyniki różniły się najbardziej pomiędzy pojedynczymi testami, ponieważ było zbliżone prawdopodobieństwo trafienia punktów do wnętrza i na zewnątrz hiperkuli.

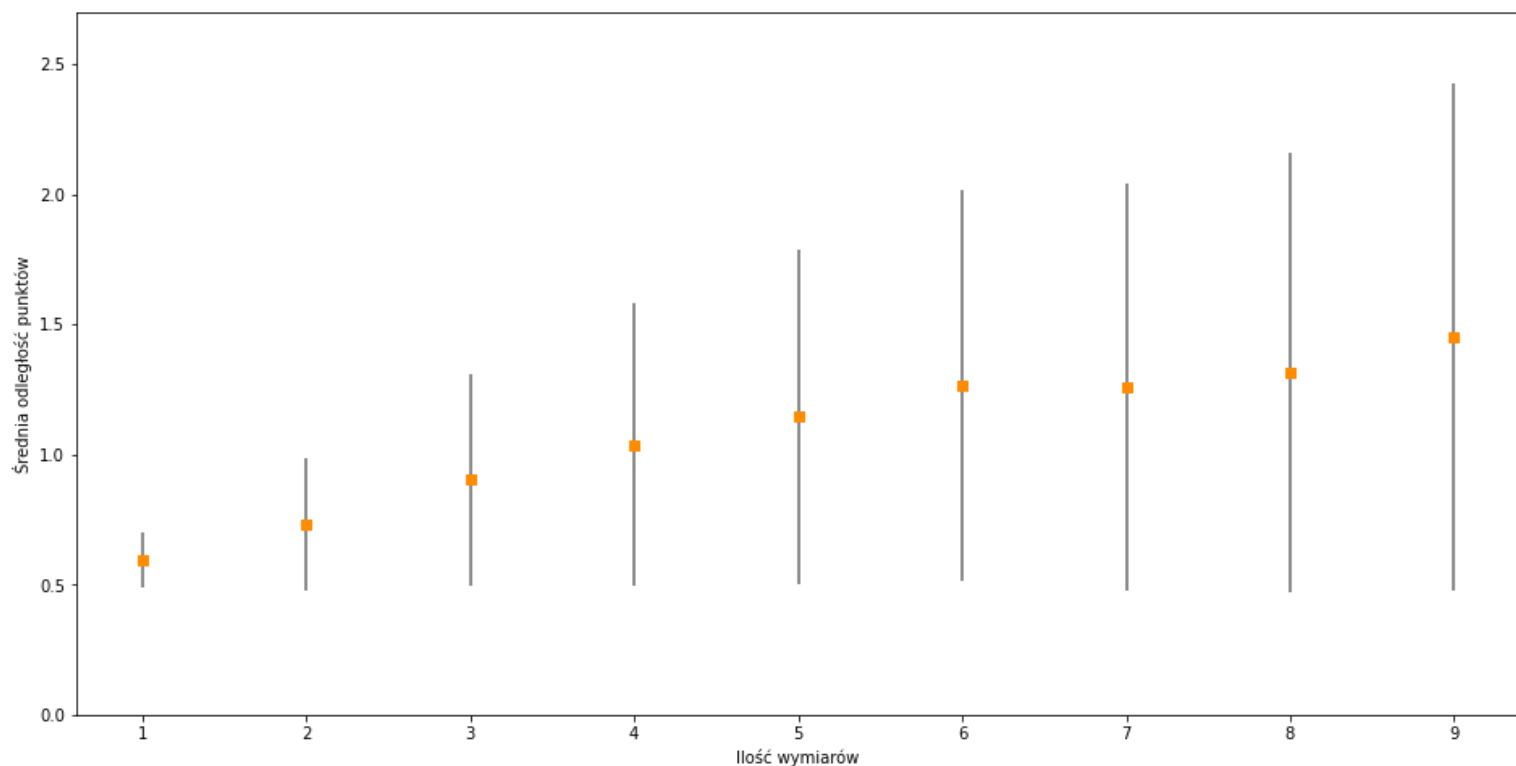
## Zadanie 2.

Test został przeprowadzony dla wymiarów 1D - 9D. W każdym wymiarze test przeprowadzony został 100 razy i w każdym z testów losowane było 100 punktów. Na podstawie wygenerowanych punktów policzone zostały średnie odległości między każdymi dwoma punktami w wylosowanym zbiorze oraz odchylenie standardowe tych odległości w każdym teście. Dodatkowo obliczone zostały średnie i odchylenie standardowe obydwóch wskaźników dla każdego wymiaru. Na koniec policzony został stosunek procentowy odchylenia standardowego odległości i średniej odległości dla każdego wymiaru.

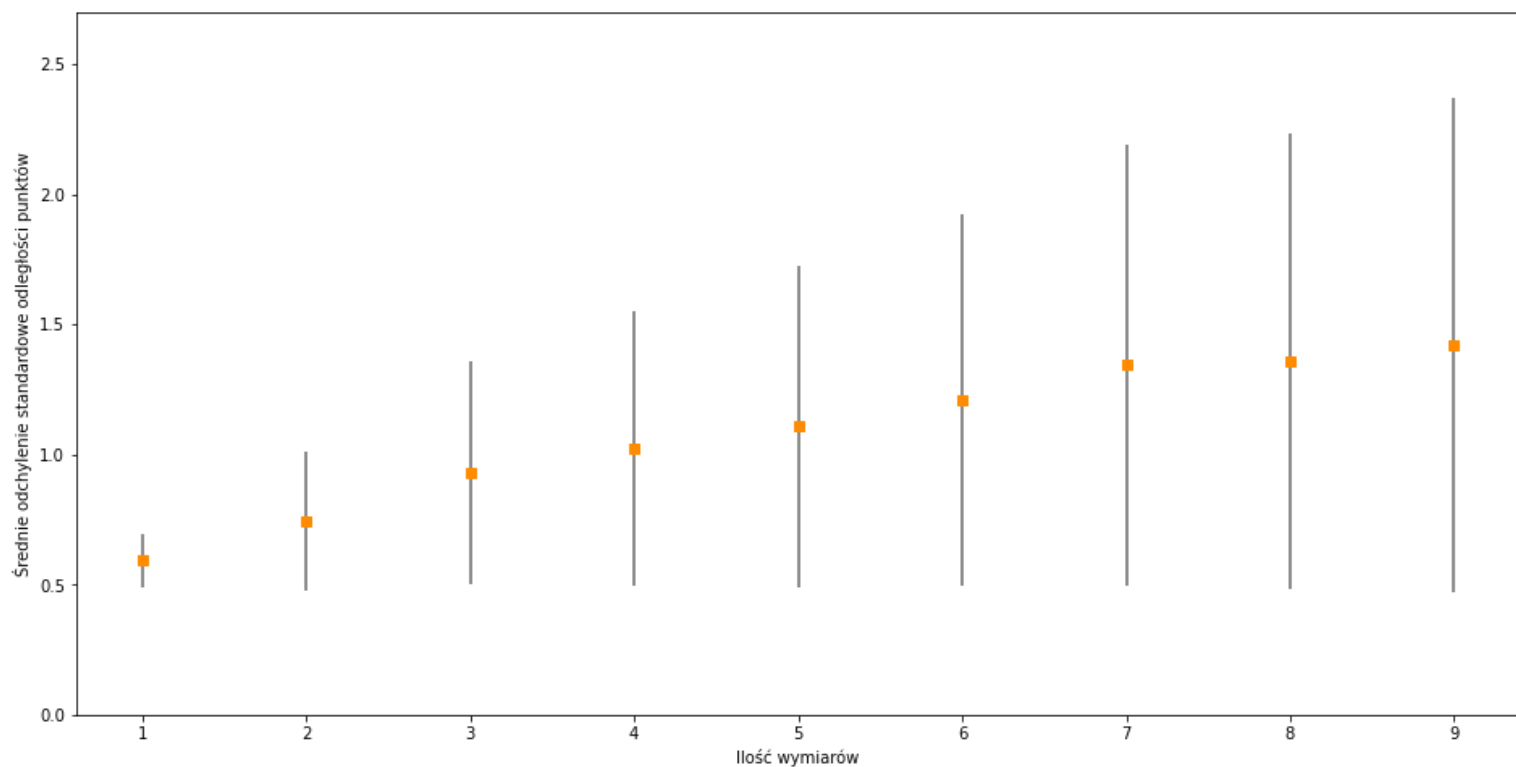
### Wyniki działania programu:

Dimensions: 1		Mean Dist: 0.59		Mean Dist StD: 0.10		Mean of StD : 0.59		StD of StD: 0.10		Mean StD/Mean Distance : 99.83%
Dimensions: 2		Mean Dist: 0.73		Mean Dist StD: 0.26		Mean of StD : 0.74		StD of StD: 0.27		Mean StD/Mean Distance : 101.63%
Dimensions: 3		Mean Dist: 0.90		Mean Dist StD: 0.41		Mean of StD : 0.93		StD of StD: 0.43		Mean StD/Mean Distance : 102.98%
Dimensions: 4		Mean Dist: 1.04		Mean Dist StD: 0.54		Mean of StD : 1.02		StD of StD: 0.53		Mean StD/Mean Distance : 98.79%
Dimensions: 5		Mean Dist: 1.15		Mean Dist StD: 0.64		Mean of StD : 1.11		StD of StD: 0.62		Mean StD/Mean Distance : 96.56%
Dimensions: 6		Mean Dist: 1.26		Mean Dist StD: 0.75		Mean of StD : 1.21		StD of StD: 0.71		Mean StD/Mean Distance : 95.46%
Dimensions: 7		Mean Dist: 1.26		Mean Dist StD: 0.78		Mean of StD : 1.34		StD of StD: 0.85		Mean StD/Mean Distance : 106.66%
Dimensions: 8		Mean Dist: 1.31		Mean Dist StD: 0.85		Mean of StD : 1.36		StD of StD: 0.88		Mean StD/Mean Distance : 103.32%
Dimensions: 9		Mean Dist: 1.45		Mean Dist StD: 0.97		Mean of StD : 1.42		StD of StD: 0.95		Mean StD/Mean Distance : 97.80%

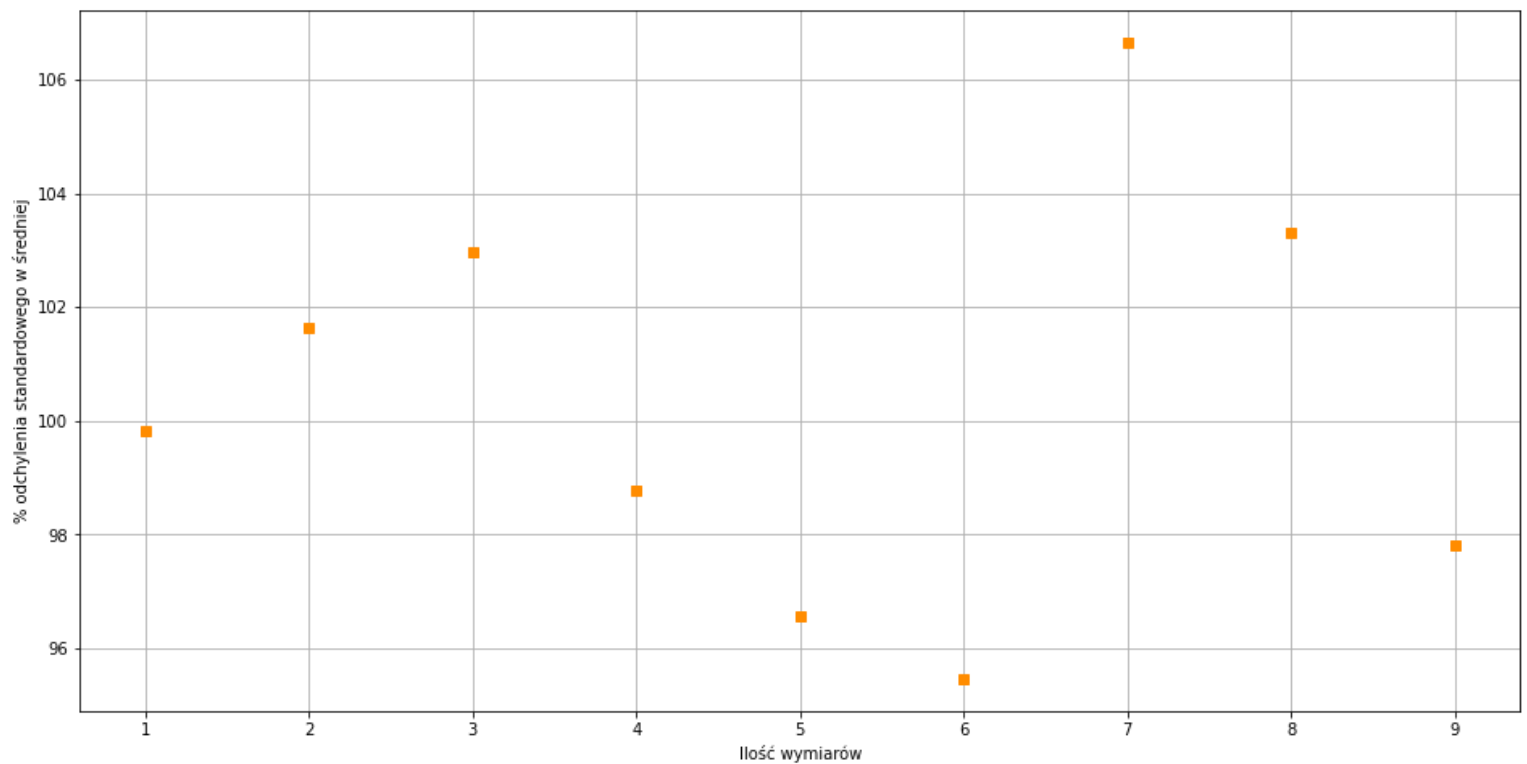
Na podstawie otrzymanych wyników zostały sporządzone wykresy:



**Wykres 3. Wykres średniej odległości punktów dla każdego wymiaru z zaznaczonym odchyleniem standardowym**



**Wykres 4. Wykres średniego odchylenia standardowego dla każdego wymiaru z zaznaczonym odchyleniem standardowym**



**Wykres 5. Stosunek procentowy odchylenia standardowego odległości i średniej odległości dla każdego wymiaru**

**Wnioski i obserwacje:**

- średnia odległość i średnie odchylenie standardowe przyjmują podobne wartości, tak samo jak ich odchylenia standardowe
- na pierwszy rzut oka ciężko dostrzec różnice między wykresami 3 i 4
- powyższe potwierdza wykres 5, na którym widać, że procent odchylenia standardowego w średniej oscyluje w okolicach 100% dla wszystkich wymiarów
- średni dystans (jak i jego odchylenie) zwiększają się razem z ilością wymiarów

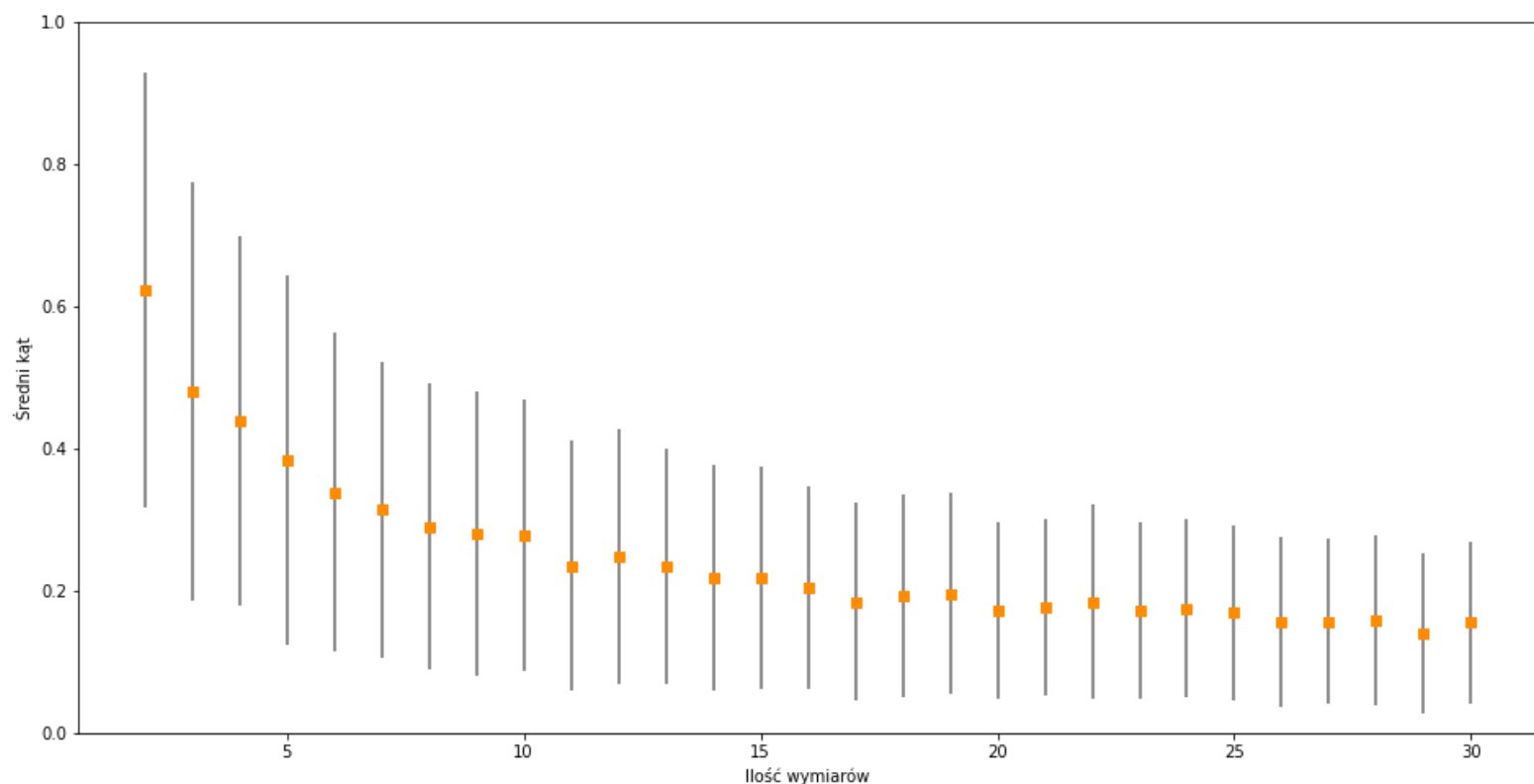
### Zadanie 3.

Test został przeprowadzony dla wymiarów 2D - 30D. W każdym wymiarze test przeprowadzony został 500 razy i w każdym z testów losowane było 1000 punktów, a z nich wybierane 2 wektory (4 punkty). Na podstawie wybranych wektorów obliczany był kąt między nimi. Dla każdego wymiaru obliczony został średni kąt oraz jego odchylenie standardowe.

Wyniki działania programu:

Dimentions: 2	Mean Angle: 0.62	Standard Deviation: 0.30
Dimentions: 3	Mean Angle: 0.48	Standard Deviation: 0.29
Dimentions: 4	Mean Angle: 0.44	Standard Deviation: 0.26
Dimentions: 5	Mean Angle: 0.38	Standard Deviation: 0.26
Dimentions: 6	Mean Angle: 0.34	Standard Deviation: 0.22
Dimentions: 7	Mean Angle: 0.31	Standard Deviation: 0.21
Dimentions: 8	Mean Angle: 0.29	Standard Deviation: 0.20
Dimentions: 9	Mean Angle: 0.28	Standard Deviation: 0.20
Dimentions: 10	Mean Angle: 0.28	Standard Deviation: 0.19
Dimentions: 11	Mean Angle: 0.23	Standard Deviation: 0.18
Dimentions: 12	Mean Angle: 0.25	Standard Deviation: 0.18
Dimentions: 13	Mean Angle: 0.23	Standard Deviation: 0.17
Dimentions: 14	Mean Angle: 0.22	Standard Deviation: 0.16
Dimentions: 15	Mean Angle: 0.22	Standard Deviation: 0.16
Dimentions: 16	Mean Angle: 0.20	Standard Deviation: 0.14
Dimentions: 17	Mean Angle: 0.18	Standard Deviation: 0.14
Dimentions: 18	Mean Angle: 0.19	Standard Deviation: 0.14
Dimentions: 19	Mean Angle: 0.20	Standard Deviation: 0.14
Dimentions: 20	Mean Angle: 0.17	Standard Deviation: 0.12
Dimentions: 21	Mean Angle: 0.18	Standard Deviation: 0.12
Dimentions: 22	Mean Angle: 0.18	Standard Deviation: 0.14
Dimentions: 23	Mean Angle: 0.17	Standard Deviation: 0.12
Dimentions: 24	Mean Angle: 0.17	Standard Deviation: 0.12
Dimentions: 25	Mean Angle: 0.17	Standard Deviation: 0.12
Dimentions: 26	Mean Angle: 0.16	Standard Deviation: 0.12
Dimentions: 27	Mean Angle: 0.16	Standard Deviation: 0.12
Dimentions: 28	Mean Angle: 0.16	Standard Deviation: 0.12
Dimentions: 29	Mean Angle: 0.14	Standard Deviation: 0.11
Dimentions: 30	Mean Angle: 0.16	Standard Deviation: 0.11

Na podstawie otrzymanych wyników został sporządzony wykres:



**Wykres 6. Średni kąt razem z odchyleniem standardowym dla każdego wymiaru**

**Wnioski i obserwacje:**

- Wraz ze wzrostem ilości wymiarów zmniejsza się średni kąt pomiędzy losowo wybieranymi wektorami
- Wraz ze wzrostem ilości wymiarów zmniejsza się odchylenie standardowe kąta pomiędzy losowo wybieranymi wektorami
- Im większy wymiar tym spadek średniej i odchylenia maleje