

# **Sieci neuronowe w klasyfikacji wielokategorialnej (wyniki eksperymentalne)**

Rafał Grodzicki



# Sieci neuronowe w klasyfikacji wielokategorialnej

- Problem klasyfikacji wielokategorialnej (multilabel classification)
- Sieć neuronowa w klasyfikacji wielokategorialnej (metoda BP-MLL)
- Modyfikacje funkcji błędu
- Miary oceny jakości klasyfikacji wielokategorialnej
  - Hamming loss
  - One-error
  - Ranking loss
  - Coverage
  - Average precision
- Zastosowania, wyniki eksperymentalne
  - Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży
  - Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych
  - Klasyfikacja filmów do kategorii tematycznych
- Dalsze prace

# Problem klasyfikacji wielokategorialnej (multilabel classification)

- Zbiór danych wejściowych:

$$X = R^d$$

- Zbiór klas (kategorii):

$$Y = \{0, 1, \dots, Q-1\}$$

- Zbiór uczący:

$$T = \{(x_1, Y_1), (x_2, Y_2), \dots, (x_m, Y_m)\}, \quad x_i \in X, \quad Y_i \subset Y, \quad Y_i \neq \emptyset$$

- Wielokategorialny system uczący się  
(multilabel learning system)

- Wygenerowanie wielokategorialnego klasyfikatora:

$$h: X \rightarrow 2^Y$$

# Problem klasyfikacji wielokategorialnej (multilabel classification)

- Zamiast klasyfikatora ( $h$ ) system tworzy funkcję:  
$$f : X \times Y \rightarrow R$$
- Dla pary uczącej  $(x_i, Y_i)$ ,  $x_i \in X$ ,  $Y_i \subset Y$ ,  $Y_i \neq \emptyset$  system dąży do wygenerowania funkcji spełniającej warunek  $(\forall y_1 \in Y_i \wedge y_2 \notin Y_i) \quad f(x_i, y_1) > f(x_i, y_2)$
- Na podstawie utworzonej funkcji można wygenerować klasyfikator:  
$$(\forall x \in X) \quad h(x) = \{y \in Y : f(x, y) > t(x)\}$$
gdzie  $t : X \rightarrow R$  jest funkcją progową

# Sieć neuronowa w klasyfikacji wielokategorialnej (metoda BP-MLL)

- BP-MLL (Backpropagation for Multilabel Learning)
- Autorzy:
  - Min-Ling Zhang
  - Zhi-Hua Zhou
- Pierwszy wielokategorialny system uczący się oparty na sieciach neuronowych
- Perceptron ze zmodyfikowaną funkcją błędu
- Uczenie – wsteczna propagacja błędu

# Sieć neuronowa w klasyfikacji wielokategorialnej (metoda BP-MLL)

- Funkcja błędu

- Klasyczna – błąd średniokwadratowy

$$E = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^Q (c_j^i - d_j^i)^2, \quad c_j^i = c_j(x_i), \quad d_j^i = \begin{cases} +1, & j \in Y_i \\ -1, & j \notin Y_i \end{cases}$$

- Uwzględnia poszczególne kategorie niezależnie
- Nie uwzględnia korelacji pomiędzy kategoriami (klasami)
- Modyfikacja: na wyjściu sieci powinny być większe wartości dla kategorii należących do  $Y_i$  niż dla kategorii spoza  $Y_i$

# Sieć neuronowa w klasyfikacji wielokategoryjnej (metoda BP-MLL)

- Funkcja błędu

- Zmodyfikowana

$$E_1 = \sum_{i=1}^m \frac{\sum_{(k,l) \in Y_i \times \bar{Y}_i} e^{-(c_k^i - c_l^i)}}{|Y_i| |\bar{Y}_i|}, \quad c_j(x_i) = c_j^i$$

- Koncentracja na różnicy pomiędzy wartościami wyjściowymi dla kategorii należących do  $Y_i$  a wartościami wyjściowymi dla kategorii spoza  $Y_i$
  - Silne karanie w przypadku wartości wyjściowych dla kategorii spoza  $Y_i$  większych niż dla kategorii z  $Y_i$
  - Uwzględnianie zależności pomiędzy różnymi klasami – większe wartości na wyjściu sieci dla kategorii należących do  $Y_i$  niż dla kategorii spoza  $Y_i$

# Sieć neuronowa w klasyfikacji wielokategorialnej (metoda BP-MLL)

- Klasyfikacja

- Na podstawie wartości wyjściowych sieci ustalany jest zbiór kategorii (klas) odpowiadający danym wejściowym:

$$\{j \in Y : c_j > t(x)\}$$

gdzie  $t: X \rightarrow R$  jest funkcją progową

- Funkcja progowa:
  - Stała funkcja ( $t(x) = 0$ )
  - Wyznaczana na podstawie zbioru uczącego



# Funkcja błędu – modyfikacje

- Włączenie wartości progowej do funkcji błędu

$$E_2 = \sum_{i=1}^m \frac{\sum_{(k,l) \in Y_i \times \bar{Y}_i} e^{-(c_k^i - c_l^i)} + \sum_{k \in Y_i} e^{-(c_k^i - c_Q^i)} + \sum_{l \in \bar{Y}_i} e^{-(c_Q^i - c_l^i)}}{|Y_i| |\bar{Y}_i| + |Y_i| + |\bar{Y}_i|}$$

$$h(x_i) = \{j \in Y : c_j(x_i) > c_Q(x_i)\}, \quad c_j(x_i) = c_j^i$$

- Wartość  $c_Q(x_i)$  jest interpretowana jako próg
- Funkcja progowa jest wyznaczana poprzez adaptację w procesie uczenia sieci neuronowej
- Koncentracja na różnicach pomiędzy wartościami wyjściowymi dla poszczególnych kategorii a wartością progową

# Funkcja błędu – modyfikacje

- Włączenie do funkcji błędu wartości progowych niezależnych dla poszczególnych kategorii

$$E_3 = \sum_{i=1}^m \frac{\sum_{(k,l) \in Y_i \times \bar{Y}_i} e^{-(c_{2k}^i - c_{2l}^i)} + \sum_{k \in Y_i} e^{-(c_{2k}^i - c_{2k+1}^i)} + \sum_{l \in \bar{Y}_i} e^{-(c_{2l+1}^i - c_{2l}^i)}}{|Y_i| |\bar{Y}_i| + |Y_i| + |\bar{Y}_i|}$$

$$h(x_i) = \{j \in Y : c_{2j}(x_i) > c_{2j+1}(x_i)\}, \quad c_j(x_i) = c_j^i$$

- Wartość  $c_{2j}(x_i)$  jest interpretowana jako wartość wyjściowa dla j-tej kategorii
- Wartość  $c_{2j+1}(x_i)$  jest interpretowana jako próg dla j-tej kategorii
- Koncentracja na różnicach pomiędzy wartościami wyjściowymi dla poszczególnych kategorii a odpowiadającymi im wartościami progowymi

# Funkcja błędu – modyfikacje

- Włączenie do funkcji błędu wartości progowych niezależnych dla poszczególnych kategorii

$$E_4 = \sum_{i=1}^m \frac{\sum_{(k,l) \in Y_i \times \bar{Y}_i} e^{-(c_{2k}^i - c_{2l}^i)} + \sum_{k \in Y_i} \sum_{t \in Y_i} e^{-(c_{2k}^i - c_{2t+1}^i)} + \sum_{l \in \bar{Y}_i} \sum_{t \in \bar{Y}_i} e^{-(c_{2t+1}^i - c_{2l}^i)}}{|Y_i| |\bar{Y}_i| + |Y_i|^2 + |\bar{Y}_i|^2}$$

$$h(x_i) = \{j \in Y : c_{2j}(x_i) > c_{2j+1}(x_i)\}, \quad c_j(x_i) = c_j^i$$

- Koncentracja na różnicach pomiędzy wartościami wyjściowymi dla poszczególnych kategorii a **wszystkimi** wartościami progowymi odpowiadającymi kategoriom **tego samego typu**
- Wartość  $c_{2j}(x_i)$  jest interpretowana jako wartość wyjściowa dla j-tej kategorii
- Wartość  $c_{2j+1}(x_i)$  jest interpretowana jako próg dla j-tej kategorii

# Funkcja błędu – modyfikacje

- Włączenie do funkcji błędu wartości progowych niezależnych dla poszczególnych kategorii

$$E_5 = \sum_{i=1}^m \frac{\sum_{(k,l) \in Y_i \times \bar{Y}_i} \left( e^{-(c_{2k}^i - c_{2l}^i)} + e^{-(c_{2l+1}^i - c_{2k+1}^i)} \right) + \sum_{k \in Y_i} \sum_{t \in Y_i} e^{-(c_{2k}^i - c_{2t+1}^i)} + \sum_{l \in \bar{Y}_i} \sum_{t \in \bar{Y}_i} e^{-(c_{2t+1}^i - c_{2l}^i)}}{2|Y_i||\bar{Y}_i| + |Y_i|^2 + |\bar{Y}_i|^2}$$

$$h(x_i) = \{j \in Y : c_{2j}(x_i) > c_{2j+1}(x_i)\}, \quad c_j(x_i) = c_j^i$$

- Uwzględnianie różnic pomiędzy wartościami progowymi odpowiadającymi kategoriom **różnego typu**
- Mniejsze wartości progowe dla kategorii należących do  $Y_i$  niż dla kategorii spoza  $Y_i$
- Wartość  $c_{2j}(x_i)$  jest interpretowana jako wartość wyjściowa dla j-tej kategorii
- Wartość  $c_{2j+1}(x_i)$  jest interpretowana jako próg dla j-tej kategorii

# Miary oceny jakości klasyfikacji wielokategorialnej

- Hamming loss

- Określa jak często występuje błędna klasyfikacja (obiekt zaklasyfikowany jako należący do danej kategorii podczas gdy do niej nie należy)
- Im mniejsza wartość tym lepiej

$$hloss(h) = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \frac{1}{Q} |h(x_i) \Delta Y_i|,$$

$$h(x_i) \Delta Y_i = (h(x_i) \cup Y_i) \setminus (h(x_i) \cap Y_i)$$

# Miary oceny jakości klasyfikacji wielokategoryjnej

- One-error
  - Określa jak często kategoria o najwyższej wartości wyjściowej nie należy do zbioru  $Y_i$
  - Im mniejsza wartość tym lepiej

$$oneerror(f) = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p [(\arg \max_{y \in Y} f(x_i, y)) \notin Y_i]$$

# Miary oceny jakości klasyfikacji wielokategoryjnej

- Ranking loss

- Określa uśrednioną część par kategorii  $(y_1, y_2)$ ,  $(y_1 \in Y_i \wedge y_2 \notin Y_i \wedge f(x_i, y_1) \leq f(x_i, y_2))$
- Wskazuje jak często kategoria należąca do zbioru  $Y_i$  ma nie większą wartość wyjściową niż kategoria spoza tego zbioru
- Im mniejsza wartość tym lepiej

$$rloss(f) = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \frac{1}{|Y_i| |\bar{Y}_i|} \left| \left\{ (y_1, y_2) \in Y_i \times \bar{Y}_i : f(x_i, y_1) \leq f(x_i, y_2) \right\} \right|$$

# Miary oceny jakości klasyfikacji wielokategoryjnej

- Coverage

- Określa uśrednioną liczbę kategorii o wyższej wartości wyjściowej niż kategoria o najniższej wartości wyjściowej należąca do zbioru  $Y_i$
- Im mniejsza wartość tym lepiej

$$coverage(f) = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \left( \max_{y \in Y_i} rank_f(x_i, y) - 1 \right)$$

$$rank_f : X \times Y \rightarrow \{1, 2, \dots, Q\}$$

$$f(x_i, y_1) > f(x_i, y_2) \Rightarrow rank_f(x_i, y_1) < rank_f(x_i, y_2)$$



# Miary oceny jakości klasyfikacji wielokategorialnej

- Average precision
  - Określa jaka część kategorii o nie mniejszych wartościach wyjściowych niż poszczególne kategorie należące do zbioru  $Y_i$  należy do zbioru  $Y_i$
  - Im większa wartość tym lepiej (1 – idealny klasyfikator)

$$avgprec(f) = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \frac{1}{|Y_i|} \sum_{y \in Y_i} \frac{|\{y' \in Y_i : rank_f(x_i, y') \leq rank_f(x_i, y)\}|}{rank_f(x_i, y)}$$

$$rank_f : X \times Y \rightarrow \{1, 2, \dots, Q\}$$

$$f(x_i, y_1) > f(x_i, y_2) \Rightarrow rank_f(x_i, y_1) < rank_f(x_i, y_2)$$

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – opis problemu

- Genomika funkcjonalna (functional genomics)
  - Określenie funkcji genów i kodowanych przez nie białek w oparciu o dane biologiczne:
    - Mikromacierze DNA
      - Poziomy ekspresji genów w różnych warunkach
    - Profile filogenetyczne
      - Ciąg bitów odpowiadających genomom różnych gatunków określających czy rozpatrywany gen występuje w danym gatunku (1) czy też nie (0)
  - Każdy gen powiązany ze zbiorem funkcji (klas)

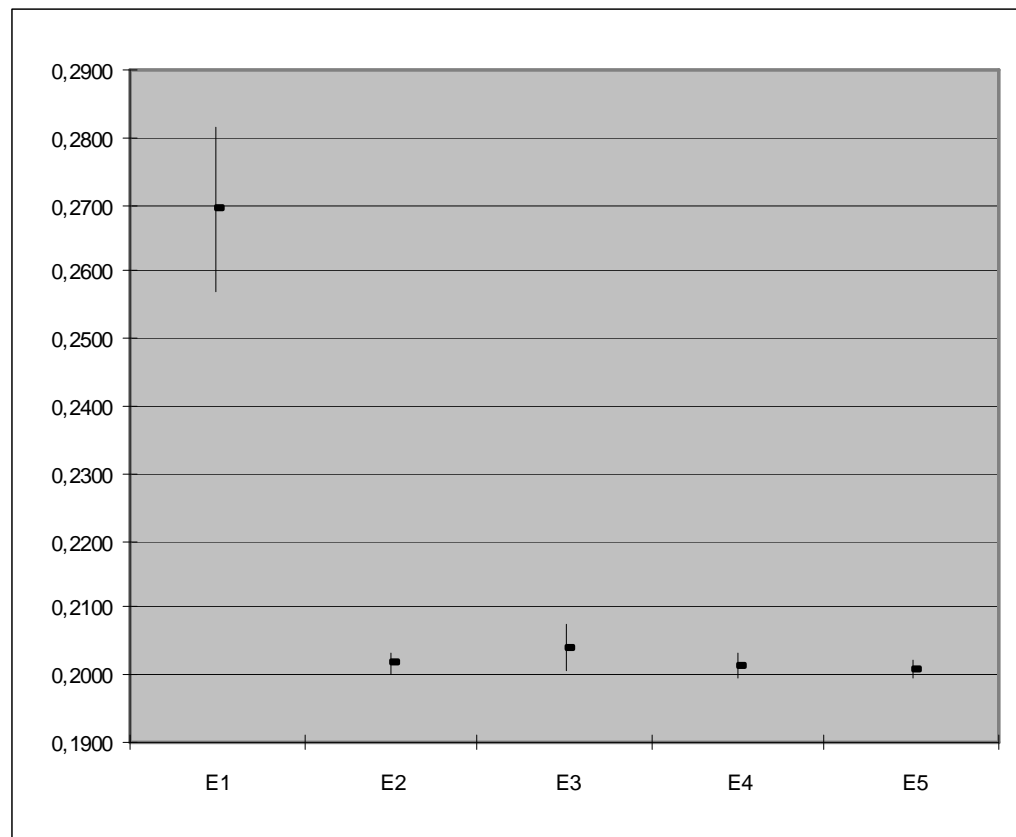
# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – opis problemu

- Zbiór danych dla genomu drożdży
  - 103-wymiarowy wektor wejściowy (dane z mikromacierzy DNA i profili filogenetycznych)
  - 14 klas funkcji genów (Metabolism, Protein Synthesis, Ionic Homeostasis, Energy, Protein Destination, Cell Growth and Division, Transcription, Cellular Biogenesis, Cell Rescue and Defense, Transport Facilitation, Cellular Organization, Transposable Elements Viral and Plasmid Proteins, Cellular Communication and Signal Transduction, Cellular Transport and Transport Mechanisms)
  - Zbiór uczący: 1500
  - Zbiór testowy: 917

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – eksperymenty

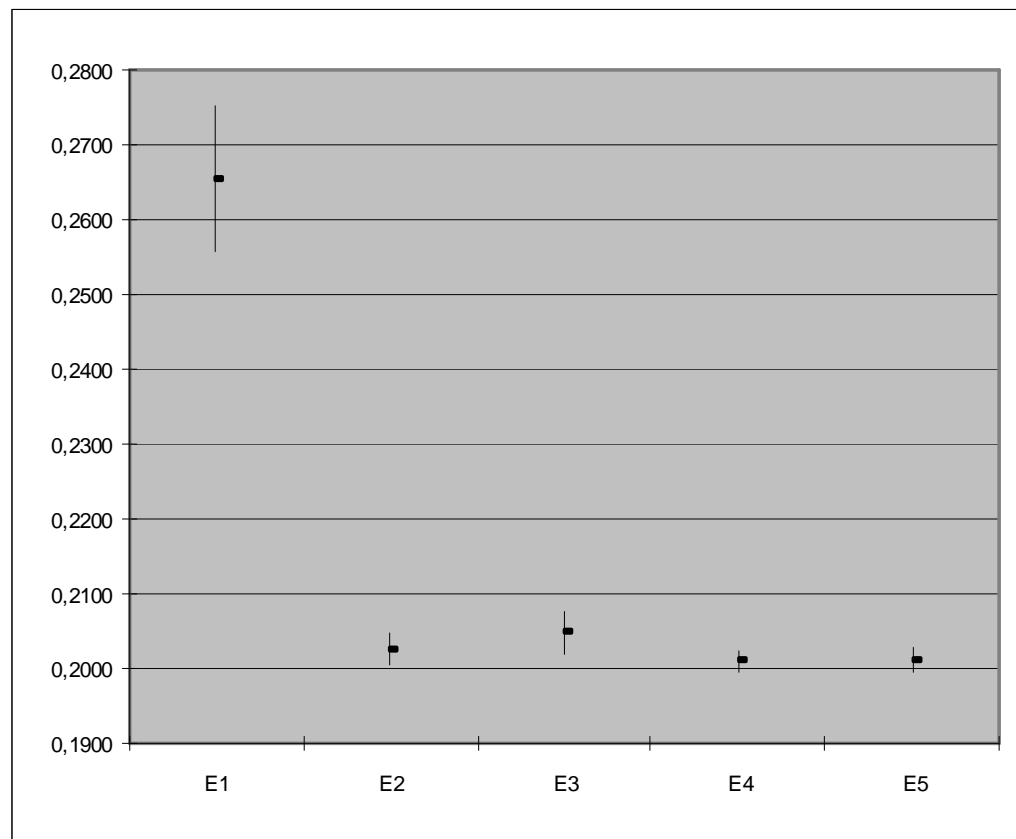
- Parametry sieci neuronowej
  - Współczynnik uczenia: 0.05
  - Learning decay: 0.5
  - Liczba neuronów w warstwie ukrytej
    - 14 (1 x liczba klas)
    - 28 (2 x liczba klas),
    - 42 (3 x liczba klas),
    - 56 (4 x liczba klas)
  - 100 epok
- Po 30 eksperymentów dla 5 funkcji błędu i 4 konfiguracji liczby neuronów w warstwie ukrytej

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Hamming loss



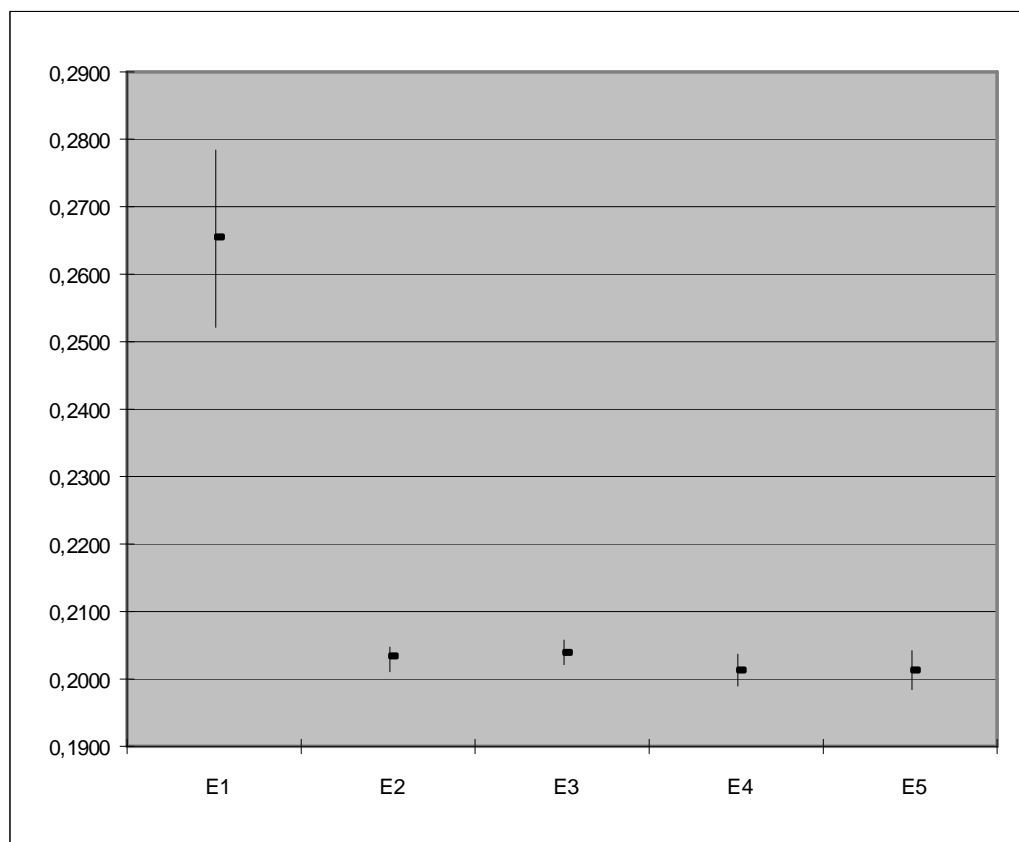
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	<b>0,2692</b>	<b>0,2018</b>	<b>0,2040</b>	<b>0,2014</b>	<b>0,2008</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0122</b>	<b>0,0016</b>	<b>0,0035</b>	<b>0,0019</b>	<b>0,0015</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,2653	0,2026	0,2046	0,2009	0,2011	<b>AVG</b>
	0,0097	0,0020	0,0029	0,0015	0,0016	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,2653	0,2030	0,2039	0,2012	0,2013	<b>AVG</b>
	0,0131	0,0019	0,0018	0,0022	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,2638	0,2031	0,2045	0,2018	0,2009	<b>AVG</b>
	0,0126	0,0023	0,0028	0,0024	0,0018	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcyjnych genomu drożdży – Hamming loss



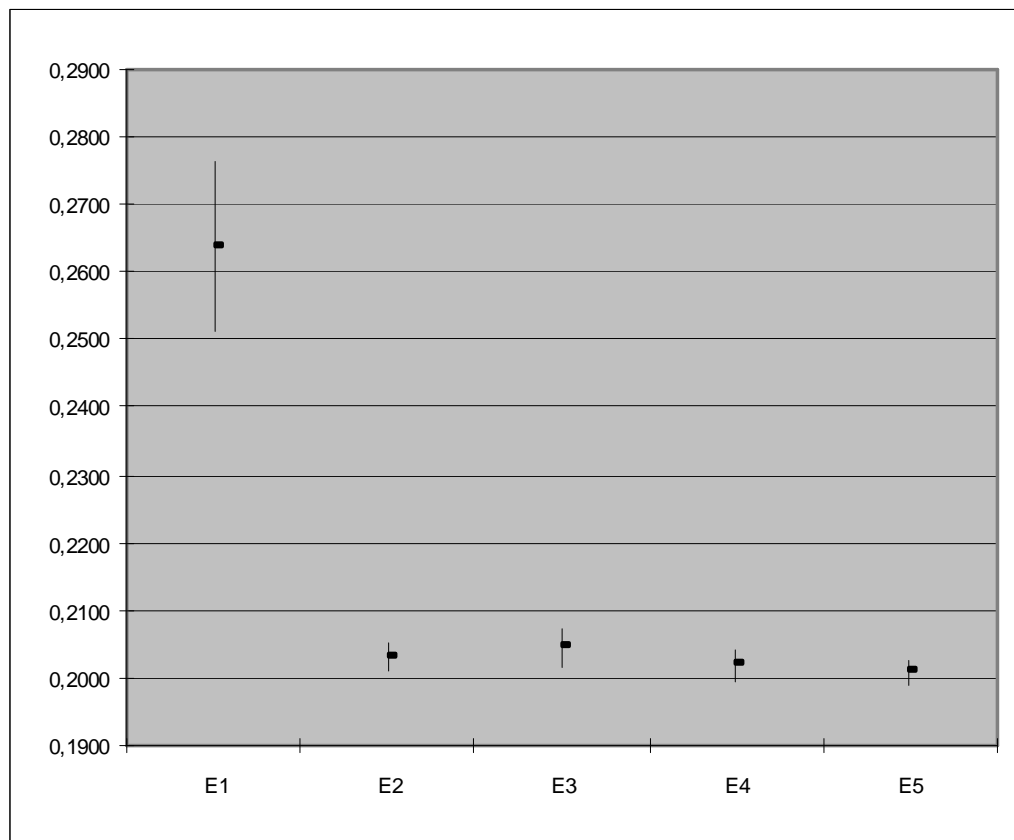
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,2692	0,2018	0,2040	0,2014	0,2008	<b>AVG</b>
	0,0122	0,0016	0,0035	0,0019	0,0015	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	<b>0,2653</b>	<b>0,2026</b>	<b>0,2046</b>	<b>0,2009</b>	<b>0,2011</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0097</b>	<b>0,0020</b>	<b>0,0029</b>	<b>0,0015</b>	<b>0,0016</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,2653	0,2030	0,2039	0,2012	0,2013	<b>AVG</b>
	0,0131	0,0019	0,0018	0,0022	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,2638	0,2031	0,2045	0,2018	0,2009	<b>AVG</b>
	0,0126	0,0023	0,0028	0,0024	0,0018	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Hamming loss



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,2692	0,2018	0,2040	0,2014	0,2008	<b>AVG</b>
	0,0122	0,0016	0,0035	0,0019	0,0015	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,2653	0,2026	0,2046	0,2009	0,2011	<b>AVG</b>
	0,0097	0,0020	0,0029	0,0015	0,0016	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	<b>0,2653</b>	<b>0,2030</b>	<b>0,2039</b>	<b>0,2012</b>	<b>0,2013</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0131</b>	<b>0,0019</b>	<b>0,0018</b>	<b>0,0022</b>	<b>0,0028</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,2638	0,2031	0,2045	0,2018	0,2009	<b>AVG</b>
	0,0126	0,0023	0,0028	0,0024	0,0018	<b>STD.DEV.</b>

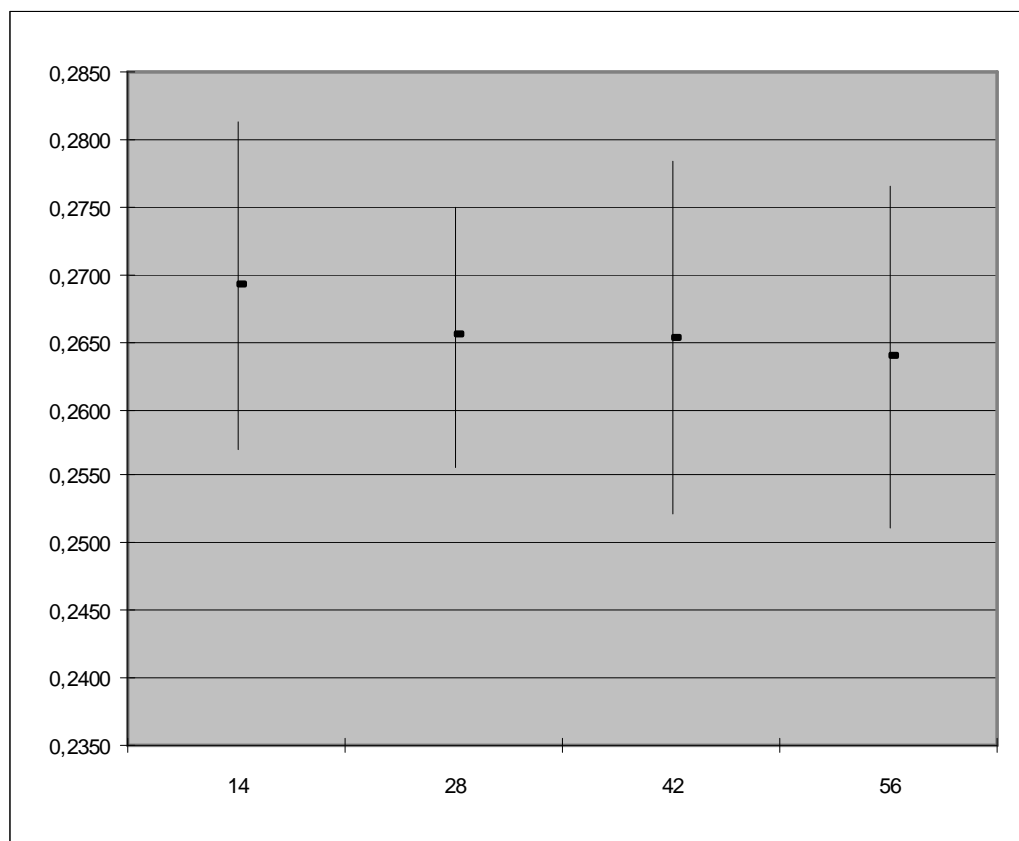
# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Hamming loss



	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,2692	0,2018	0,2040	0,2014	0,2008	AVG
	0,0122	0,0016	0,0035	0,0019	0,0015	STD.DEV.
28	0,2653	0,2026	0,2046	0,2009	0,2011	AVG
	0,0097	0,0020	0,0029	0,0015	0,0016	STD.DEV.
42	0,2653	0,2030	0,2039	0,2012	0,2013	AVG
	0,0131	0,0019	0,0018	0,0022	0,0028	STD.DEV.
56	0,2638	0,2031	0,2045	0,2018	0,2009	AVG
	0,0126	0,0023	0,0028	0,0024	0,0018	STD.DEV.

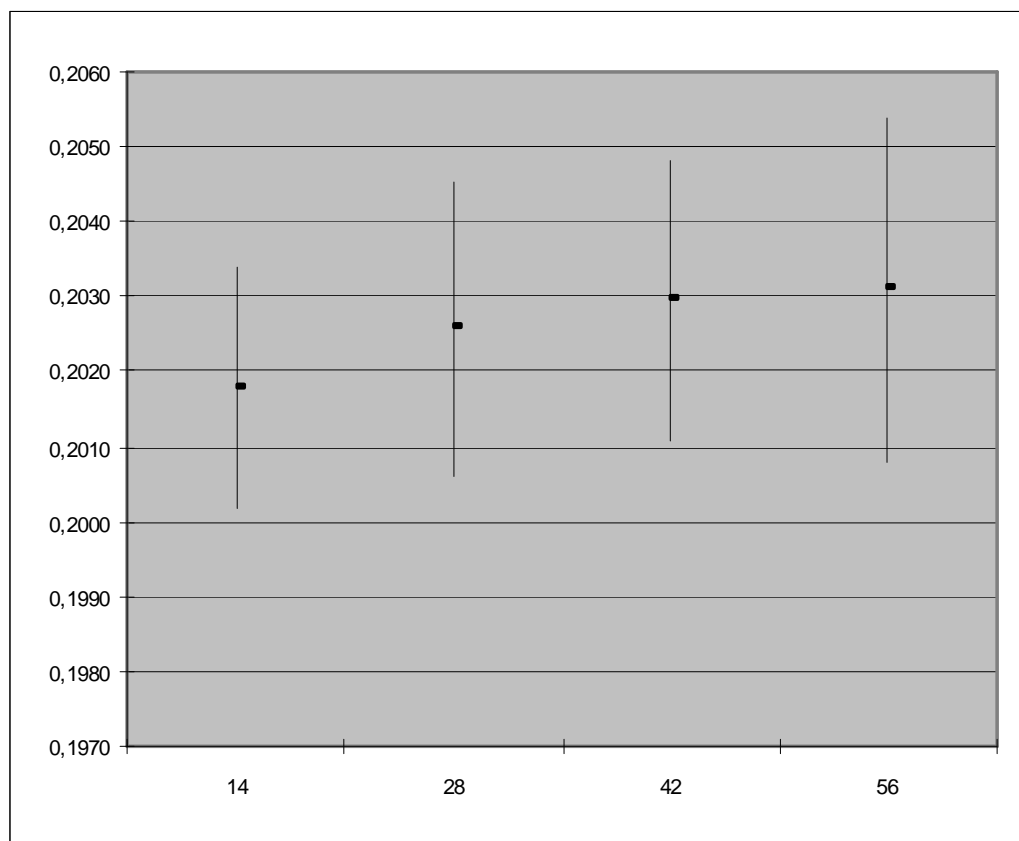


# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Hamming loss



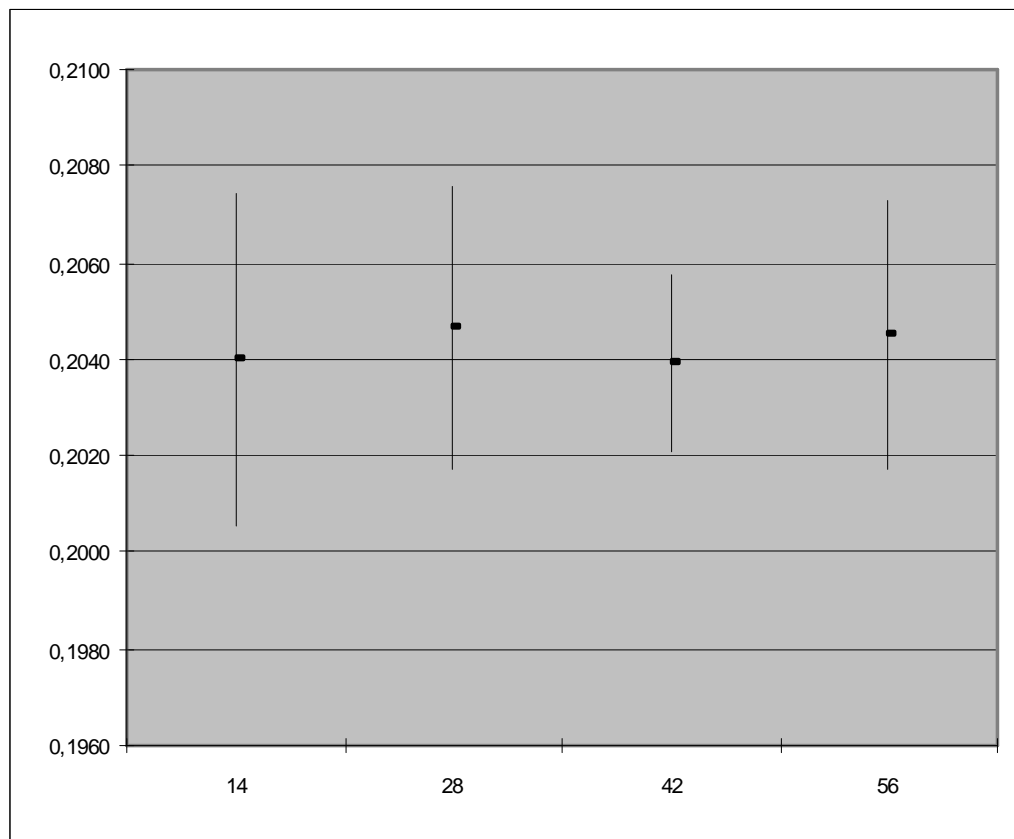
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	<b>0,2692</b>	0,2018	0,2040	0,2014	0,2008	<b>AVG</b>
	<b>0,0122</b>	0,0016	0,0035	0,0019	0,0015	<b>STD.DEV.</b>
28	<b>0,2653</b>	0,2026	0,2046	0,2009	0,2011	<b>AVG</b>
	<b>0,0097</b>	0,0020	0,0029	0,0015	0,0016	<b>STD.DEV.</b>
42	<b>0,2653</b>	0,2030	0,2039	0,2012	0,2013	<b>AVG</b>
	<b>0,0131</b>	0,0019	0,0018	0,0022	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
56	<b>0,2638</b>	0,2031	0,2045	0,2018	0,2009	<b>AVG</b>
	<b>0,0126</b>	0,0023	0,0028	0,0024	0,0018	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Hamming loss



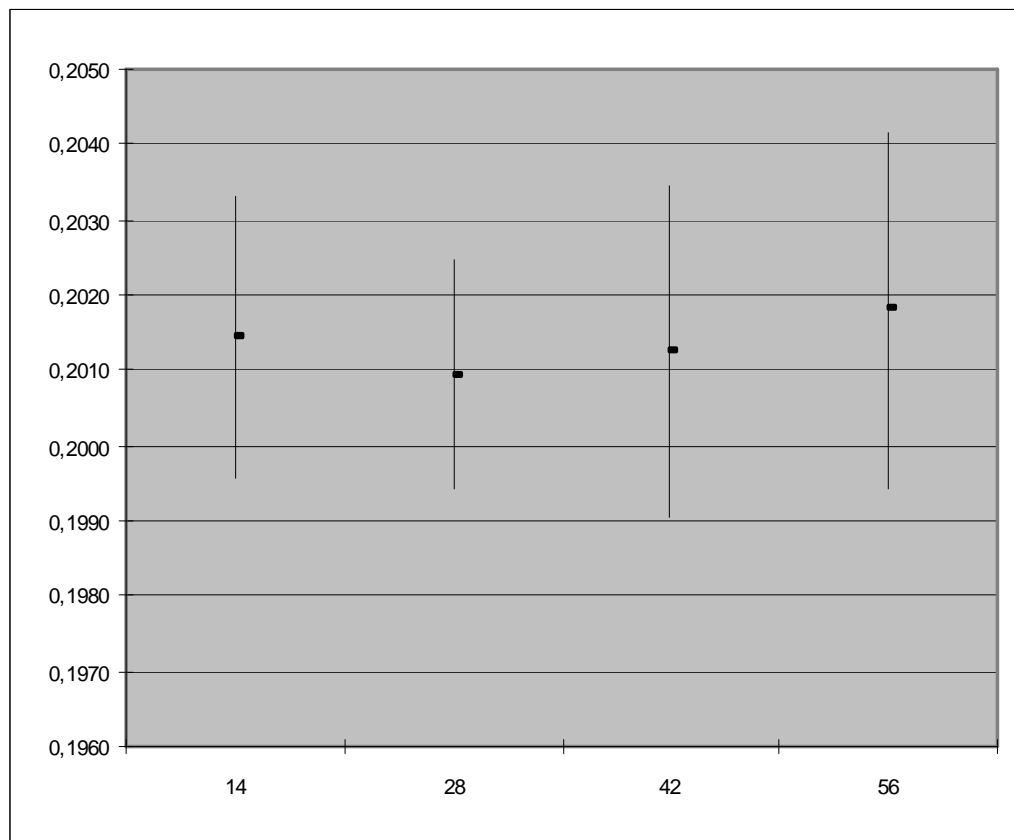
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,2692	<b>0,2018</b>	0,2040	0,2014	0,2008	<b>AVG</b>
	0,0122	<b>0,0016</b>	0,0035	0,0019	0,0015	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,2653	<b>0,2026</b>	0,2046	0,2009	0,2011	<b>AVG</b>
	0,0097	<b>0,0020</b>	0,0029	0,0015	0,0016	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,2653	<b>0,2030</b>	0,2039	0,2012	0,2013	<b>AVG</b>
	0,0131	<b>0,0019</b>	0,0018	0,0022	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,2638	<b>0,2031</b>	0,2045	0,2018	0,2009	<b>AVG</b>
	0,0126	<b>0,0023</b>	0,0028	0,0024	0,0018	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Hamming loss



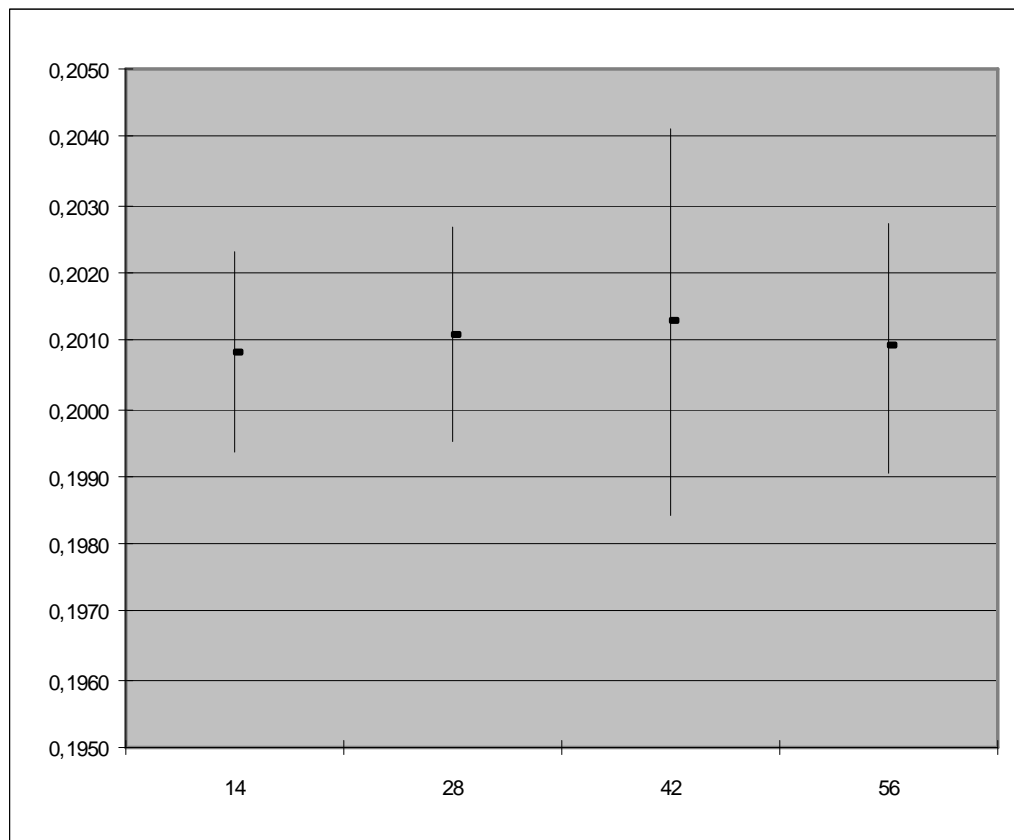
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,2692	0,2018	0,2040	0,2014	0,2008	AVG
	0,0122	0,0016	0,0035	0,0019	0,0015	STD.DEV.
28	0,2653	0,2026	0,2046	0,2009	0,2011	AVG
	0,0097	0,0020	0,0029	0,0015	0,0016	STD.DEV.
42	0,2653	0,2030	0,2039	0,2012	0,2013	AVG
	0,0131	0,0019	0,0018	0,0022	0,0028	STD.DEV.
56	0,2638	0,2031	0,2045	0,2018	0,2009	AVG
	0,0126	0,0023	0,0028	0,0024	0,0018	STD.DEV.

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Hamming loss



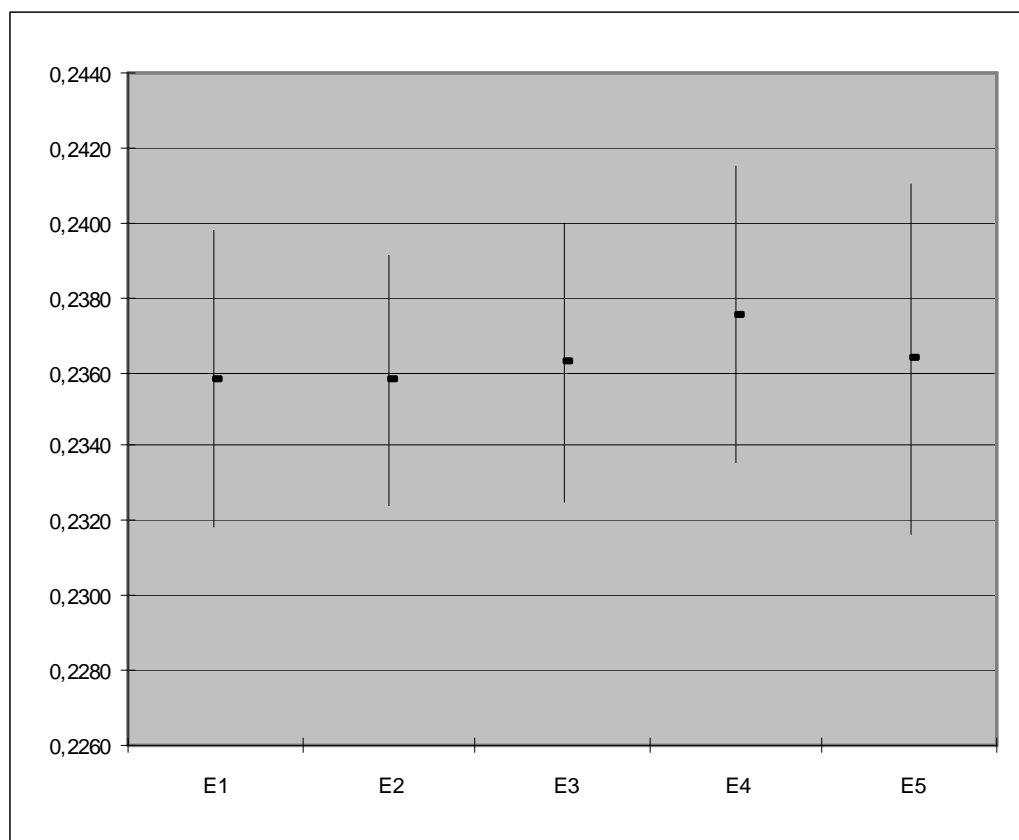
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,2692	0,2018	0,2040	<b>0,2014</b>	0,2008	<b>AVG</b>
	0,0122	0,0016	0,0035	<b>0,0019</b>	0,0015	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,2653	0,2026	0,2046	<b>0,2009</b>	0,2011	<b>AVG</b>
	0,0097	0,0020	0,0029	<b>0,0015</b>	0,0016	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,2653	0,2030	0,2039	<b>0,2012</b>	0,2013	<b>AVG</b>
	0,0131	0,0019	0,0018	<b>0,0022</b>	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,2638	0,2031	0,2045	<b>0,2018</b>	0,2009	<b>AVG</b>
	0,0126	0,0023	0,0028	<b>0,0024</b>	0,0018	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Hamming loss



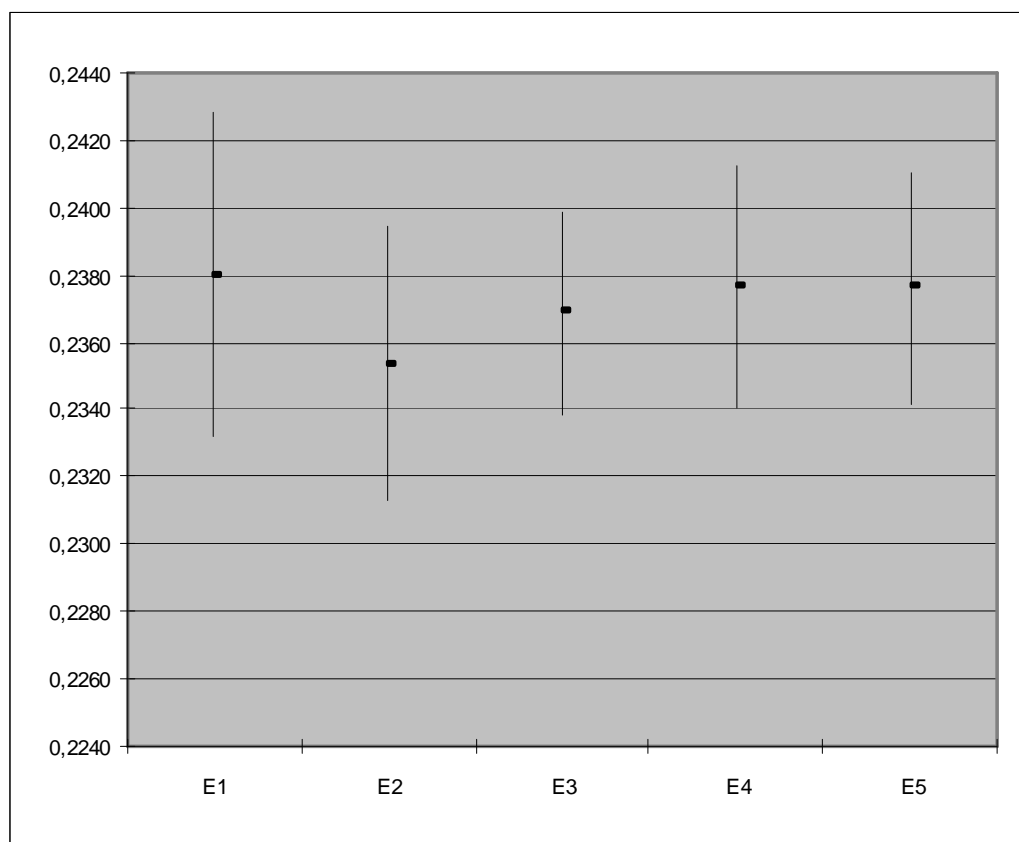
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,2692	0,2018	0,2040	0,2014	0,2008	<b>AVG</b>
	0,0122	0,0016	0,0035	0,0019	0,0015	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,2653	0,2026	0,2046	0,2009	0,2011	<b>AVG</b>
	0,0097	0,0020	0,0029	0,0015	0,0016	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,2653	0,2030	0,2039	0,2012	0,2013	<b>AVG</b>
	0,0131	0,0019	0,0018	0,0022	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,2638	0,2031	0,2045	0,2018	0,2009	<b>AVG</b>
	0,0126	0,0023	0,0028	0,0024	0,0018	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – One-error



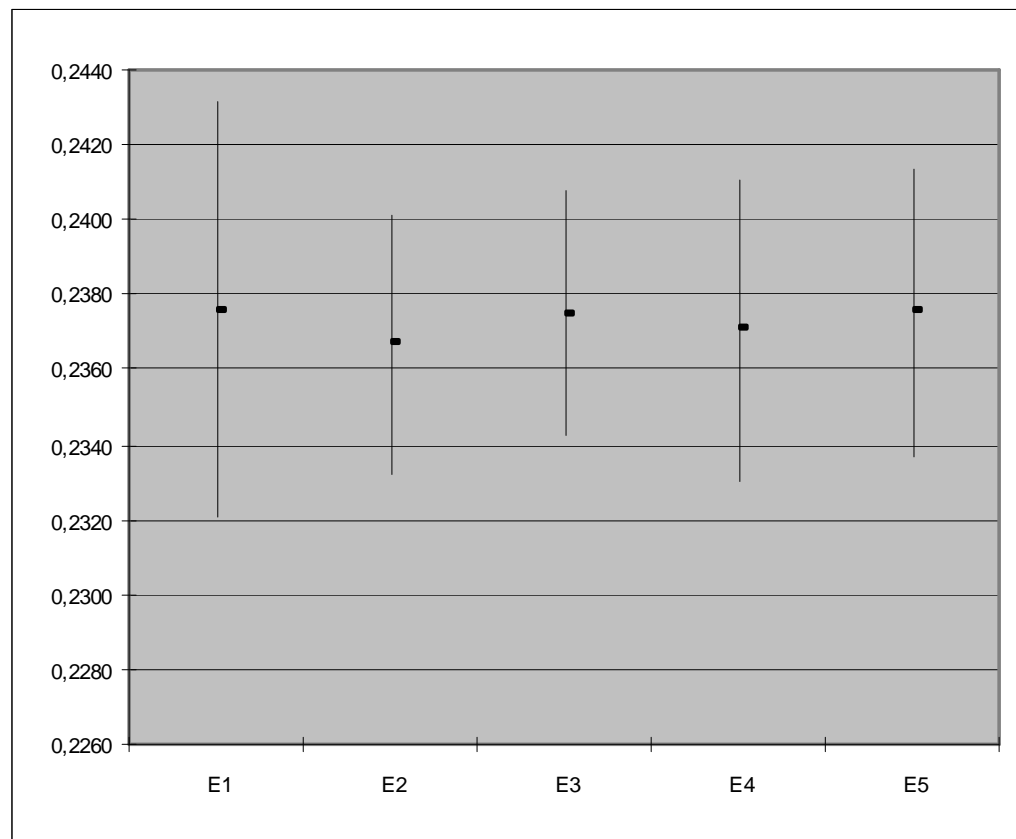
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	<b>0,2358</b>	<b>0,2358</b>	<b>0,2362</b>	<b>0,2375</b>	<b>0,2363</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0040</b>	<b>0,0034</b>	<b>0,0037</b>	<b>0,0040</b>	<b>0,0047</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,2380	0,2354	0,2369	0,2377	0,2376	<b>AVG</b>
	0,0048	0,0041	0,0030	0,0036	0,0035	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,2376	0,2367	0,2375	0,2370	0,2375	<b>AVG</b>
	0,0056	0,0035	0,0033	0,0040	0,0039	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,2368	0,2370	0,2386	0,2377	0,2382	<b>AVG</b>
	0,0048	0,0036	0,0039	0,0029	0,0039	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – One-error



	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,2358	0,2358	0,2362	0,2375	0,2363	<b>AVG</b>
	0,0040	0,0034	0,0037	0,0040	0,0047	<b>STD.DEV.</b>
28	<b>0,2380</b>	<b>0,2354</b>	<b>0,2369</b>	<b>0,2377</b>	<b>0,2376</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0048</b>	<b>0,0041</b>	<b>0,0030</b>	<b>0,0036</b>	<b>0,0035</b>	<b>STD.DEV.</b>
42	0,2376	0,2367	0,2375	0,2370	0,2375	<b>AVG</b>
	0,0056	0,0035	0,0033	0,0040	0,0039	<b>STD.DEV.</b>
56	0,2368	0,2370	0,2386	0,2377	0,2382	<b>AVG</b>
	0,0048	0,0036	0,0039	0,0029	0,0039	<b>STD.DEV.</b>

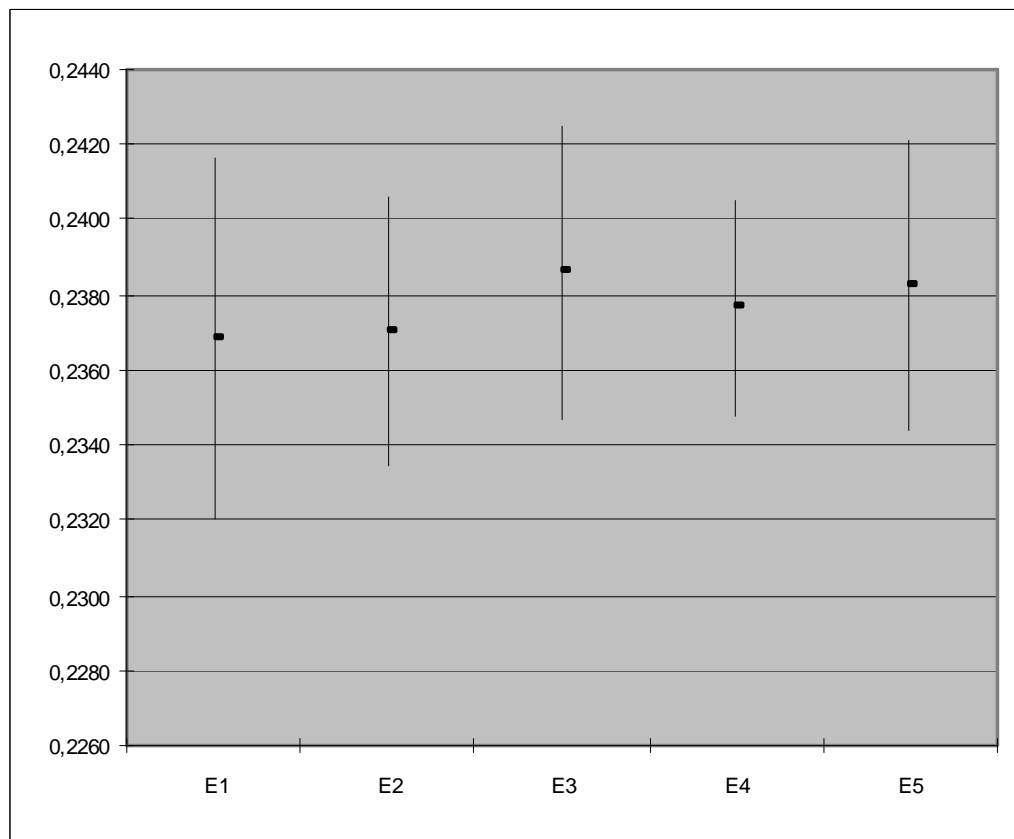
# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – One-error



	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,2358	0,2358	0,2362	0,2375	0,2363	<b>AVG</b>
	0,0040	0,0034	0,0037	0,0040	0,0047	<b>STD.DEV.</b>
28	0,2380	0,2354	0,2369	0,2377	0,2376	<b>AVG</b>
	0,0048	0,0041	0,0030	0,0036	0,0035	<b>STD.DEV.</b>
42	<b>0,2376</b>	<b>0,2367</b>	<b>0,2375</b>	<b>0,2370</b>	<b>0,2375</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0056</b>	<b>0,0035</b>	<b>0,0033</b>	<b>0,0040</b>	<b>0,0039</b>	<b>STD.DEV.</b>
56	0,2368	0,2370	0,2386	0,2377	0,2382	<b>AVG</b>
	0,0048	0,0036	0,0039	0,0029	0,0039	<b>STD.DEV.</b>

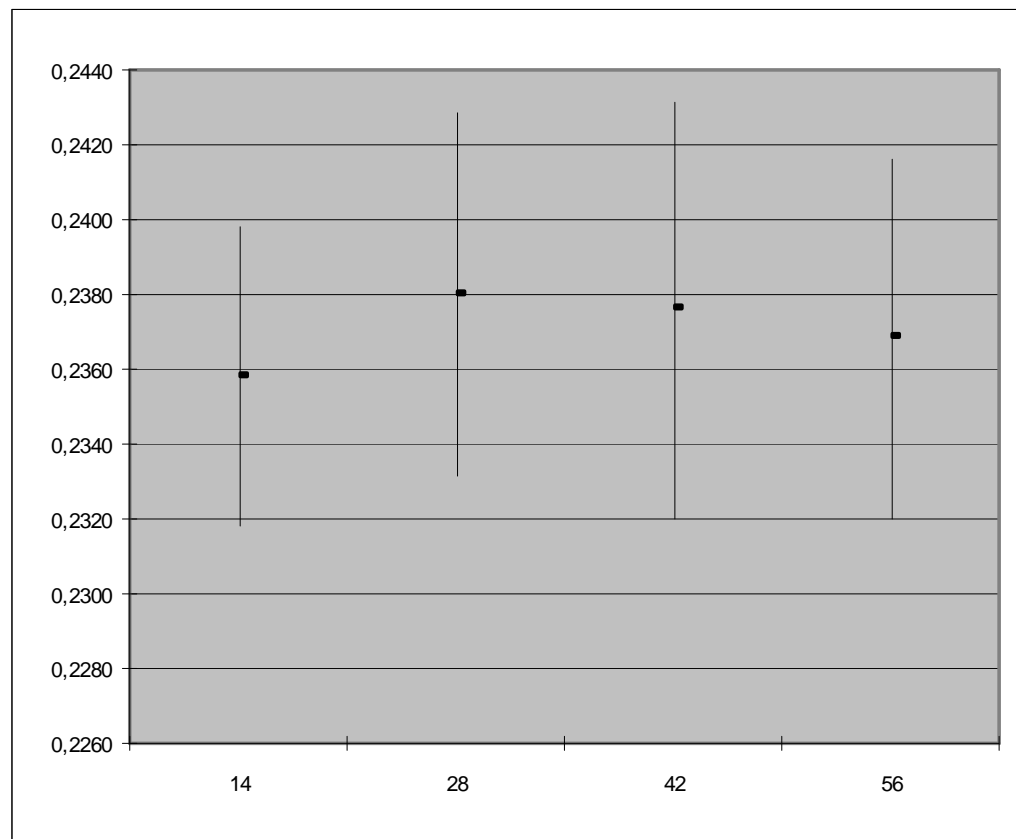


# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – One-error



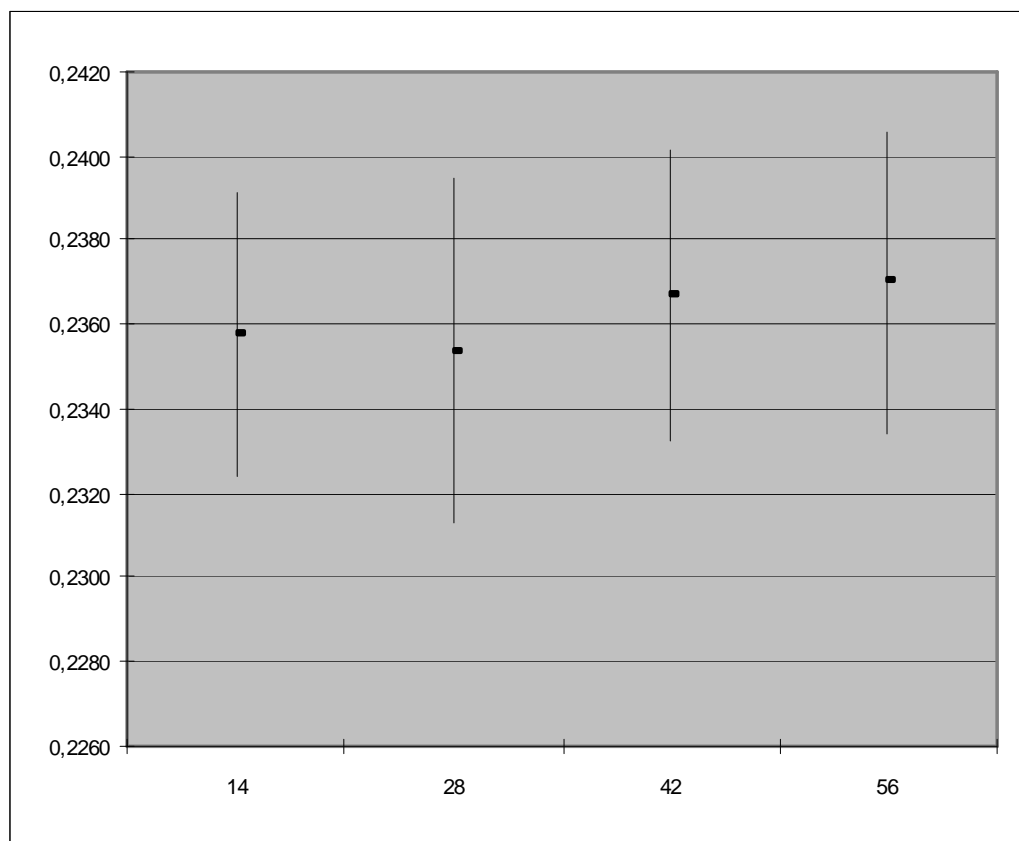
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,2358	0,2358	0,2362	0,2375	0,2363	<b>AVG</b>
	0,0040	0,0034	0,0037	0,0040	0,0047	<b>STD.DEV.</b>
28	0,2380	0,2354	0,2369	0,2377	0,2376	<b>AVG</b>
	0,0048	0,0041	0,0030	0,0036	0,0035	<b>STD.DEV.</b>
42	0,2376	0,2367	0,2375	0,2370	0,2375	<b>AVG</b>
	0,0056	0,0035	0,0033	0,0040	0,0039	<b>STD.DEV.</b>
56	<b>0,2368</b>	<b>0,2370</b>	<b>0,2386</b>	<b>0,2377</b>	<b>0,2382</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0048</b>	<b>0,0036</b>	<b>0,0039</b>	<b>0,0029</b>	<b>0,0039</b>	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – One-error



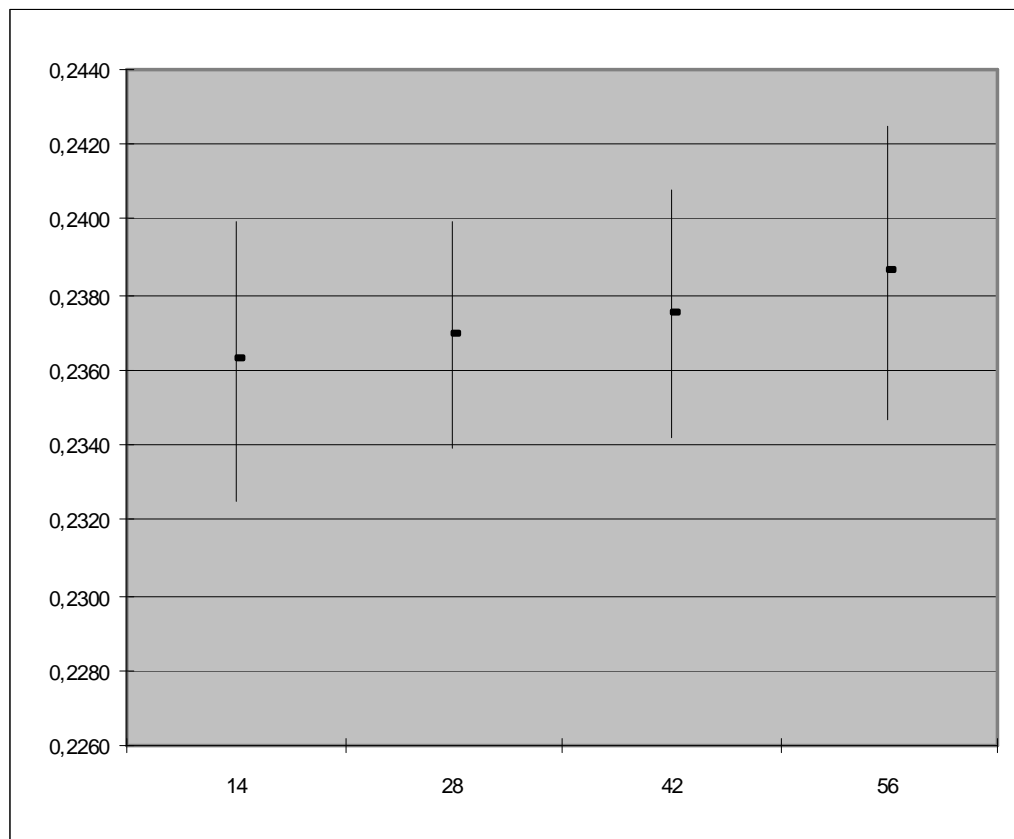
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	<b>0,2358</b>	0,2358	0,2362	0,2375	0,2363	<b>AVG</b>
	<b>0,0040</b>	0,0034	0,0037	0,0040	0,0047	<b>STD.DEV.</b>
28	<b>0,2380</b>	0,2354	0,2369	0,2377	0,2376	<b>AVG</b>
	<b>0,0048</b>	0,0041	0,0030	0,0036	0,0035	<b>STD.DEV.</b>
42	<b>0,2376</b>	0,2367	0,2375	0,2370	0,2375	<b>AVG</b>
	<b>0,0056</b>	0,0035	0,0033	0,0040	0,0039	<b>STD.DEV.</b>
56	<b>0,2368</b>	0,2370	0,2386	0,2377	0,2382	<b>AVG</b>
	<b>0,0048</b>	0,0036	0,0039	0,0029	0,0039	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – One-error



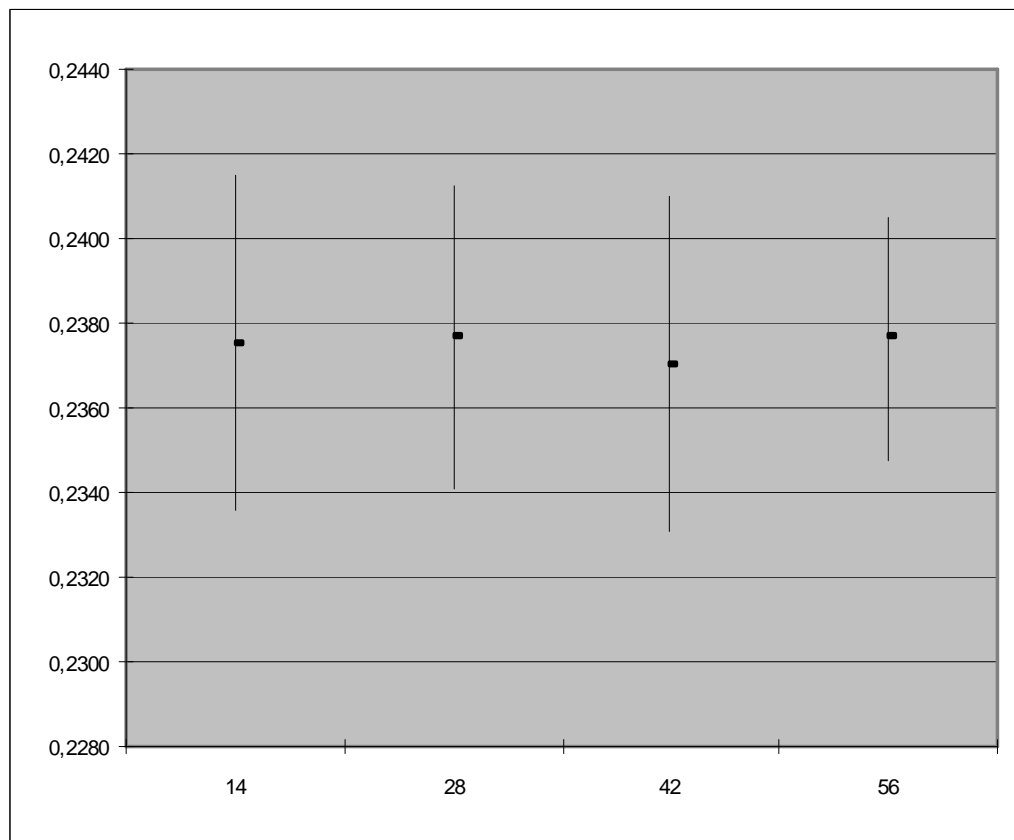
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,2358	<b>0,2358</b>	0,2362	0,2375	0,2363	<b>AVG</b>
	0,0040	<b>0,0034</b>	0,0037	0,0040	0,0047	<b>STD.DEV.</b>
28	0,2380	<b>0,2354</b>	0,2369	0,2377	0,2376	<b>AVG</b>
	0,0048	<b>0,0041</b>	0,0030	0,0036	0,0035	<b>STD.DEV.</b>
42	0,2376	<b>0,2367</b>	0,2375	0,2370	0,2375	<b>AVG</b>
	0,0056	<b>0,0035</b>	0,0033	0,0040	0,0039	<b>STD.DEV.</b>
56	0,2368	<b>0,2370</b>	0,2386	0,2377	0,2382	<b>AVG</b>
	0,0048	<b>0,0036</b>	0,0039	0,0029	0,0039	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – One-error



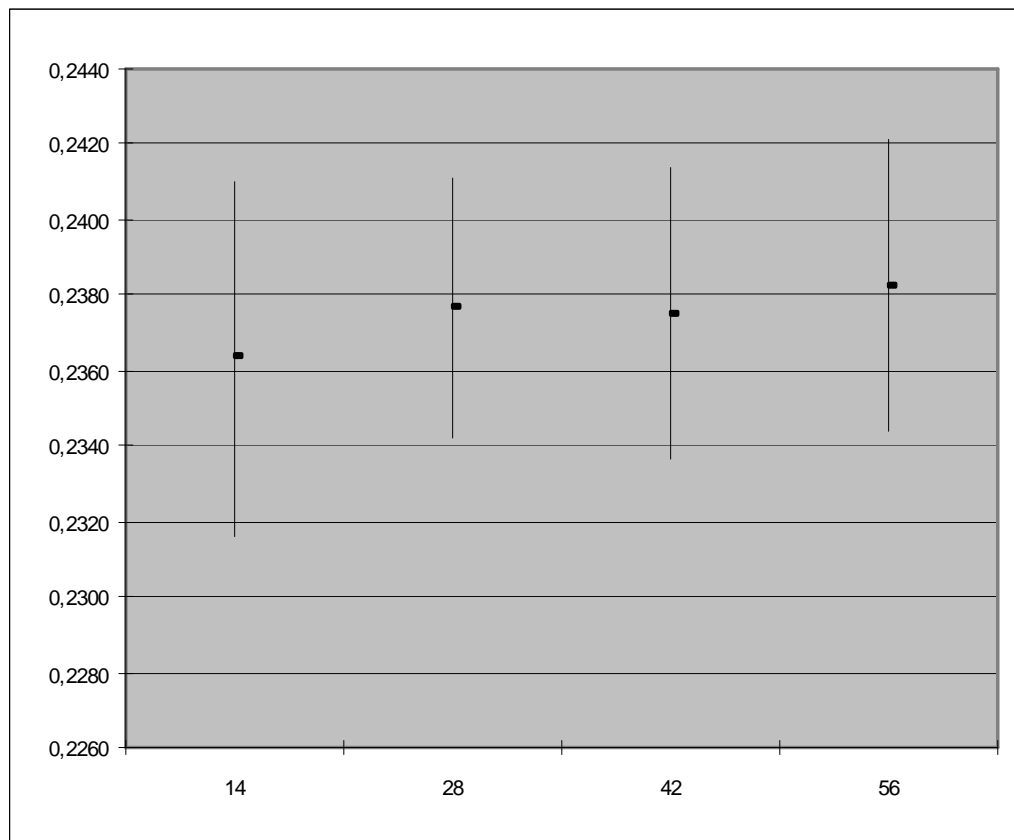
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,2358	0,2358	<b>0,2362</b>	0,2375	0,2363	<b>AVG</b>
	0,0040	0,0034	<b>0,0037</b>	0,0040	0,0047	<b>STD.DEV.</b>
28	0,2380	0,2354	<b>0,2369</b>	0,2377	0,2376	<b>AVG</b>
	0,0048	0,0041	<b>0,0030</b>	0,0036	0,0035	<b>STD.DEV.</b>
42	0,2376	0,2367	<b>0,2375</b>	0,2370	0,2375	<b>AVG</b>
	0,0056	0,0035	<b>0,0033</b>	0,0040	0,0039	<b>STD.DEV.</b>
56	0,2368	0,2370	<b>0,2386</b>	0,2377	0,2382	<b>AVG</b>
	0,0048	0,0036	<b>0,0039</b>	0,0029	0,0039	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – One-error



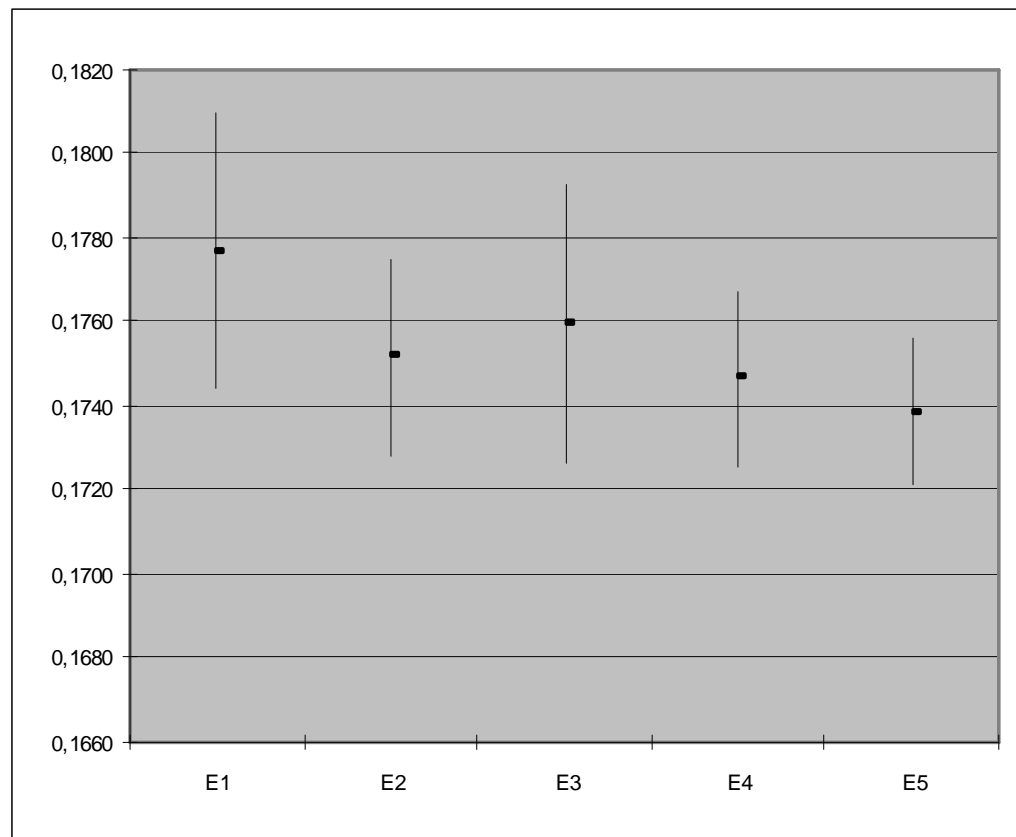
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,2358	0,2358	0,2362	<b>0,2375</b>	0,2363	<b>AVG</b>
	0,0040	0,0034	0,0037	<b>0,0040</b>	0,0047	<b>STD.DEV.</b>
28	0,2380	0,2354	0,2369	<b>0,2377</b>	0,2376	<b>AVG</b>
	0,0048	0,0041	0,0030	<b>0,0036</b>	0,0035	<b>STD.DEV.</b>
42	0,2376	0,2367	0,2375	<b>0,2370</b>	0,2375	<b>AVG</b>
	0,0056	0,0035	0,0033	<b>0,0040</b>	0,0039	<b>STD.DEV.</b>
56	0,2368	0,2370	0,2386	<b>0,2377</b>	0,2382	<b>AVG</b>
	0,0048	0,0036	0,0039	<b>0,0029</b>	0,0039	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – One-error



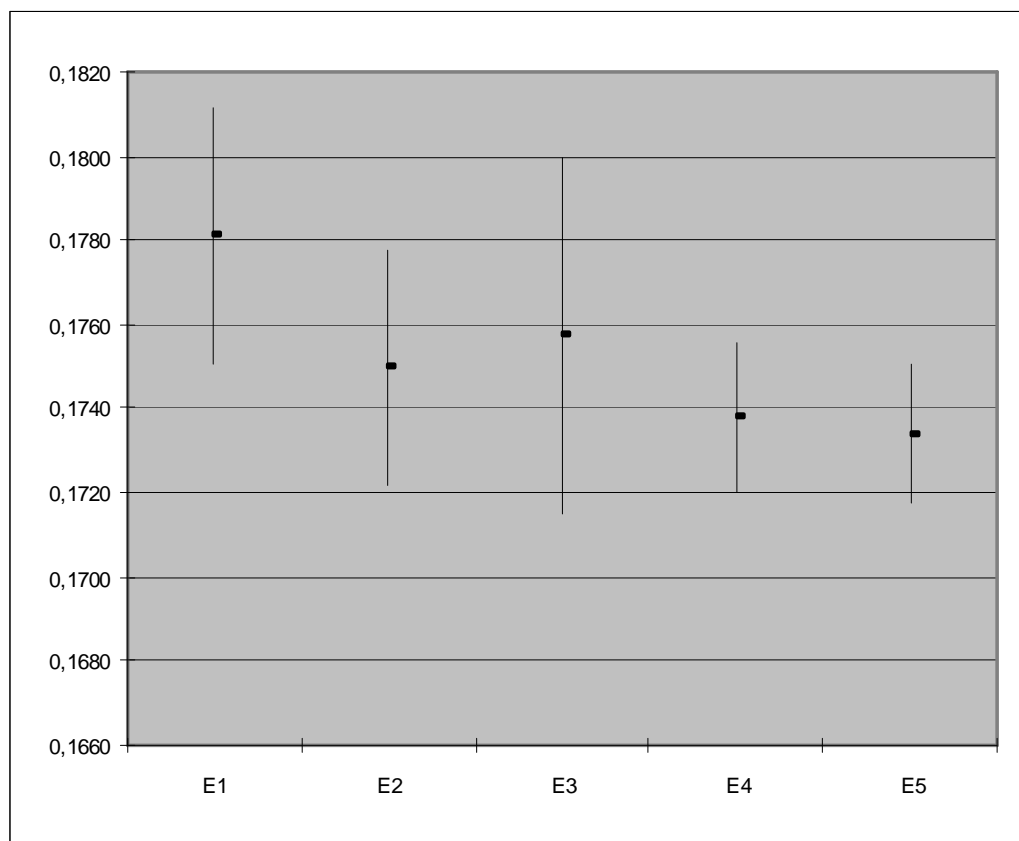
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,2358	0,2358	0,2362	0,2375	<b>0,2363</b>	AVG
	0,0040	0,0034	0,0037	0,0040	<b>0,0047</b>	STD.DEV.
28	0,2380	0,2354	0,2369	0,2377	<b>0,2376</b>	AVG
	0,0048	0,0041	0,0030	0,0036	<b>0,0035</b>	STD.DEV.
42	0,2376	0,2367	0,2375	0,2370	<b>0,2375</b>	AVG
	0,0056	0,0035	0,0033	0,0040	<b>0,0039</b>	STD.DEV.
56	0,2368	0,2370	0,2386	0,2377	<b>0,2382</b>	AVG
	0,0048	0,0036	0,0039	0,0029	<b>0,0039</b>	STD.DEV.

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Ranking loss



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	<b>0,1777</b>	<b>0,1752</b>	<b>0,1760</b>	<b>0,1746</b>	<b>0,1739</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0033</b>	<b>0,0023</b>	<b>0,0033</b>	<b>0,0021</b>	<b>0,0017</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,1781	0,1750	0,1757	0,1738	0,1734	<b>AVG</b>
	0,0030	0,0028	0,0042	0,0018	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,1774	0,1757	0,1763	0,1741	0,1739	<b>AVG</b>
	0,0036	0,0026	0,0029	0,0018	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,1772	0,1754	0,1761	0,1748	0,1734	<b>AVG</b>
	0,0030	0,0037	0,0025	0,0022	0,0015	<b>STD.DEV.</b>

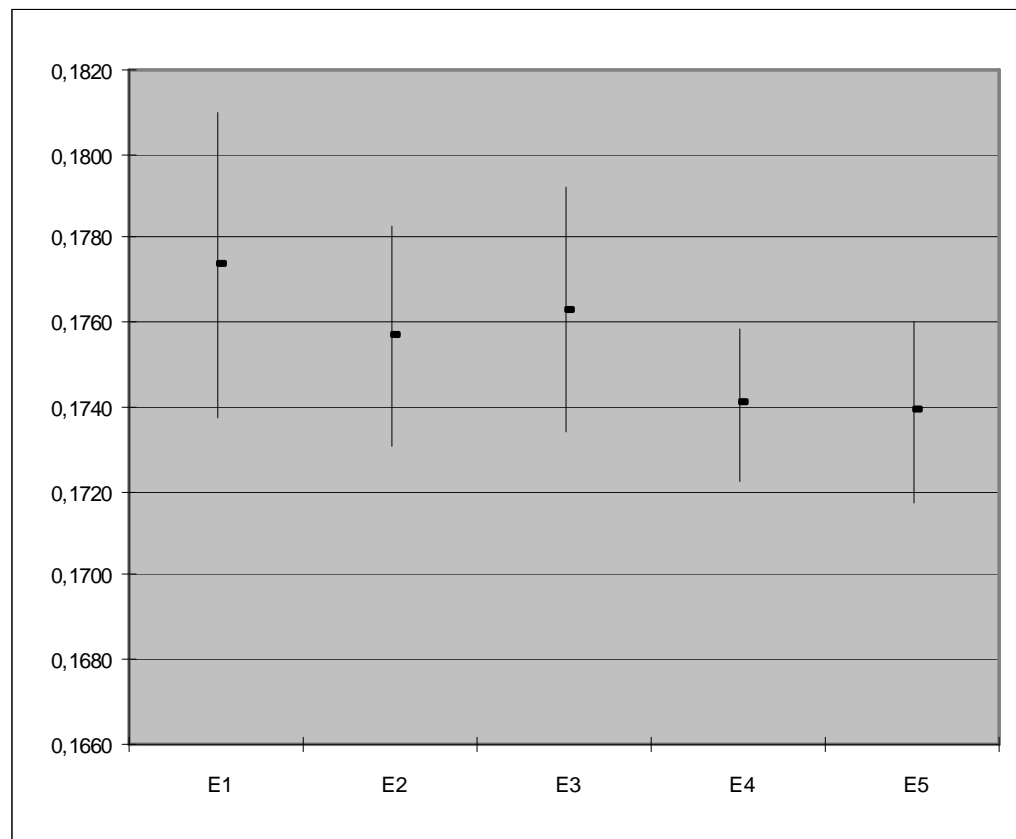
# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Ranking loss



	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,1777	0,1752	0,1760	0,1746	0,1739	<b>AVG</b>
	0,0033	0,0023	0,0033	0,0021	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
28	<b>0,1781</b>	<b>0,1750</b>	<b>0,1757</b>	<b>0,1738</b>	<b>0,1734</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0030</b>	<b>0,0028</b>	<b>0,0042</b>	<b>0,0018</b>	<b>0,0017</b>	<b>STD.DEV.</b>
42	0,1774	0,1757	0,1763	0,1741	0,1739	<b>AVG</b>
	0,0036	0,0026	0,0029	0,0018	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
56	0,1772	0,1754	0,1761	0,1748	0,1734	<b>AVG</b>
	0,0030	0,0037	0,0025	0,0022	0,0015	<b>STD.DEV.</b>

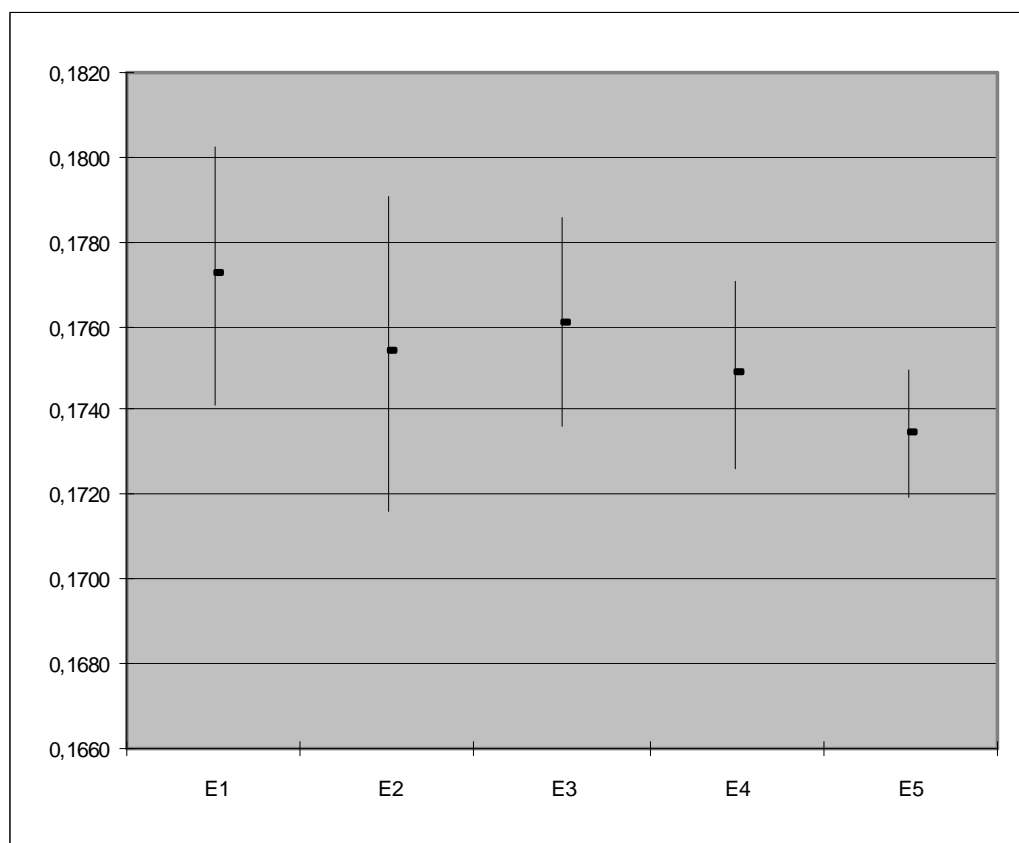


# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Ranking loss



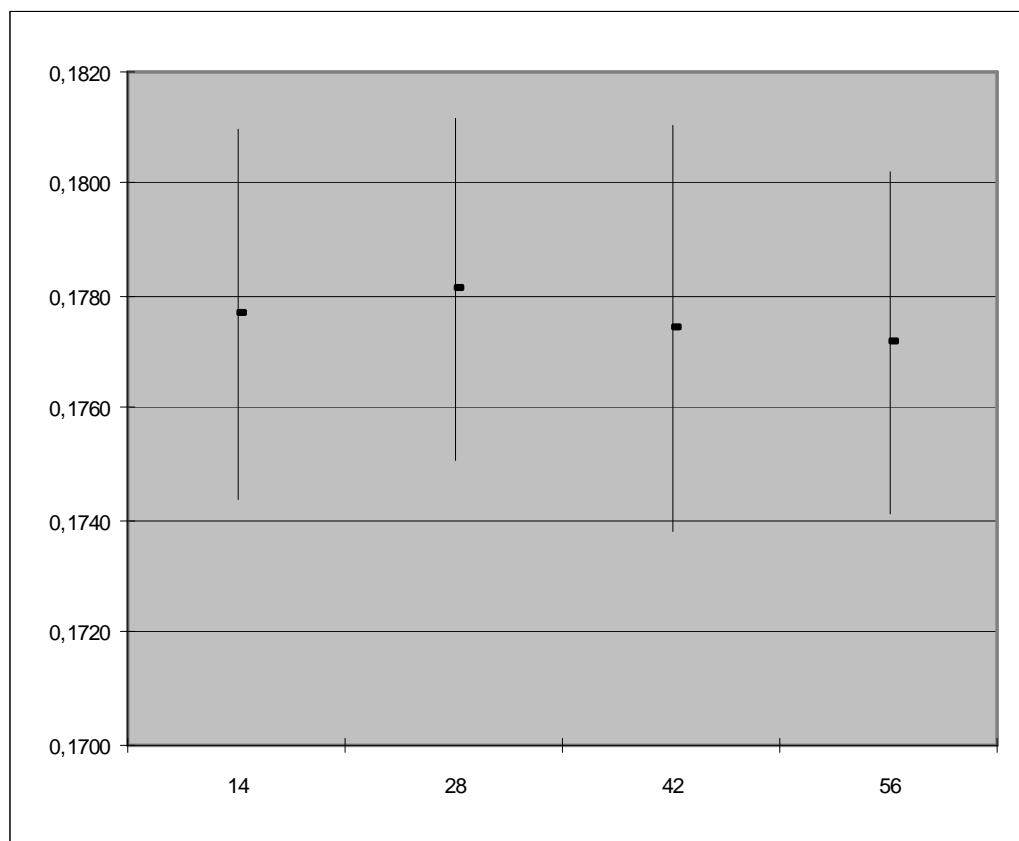
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,1777	0,1752	0,1760	0,1746	0,1739	<b>AVG</b>
	0,0033	0,0023	0,0033	0,0021	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
28	0,1781	0,1750	0,1757	0,1738	0,1734	<b>AVG</b>
	0,0030	0,0028	0,0042	0,0018	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
42	<b>0,1774</b>	<b>0,1757</b>	<b>0,1763</b>	<b>0,1741</b>	<b>0,1739</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0036</b>	<b>0,0026</b>	<b>0,0029</b>	<b>0,0018</b>	<b>0,0022</b>	<b>STD.DEV.</b>
56	0,1772	0,1754	0,1761	0,1748	0,1734	<b>AVG</b>
	0,0030	0,0037	0,0025	0,0022	0,0015	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Ranking loss



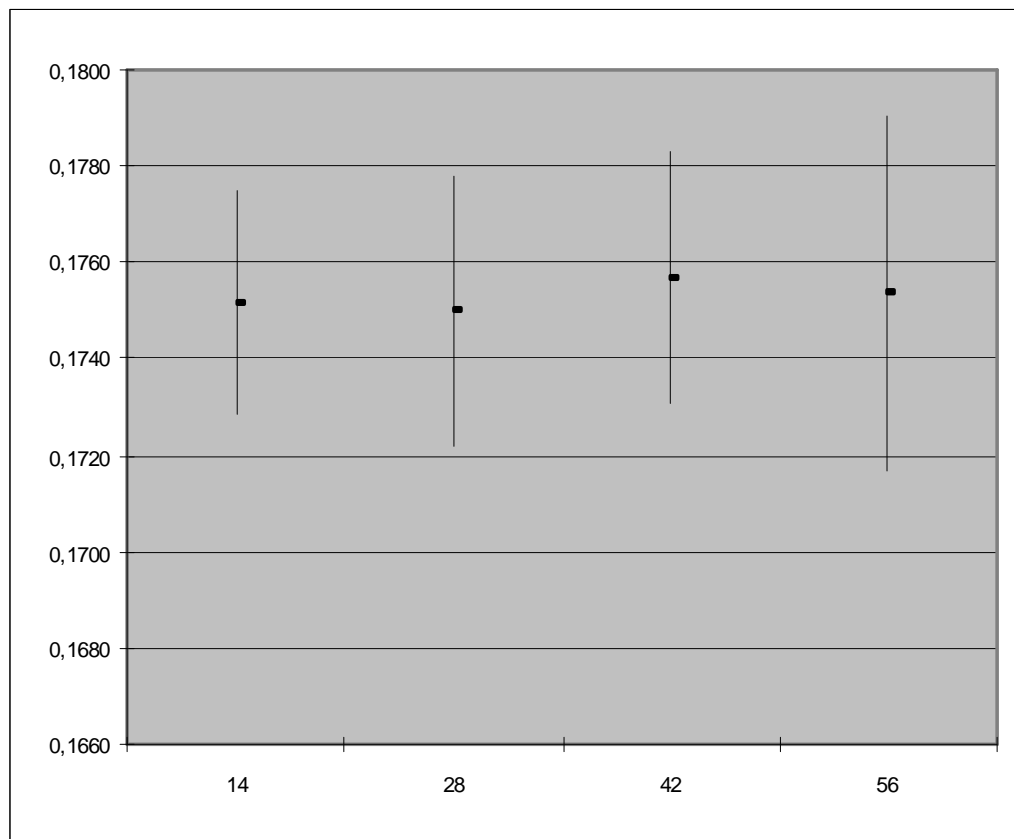
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,1777	0,1752	0,1760	0,1746	0,1739	<b>AVG</b>
	0,0033	0,0023	0,0033	0,0021	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
28	0,1781	0,1750	0,1757	0,1738	0,1734	<b>AVG</b>
	0,0030	0,0028	0,0042	0,0018	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
42	0,1774	0,1757	0,1763	0,1741	0,1739	<b>AVG</b>
	0,0036	0,0026	0,0029	0,0018	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
56	<b>0,1772</b>	<b>0,1754</b>	<b>0,1761</b>	<b>0,1748</b>	<b>0,1734</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0030</b>	<b>0,0037</b>	<b>0,0025</b>	<b>0,0022</b>	<b>0,0015</b>	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Ranking loss



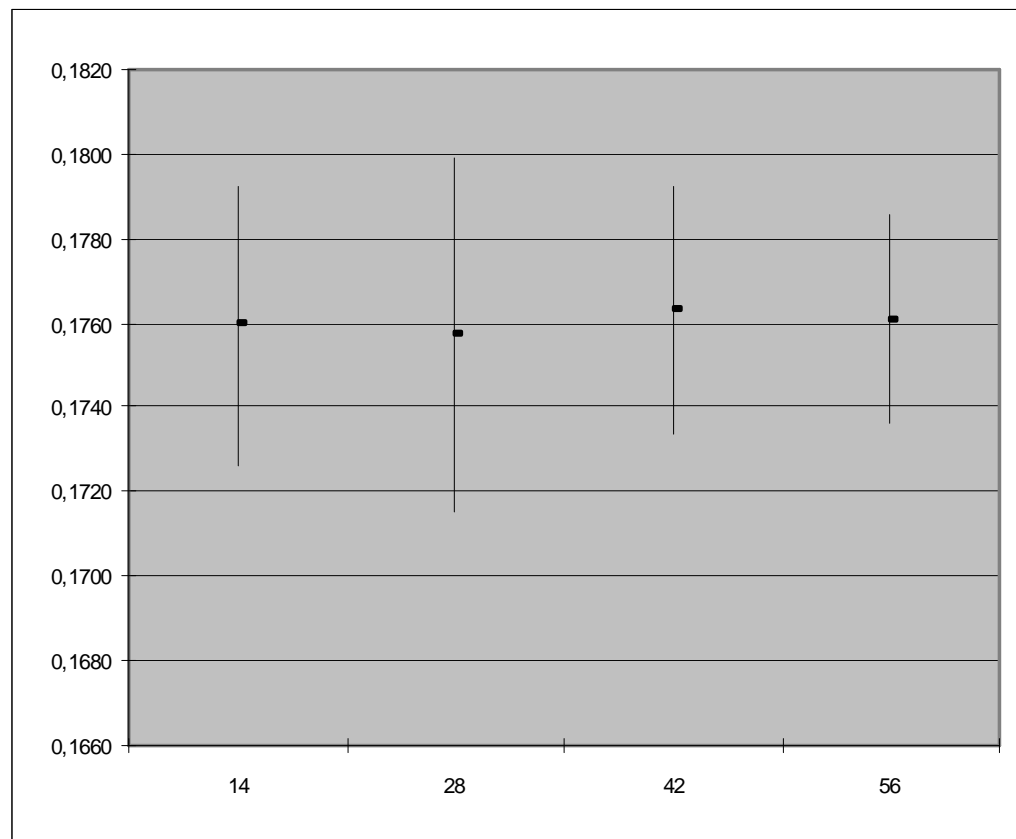
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	<b>0,1777</b>	0,1752	0,1760	0,1746	0,1739	<b>AVG</b>
	<b>0,0033</b>	0,0023	0,0033	0,0021	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
28	<b>0,1781</b>	0,1750	0,1757	0,1738	0,1734	<b>AVG</b>
	<b>0,0030</b>	0,0028	0,0042	0,0018	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
42	<b>0,1774</b>	0,1757	0,1763	0,1741	0,1739	<b>AVG</b>
	<b>0,0036</b>	0,0026	0,0029	0,0018	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
56	<b>0,1772</b>	0,1754	0,1761	0,1748	0,1734	<b>AVG</b>
	<b>0,0030</b>	0,0037	0,0025	0,0022	0,0015	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Ranking loss



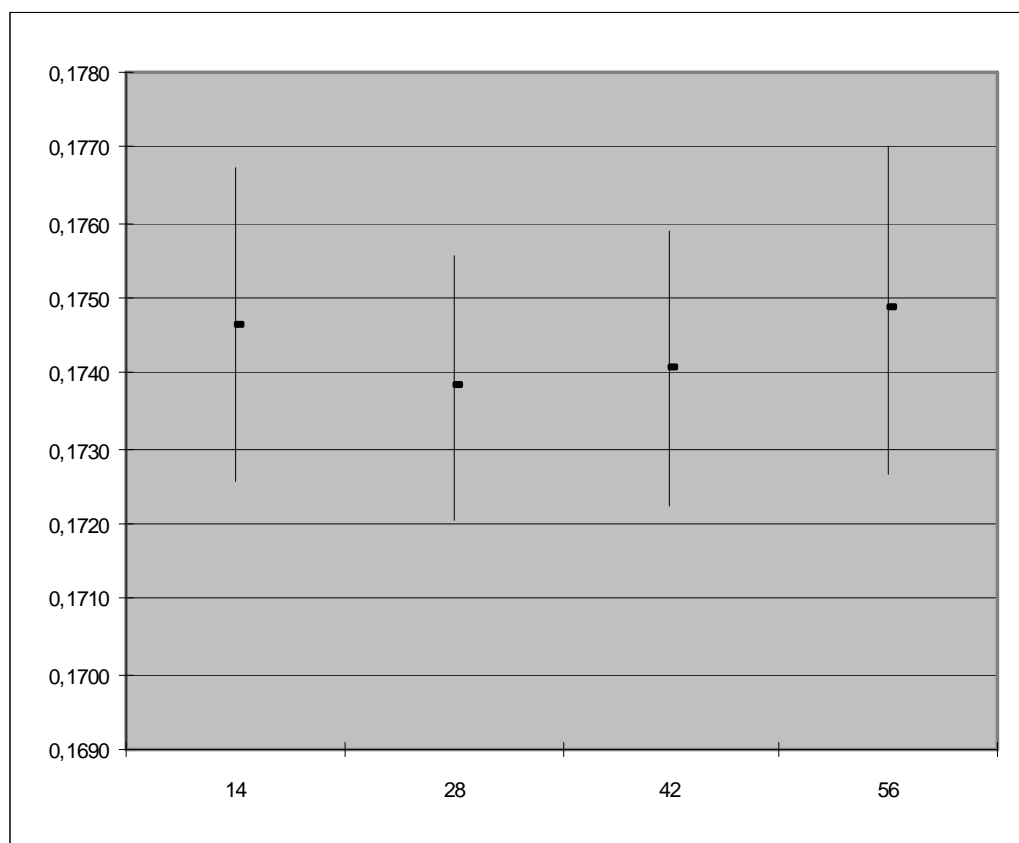
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,1777	<b>0,1752</b>	0,1760	0,1746	0,1739	<b>AVG</b>
	0,0033	<b>0,0023</b>	0,0033	0,0021	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
28	0,1781	<b>0,1750</b>	0,1757	0,1738	0,1734	<b>AVG</b>
	0,0030	<b>0,0028</b>	0,0042	0,0018	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
42	0,1774	<b>0,1757</b>	0,1763	0,1741	0,1739	<b>AVG</b>
	0,0036	<b>0,0026</b>	0,0029	0,0018	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
56	0,1772	<b>0,1754</b>	0,1761	0,1748	0,1734	<b>AVG</b>
	0,0030	<b>0,0037</b>	0,0025	0,0022	0,0015	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Ranking loss



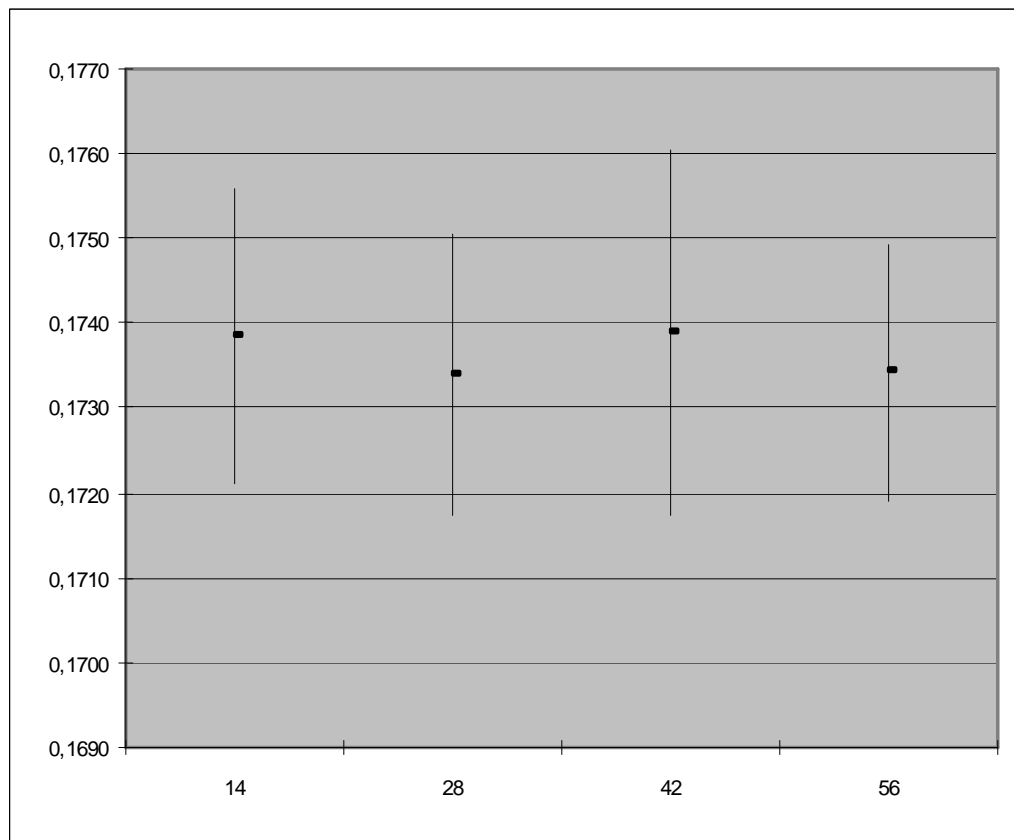
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,1777	0,1752	0,1760	0,1746	0,1739	AVG
	0,0033	0,0023	0,0033	0,0021	0,0017	STD.DEV.
28	0,1781	0,1750	0,1757	0,1738	0,1734	AVG
	0,0030	0,0028	0,0042	0,0018	0,0017	STD.DEV.
42	0,1774	0,1757	0,1763	0,1741	0,1739	AVG
	0,0036	0,0026	0,0029	0,0018	0,0022	STD.DEV.
56	0,1772	0,1754	0,1761	0,1748	0,1734	AVG
	0,0030	0,0037	0,0025	0,0022	0,0015	STD.DEV.

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Ranking loss



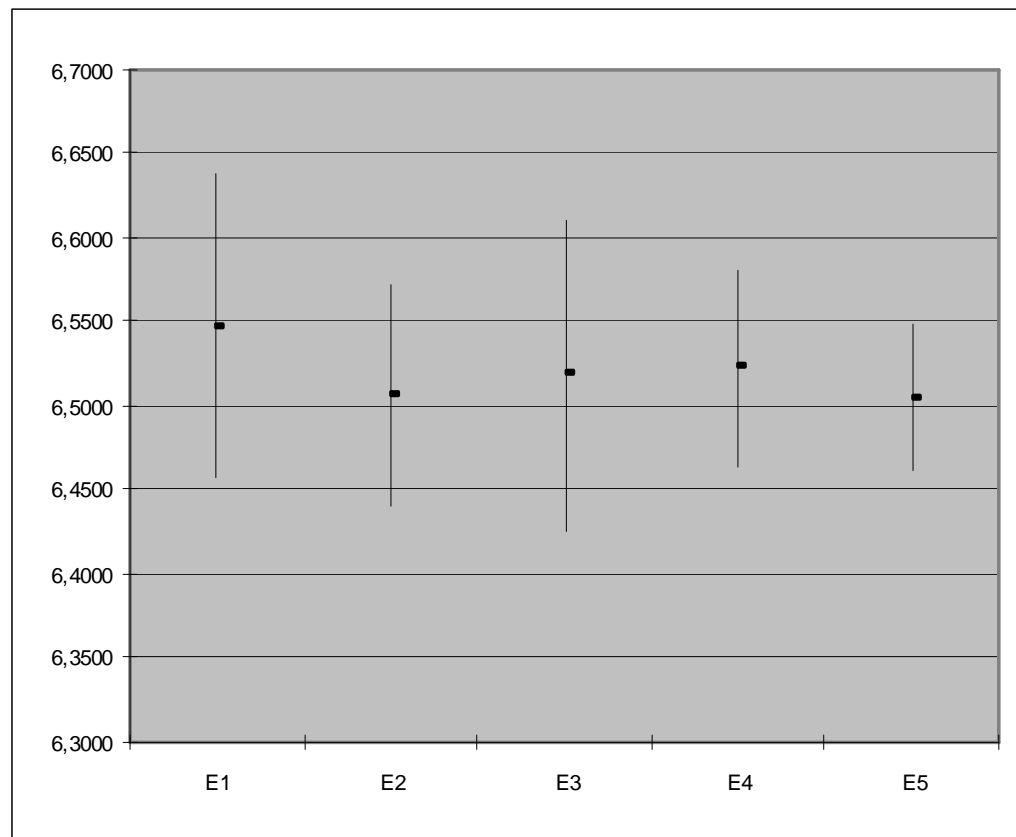
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,1777	0,1752	0,1760	<b>0,1746</b>	0,1739	<b>AVG</b>
	0,0033	0,0023	0,0033	<b>0,0021</b>	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,1781	0,1750	0,1757	<b>0,1738</b>	0,1734	<b>AVG</b>
	0,0030	0,0028	0,0042	<b>0,0018</b>	0,0017	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,1774	0,1757	0,1763	<b>0,1741</b>	0,1739	<b>AVG</b>
	0,0036	0,0026	0,0029	<b>0,0018</b>	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,1772	0,1754	0,1761	<b>0,1748</b>	0,1734	<b>AVG</b>
	0,0030	0,0037	0,0025	<b>0,0022</b>	0,0015	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Ranking loss



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,1777	0,1752	0,1760	0,1746	<b>0,1739</b>	<b>AVG</b>
	0,0033	0,0023	0,0033	0,0021	<b>0,0017</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,1781	0,1750	0,1757	0,1738	<b>0,1734</b>	<b>AVG</b>
	0,0030	0,0028	0,0042	0,0018	<b>0,0017</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,1774	0,1757	0,1763	0,1741	<b>0,1739</b>	<b>AVG</b>
	0,0036	0,0026	0,0029	0,0018	<b>0,0022</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,1772	0,1754	0,1761	0,1748	<b>0,1734</b>	<b>AVG</b>
	0,0030	0,0037	0,0025	0,0022	<b>0,0015</b>	<b>STD.DEV.</b>

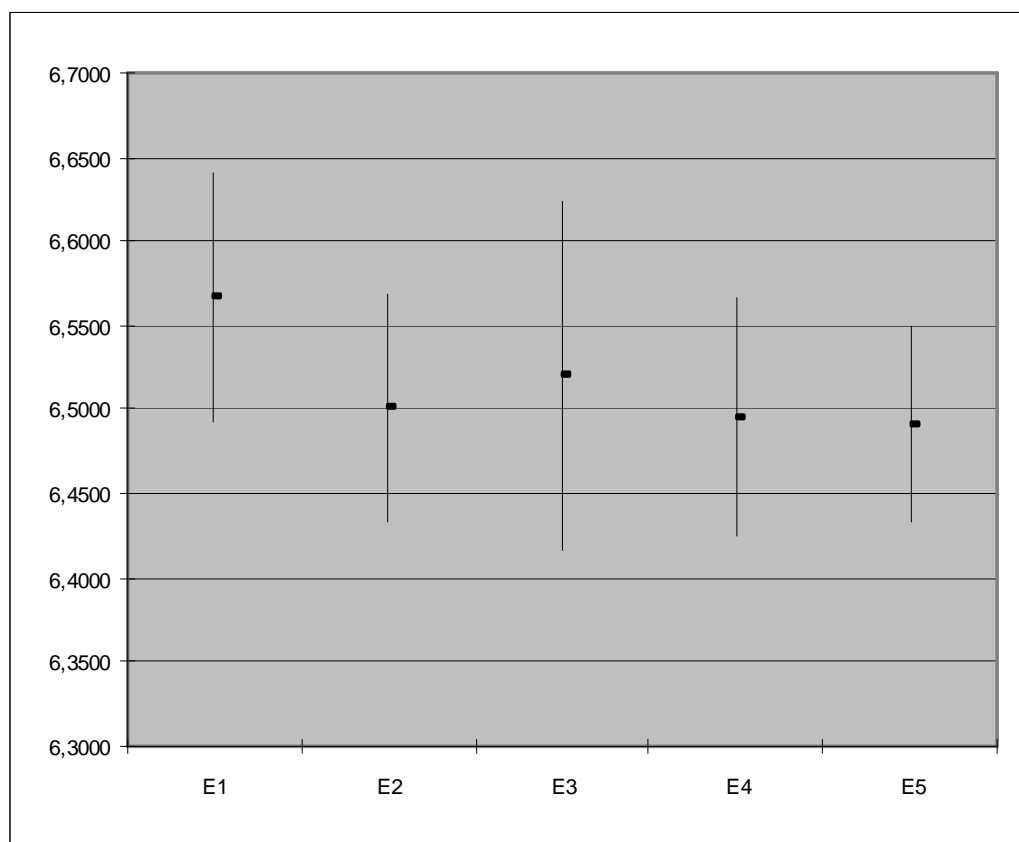
# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Coverage



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	<b>6,5473</b>	<b>6,5058</b>	<b>6,5187</b>	<b>6,5225</b>	<b>6,5048</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0907</b>	<b>0,0661</b>	<b>0,0930</b>	<b>0,0586</b>	<b>0,0440</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	6,5667	6,5015	6,5195	6,4953	6,4908	<b>AVG</b>
	0,0747	0,0683	0,1033	0,0704	0,0585	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	6,5648	6,5191	6,5357	6,4903	6,5001	<b>AVG</b>
	0,0958	0,0874	0,0709	0,0618	0,0658	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	6,5688	6,5115	6,5366	6,5228	6,4900	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0943	0,0797	0,0591	0,0448	<b>STD.DEV.</b>

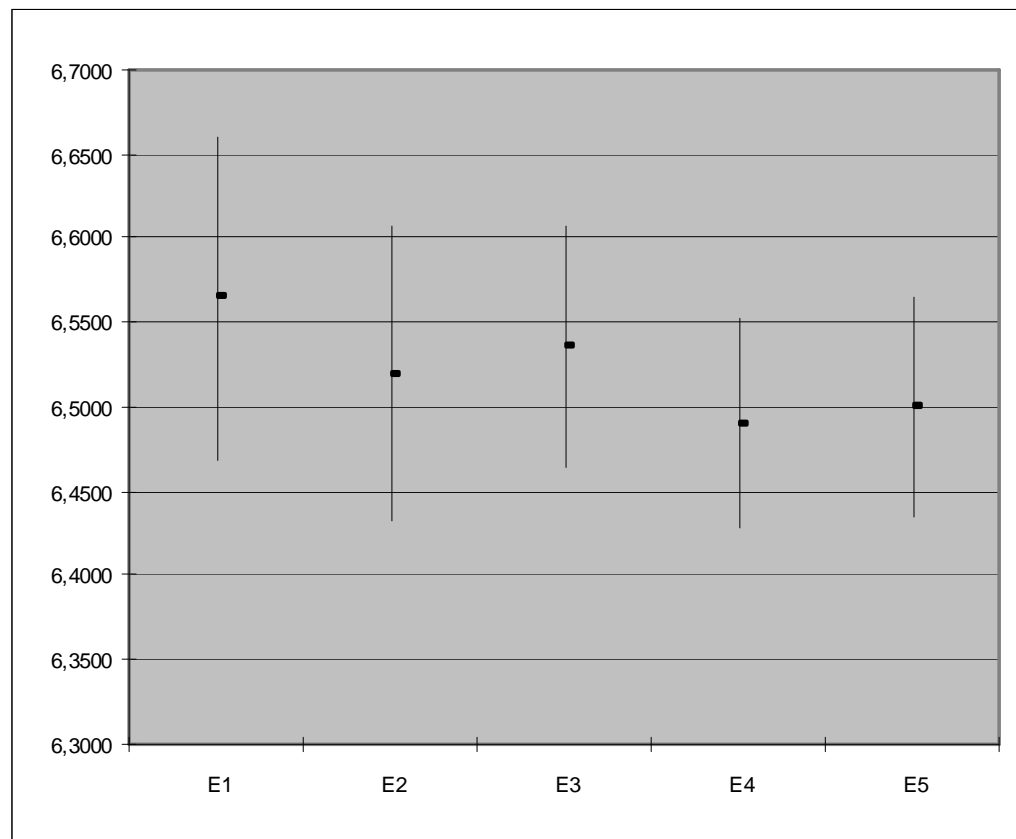


# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Coverage



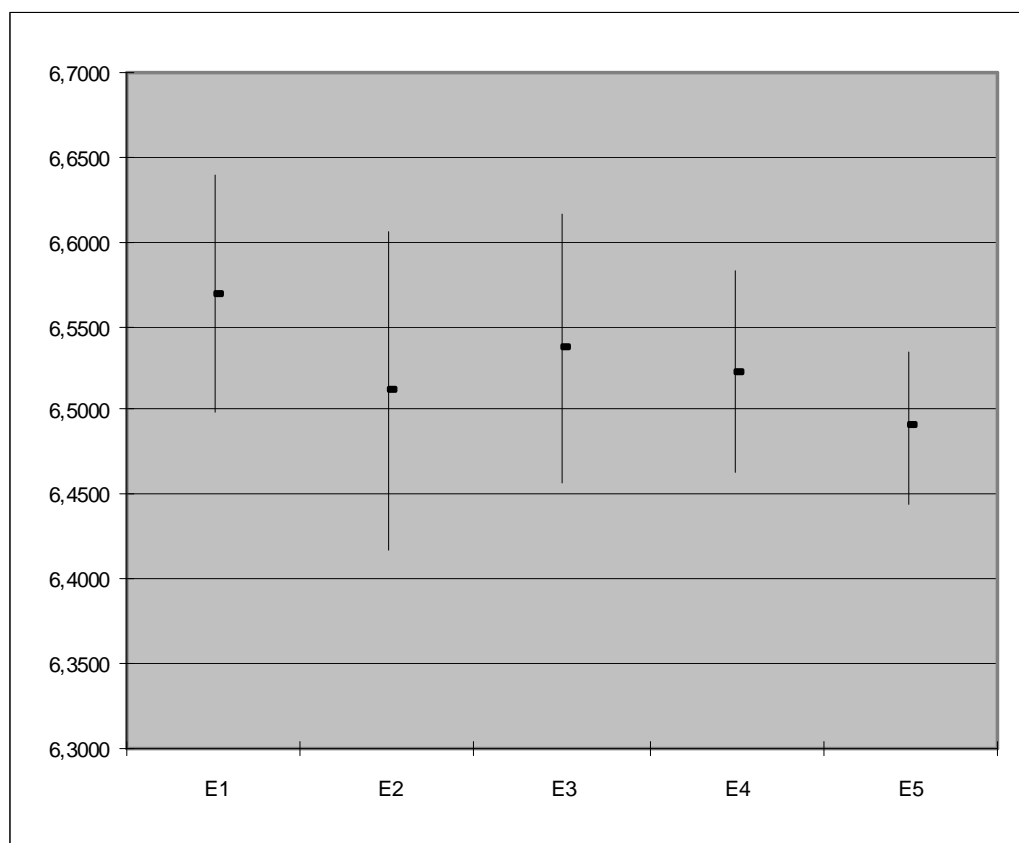
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	6,5473	6,5058	6,5187	6,5225	6,5048	<b>AVG</b>
	0,0907	0,0661	0,0930	0,0586	0,0440	<b>STD.DEV.</b>
28	<b>6,5667</b>	<b>6,5015</b>	<b>6,5195</b>	<b>6,4953</b>	<b>6,4908</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0747</b>	<b>0,0683</b>	<b>0,1033</b>	<b>0,0704</b>	<b>0,0585</b>	<b>STD.DEV.</b>
42	6,5648	6,5191	6,5357	6,4903	6,5001	<b>AVG</b>
	0,0958	0,0874	0,0709	0,0618	0,0658	<b>STD.DEV.</b>
56	6,5688	6,5115	6,5366	6,5228	6,4900	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0943	0,0797	0,0591	0,0448	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Coverage



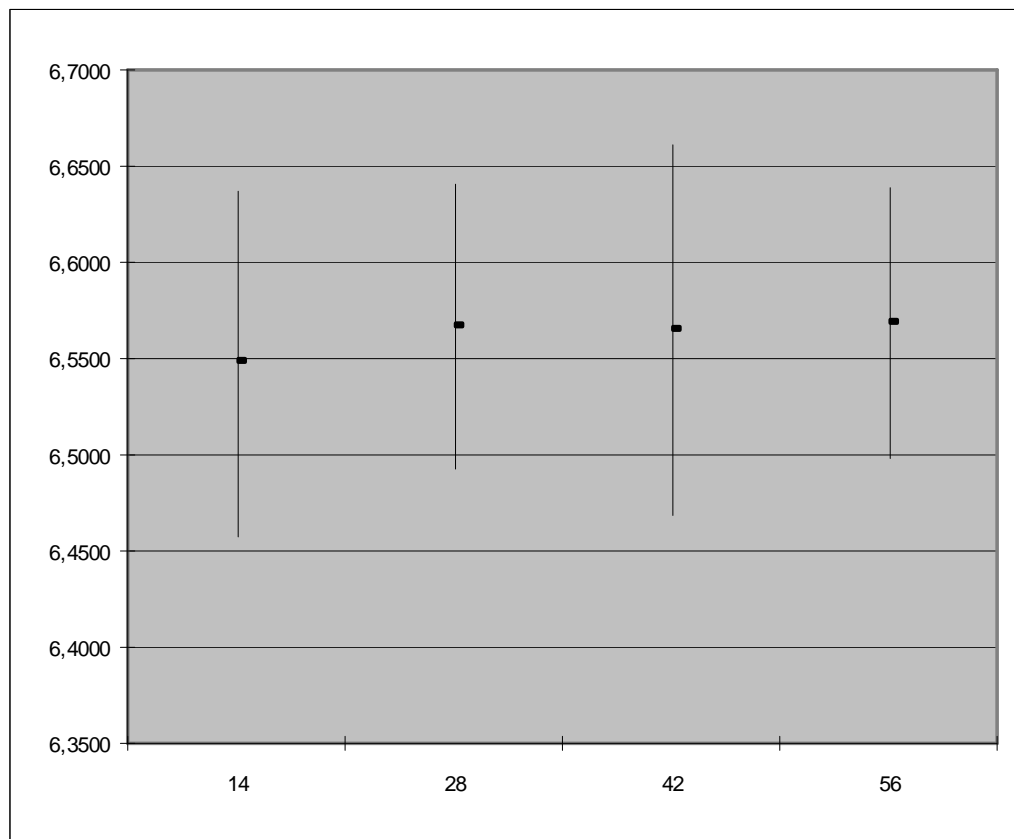
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	6,5473	6,5058	6,5187	6,5225	6,5048	<b>AVG</b>
	0,0907	0,0661	0,0930	0,0586	0,0440	<b>STD.DEV.</b>
28	6,5667	6,5015	6,5195	6,4953	6,4908	<b>AVG</b>
	0,0747	0,0683	0,1033	0,0704	0,0585	<b>STD.DEV.</b>
42	<b>6,5648</b>	<b>6,5191</b>	<b>6,5357</b>	<b>6,4903</b>	<b>6,5001</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0958</b>	<b>0,0874</b>	<b>0,0709</b>	<b>0,0618</b>	<b>0,0658</b>	<b>STD.DEV.</b>
56	6,5688	6,5115	6,5366	6,5228	6,4900	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0943	0,0797	0,0591	0,0448	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Coverage



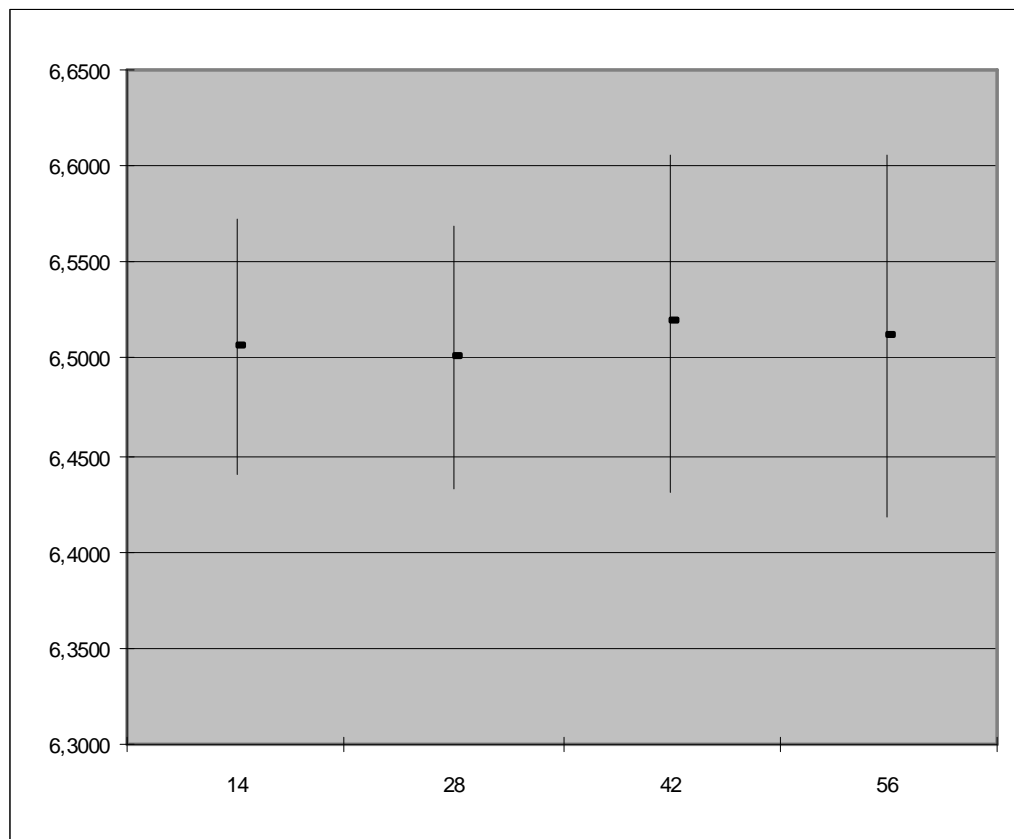
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	6,5473	6,5058	6,5187	6,5225	6,5048	<b>AVG</b>
	0,0907	0,0661	0,0930	0,0586	0,0440	<b>STD.DEV.</b>
28	6,5667	6,5015	6,5195	6,4953	6,4908	<b>AVG</b>
	0,0747	0,0683	0,1033	0,0704	0,0585	<b>STD.DEV.</b>
42	6,5648	6,5191	6,5357	6,4903	6,5001	<b>AVG</b>
	0,0958	0,0874	0,0709	0,0618	0,0658	<b>STD.DEV.</b>
56	<b>6,5688</b>	<b>6,5115</b>	<b>6,5366</b>	<b>6,5228</b>	<b>6,4900</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0700</b>	<b>0,0943</b>	<b>0,0797</b>	<b>0,0591</b>	<b>0,0448</b>	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Coverage



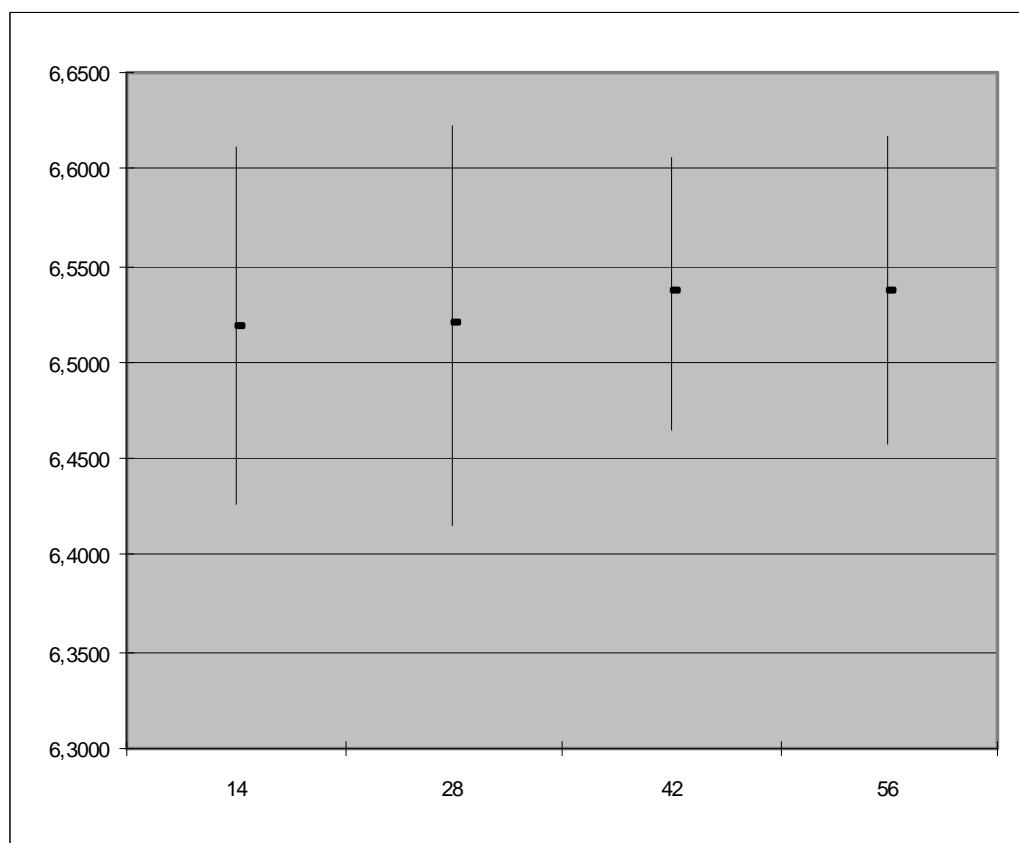
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	<b>6,5473</b>	6,5058	6,5187	6,5225	6,5048	<b>AVG</b>
	<b>0,0907</b>	0,0661	0,0930	0,0586	0,0440	<b>STD.DEV.</b>
28	<b>6,5667</b>	6,5015	6,5195	6,4953	6,4908	<b>AVG</b>
	<b>0,0747</b>	0,0683	0,1033	0,0704	0,0585	<b>STD.DEV.</b>
42	<b>6,5648</b>	6,5191	6,5357	6,4903	6,5001	<b>AVG</b>
	<b>0,0958</b>	0,0874	0,0709	0,0618	0,0658	<b>STD.DEV.</b>
56	<b>6,5688</b>	6,5115	6,5366	6,5228	6,4900	<b>AVG</b>
	<b>0,0700</b>	0,0943	0,0797	0,0591	0,0448	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Coverage



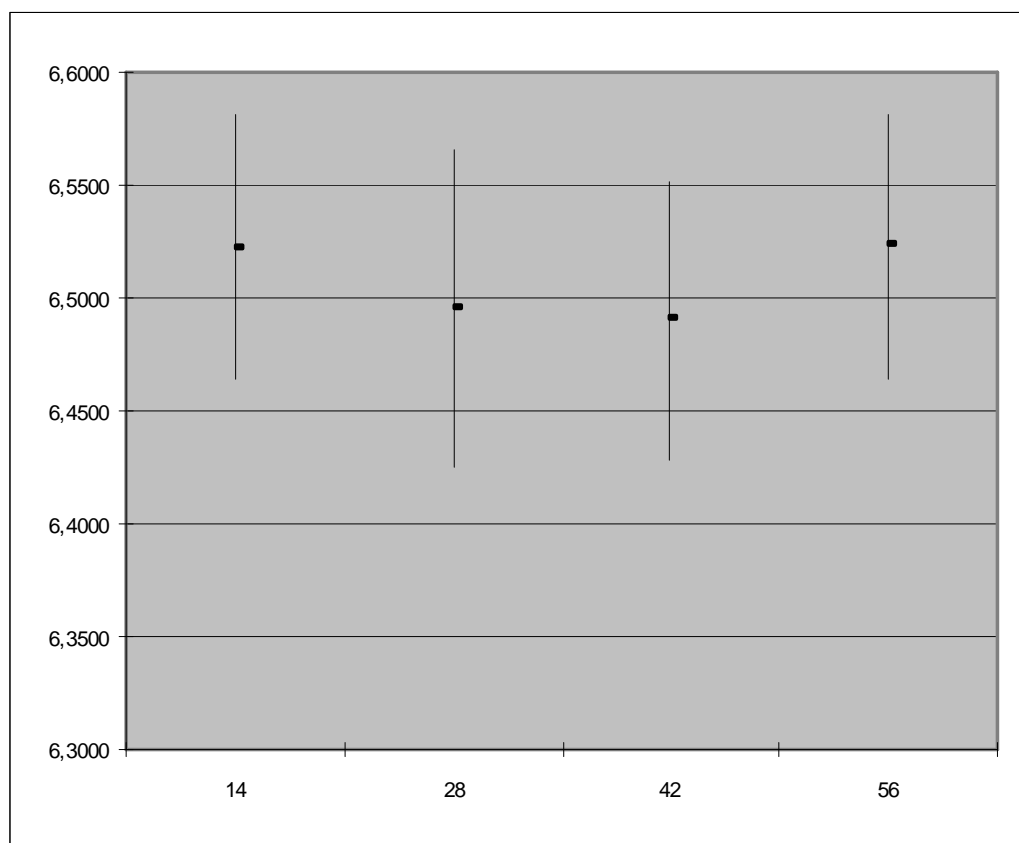
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	6,5473	6,5058	6,5187	6,5225	6,5048	AVG
	0,0907	0,0661	0,0930	0,0586	0,0440	STD.DEV.
28	6,5667	6,5015	6,5195	6,4953	6,4908	AVG
	0,0747	0,0683	0,1033	0,0704	0,0585	STD.DEV.
42	6,5648	6,5191	6,5357	6,4903	6,5001	AVG
	0,0958	0,0874	0,0709	0,0618	0,0658	STD.DEV.
56	6,5688	6,5115	6,5366	6,5228	6,4900	AVG
	0,0700	0,0943	0,0797	0,0591	0,0448	STD.DEV.

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Coverage



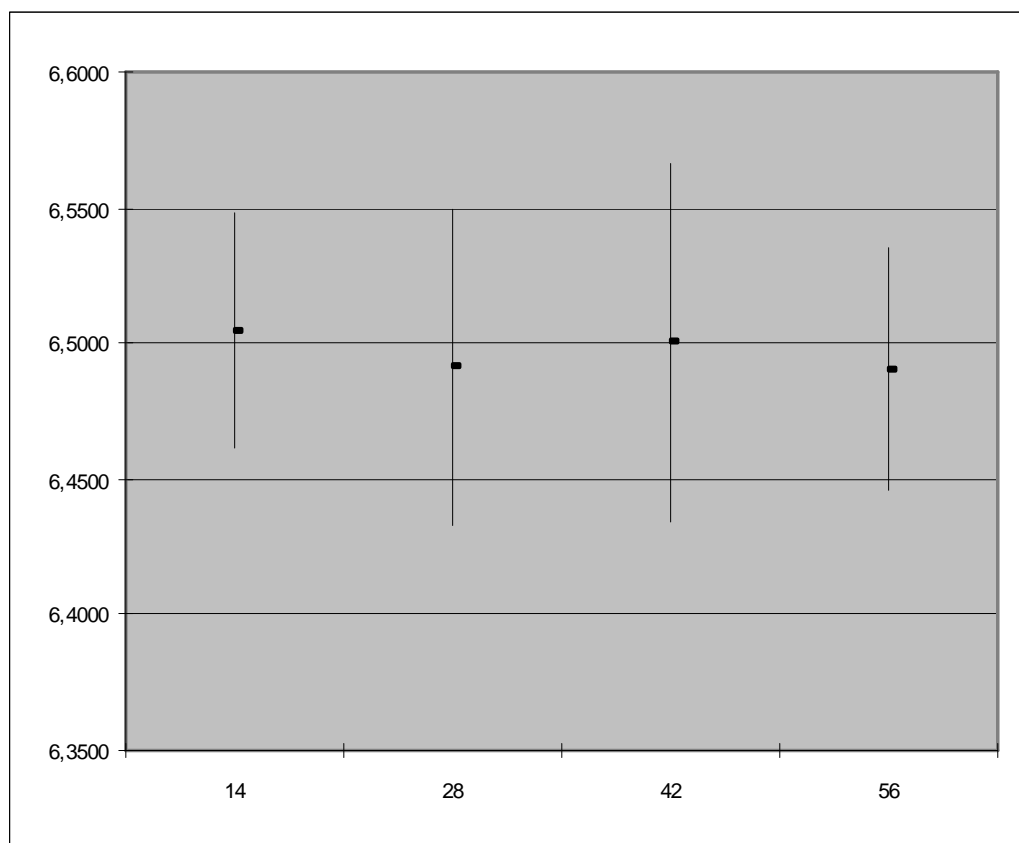
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	6,5473	6,5058	6,5187	6,5225	6,5048	AVG
	0,0907	0,0661	0,0930	0,0586	0,0440	STD.DEV.
28	6,5667	6,5015	6,5195	6,4953	6,4908	AVG
	0,0747	0,0683	0,1033	0,0704	0,0585	STD.DEV.
42	6,5648	6,5191	6,5357	6,4903	6,5001	AVG
	0,0958	0,0874	0,0709	0,0618	0,0658	STD.DEV.
56	6,5688	6,5115	6,5366	6,5228	6,4900	AVG
	0,0700	0,0943	0,0797	0,0591	0,0448	STD.DEV.

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Coverage



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	6,5473	6,5058	6,5187	<b>6,5225</b>	6,5048	<b>AVG</b>
	0,0907	0,0661	0,0930	<b>0,0586</b>	0,0440	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	6,5667	6,5015	6,5195	<b>6,4953</b>	6,4908	<b>AVG</b>
	0,0747	0,0683	0,1033	<b>0,0704</b>	0,0585	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	6,5648	6,5191	6,5357	<b>6,4903</b>	6,5001	<b>AVG</b>
	0,0958	0,0874	0,0709	<b>0,0618</b>	0,0658	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	6,5688	6,5115	6,5366	<b>6,5228</b>	6,4900	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0943	0,0797	<b>0,0591</b>	0,0448	<b>STD.DEV.</b>

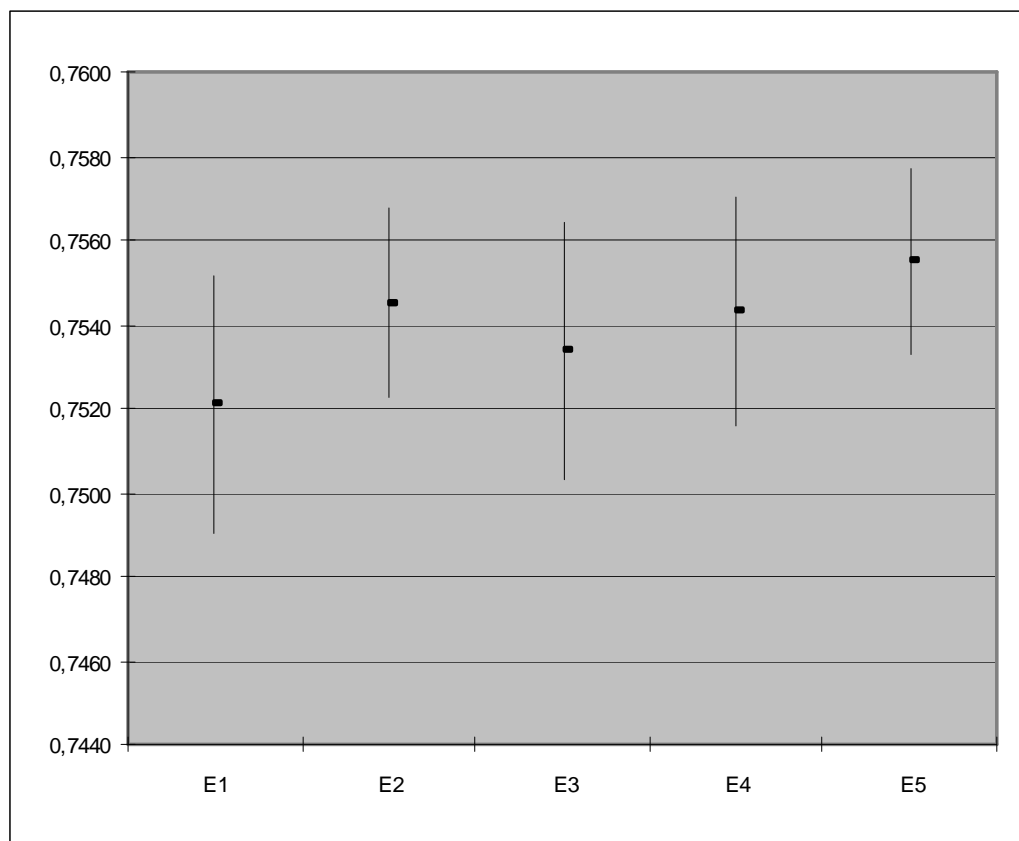
# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Coverage



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	6,5473	6,5058	6,5187	6,5225	<b>6,5048</b>	<b>AVG</b>
	0,0907	0,0661	0,0930	0,0586	<b>0,0440</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	6,5667	6,5015	6,5195	6,4953	<b>6,4908</b>	<b>AVG</b>
	0,0747	0,0683	0,1033	0,0704	<b>0,0585</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	6,5648	6,5191	6,5357	6,4903	<b>6,5001</b>	<b>AVG</b>
	0,0958	0,0874	0,0709	0,0618	<b>0,0658</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	6,5688	6,5115	6,5366	6,5228	<b>6,4900</b>	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0943	0,0797	0,0591	<b>0,0448</b>	<b>STD.DEV.</b>

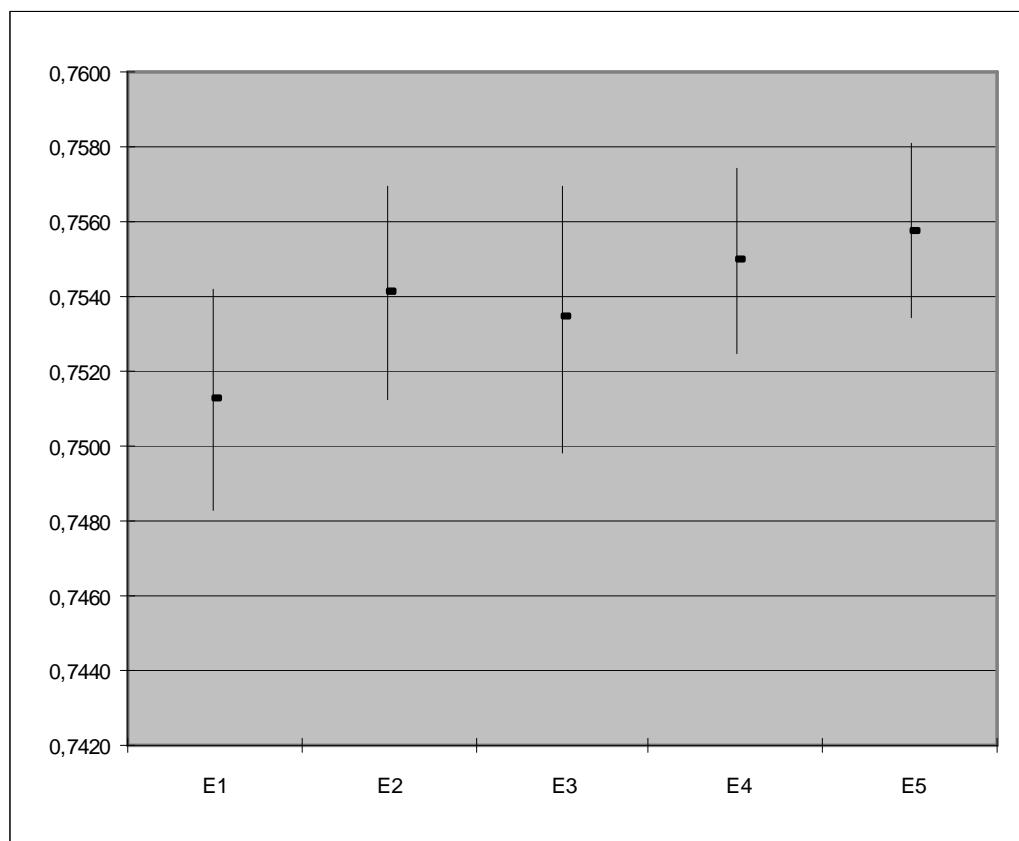


# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Average precision



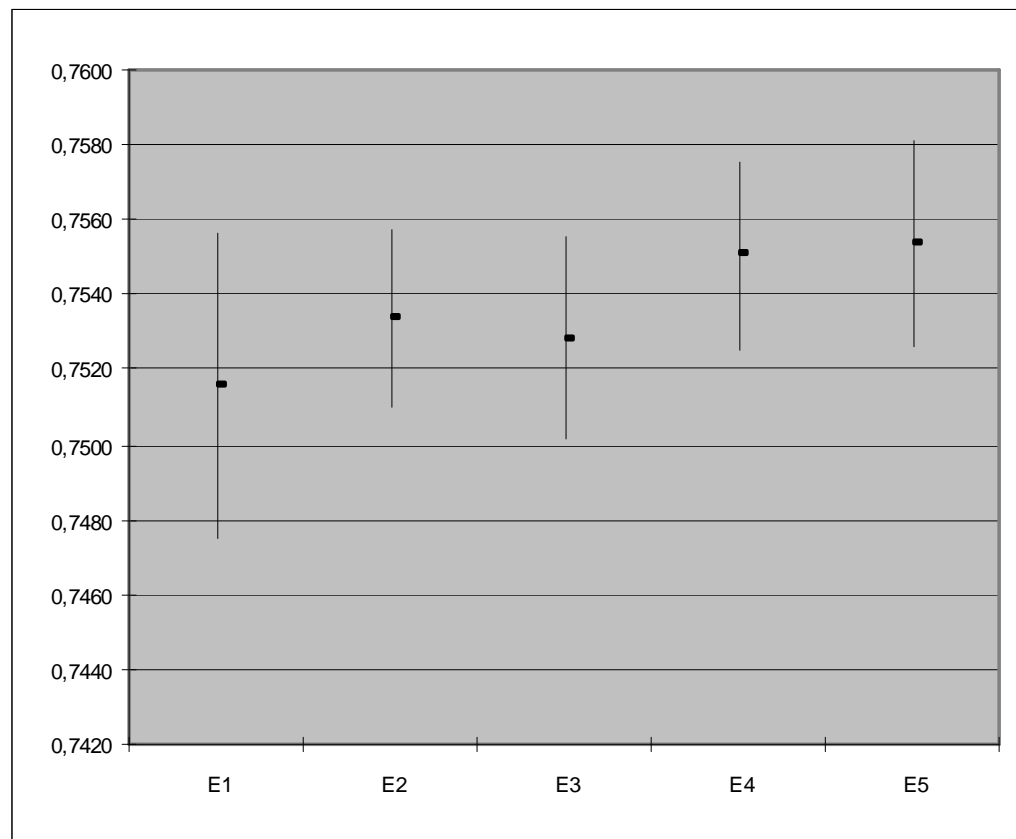
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	<b>0,7521</b>	<b>0,7545</b>	<b>0,7533</b>	<b>0,7543</b>	<b>0,7555</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0031</b>	<b>0,0022</b>	<b>0,0031</b>	<b>0,0027</b>	<b>0,0022</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,7513	0,7541	0,7534	0,7550	0,7558	<b>AVG</b>
	0,0029	0,0029	0,0036	0,0025	0,0023	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,7516	0,7533	0,7528	0,7550	0,7553	<b>AVG</b>
	0,0041	0,0024	0,0027	0,0025	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,7518	0,7531	0,7524	0,7539	0,7557	<b>AVG</b>
	0,0034	0,0041	0,0025	0,0025	0,0020	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Average precision



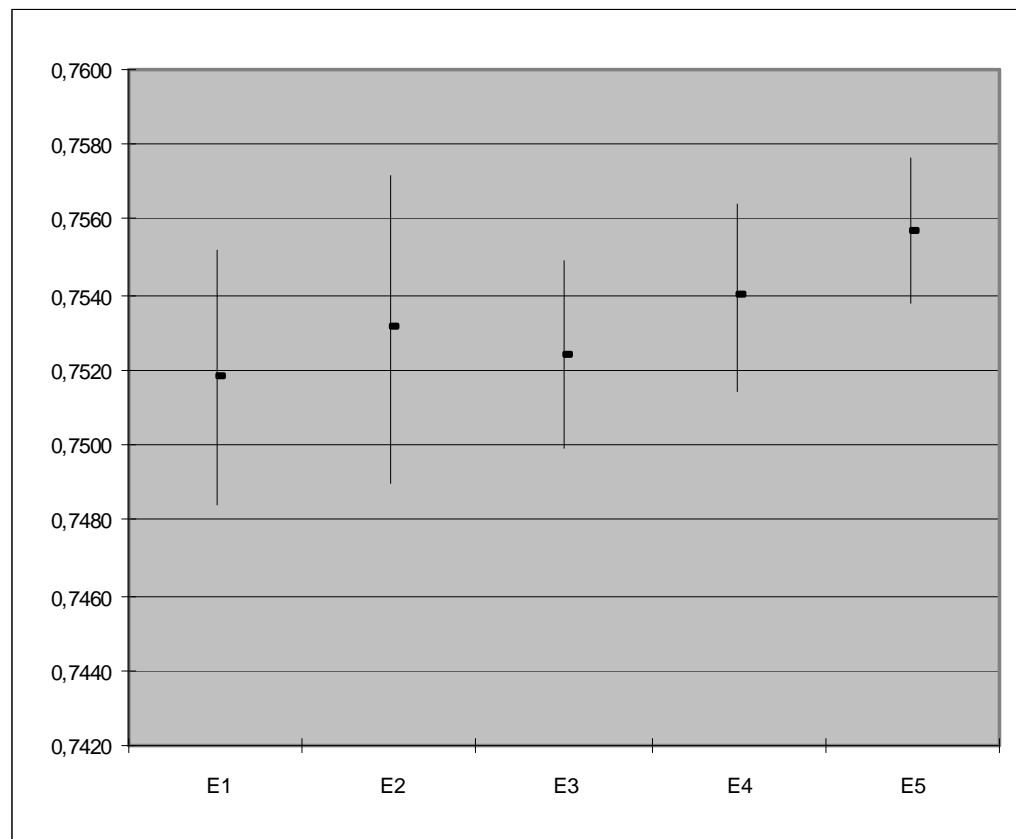
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,7521	0,7545	0,7533	0,7543	0,7555	<b>AVG</b>
	0,0031	0,0022	0,0031	0,0027	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
28	0,7513	0,7541	0,7534	0,7550	0,7558	<b>AVG</b>
	0,0029	0,0029	0,0036	0,0025	0,0023	<b>STD.DEV.</b>
42	0,7516	0,7533	0,7528	0,7550	0,7553	<b>AVG</b>
	0,0041	0,0024	0,0027	0,0025	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
56	0,7518	0,7531	0,7524	0,7539	0,7557	<b>AVG</b>
	0,0034	0,0041	0,0025	0,0025	0,0020	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Average precision



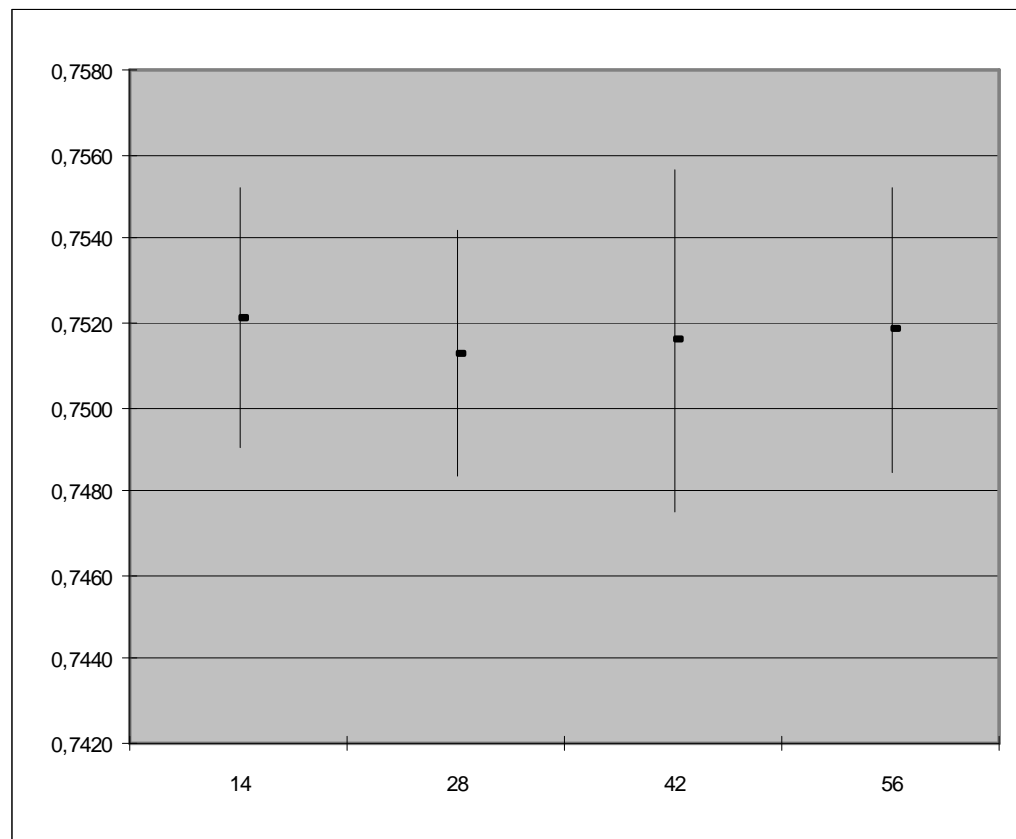
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,7521	0,7545	0,7533	0,7543	0,7555	<b>AVG</b>
	0,0031	0,0022	0,0031	0,0027	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
28	0,7513	0,7541	0,7534	0,7550	0,7558	<b>AVG</b>
	0,0029	0,0029	0,0036	0,0025	0,0023	<b>STD.DEV.</b>
42	<b>0,7516</b>	<b>0,7533</b>	<b>0,7528</b>	<b>0,7550</b>	<b>0,7553</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0041</b>	<b>0,0024</b>	<b>0,0027</b>	<b>0,0025</b>	<b>0,0028</b>	<b>STD.DEV.</b>
56	0,7518	0,7531	0,7524	0,7539	0,7557	<b>AVG</b>
	0,0034	0,0041	0,0025	0,0025	0,0020	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Average precision



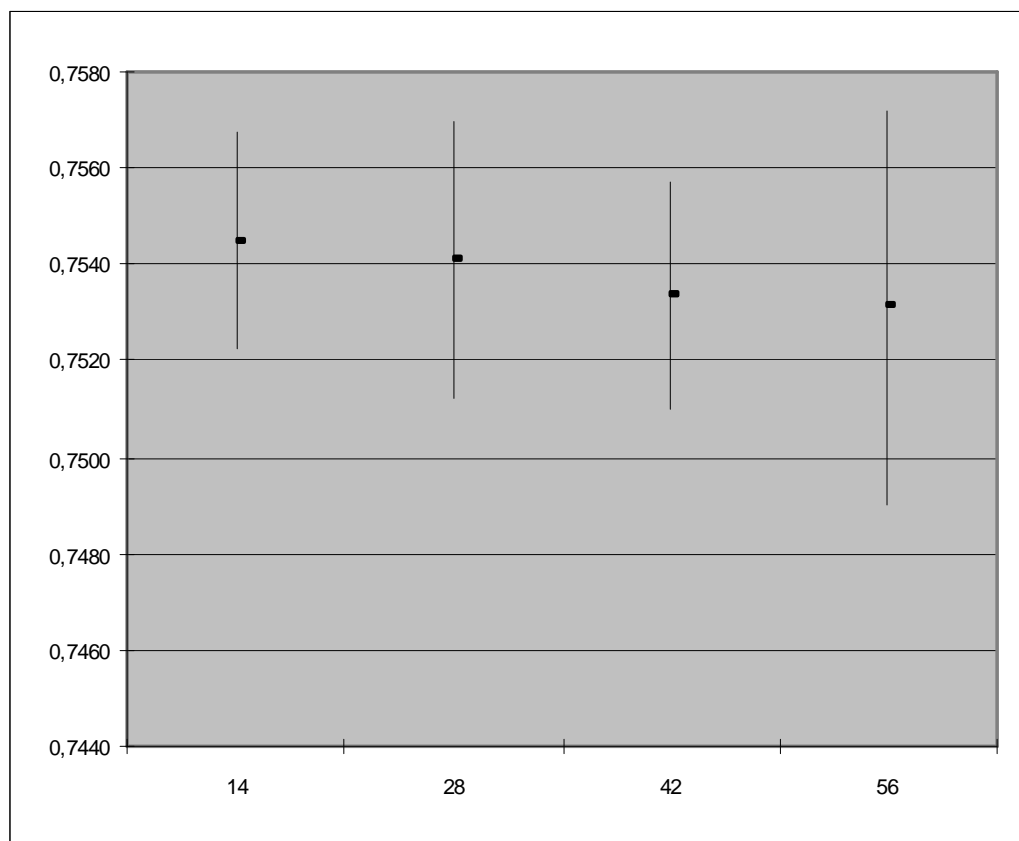
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	0,7521	0,7545	0,7533	0,7543	0,7555	<b>AVG</b>
	0,0031	0,0022	0,0031	0,0027	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
28	0,7513	0,7541	0,7534	0,7550	0,7558	<b>AVG</b>
	0,0029	0,0029	0,0036	0,0025	0,0023	<b>STD.DEV.</b>
42	0,7516	0,7533	0,7528	0,7550	0,7553	<b>AVG</b>
	0,0041	0,0024	0,0027	0,0025	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
56	0,7518	0,7531	0,7524	0,7539	0,7557	<b>AVG</b>
	0,0034	0,0041	0,0025	0,0025	0,0020	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Average precision



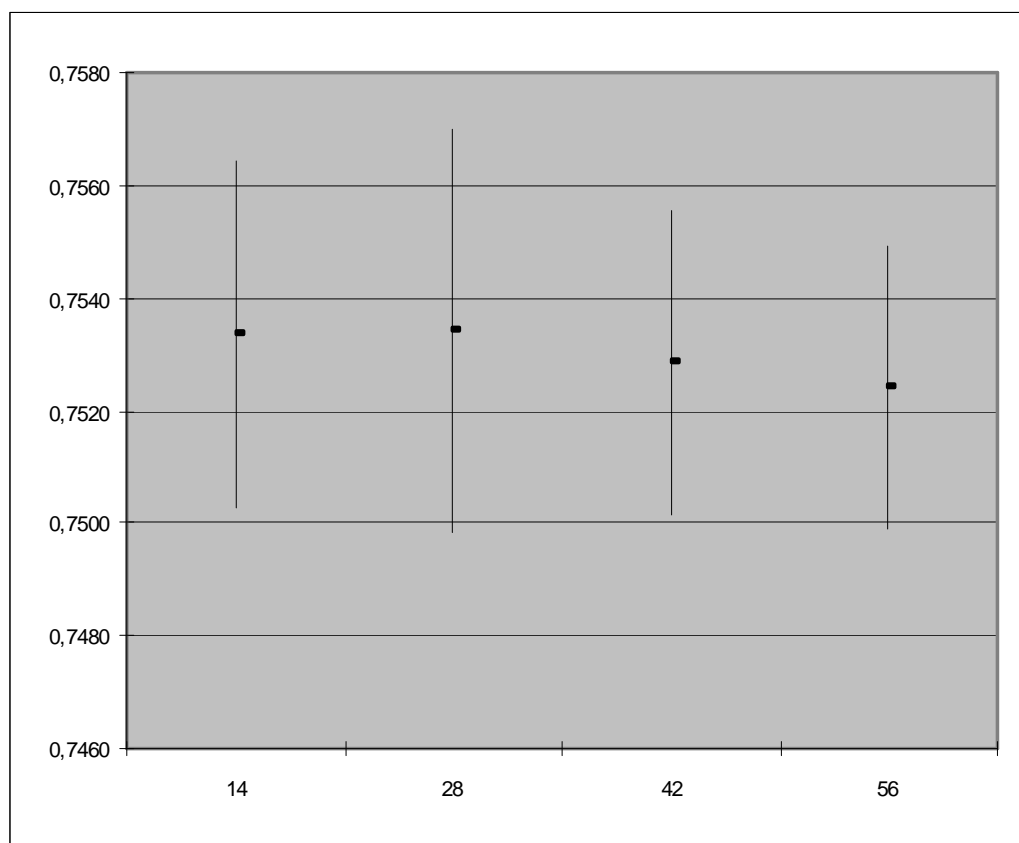
	E1	E2	E3	E4	E5	
14	<b>0,7521</b>	0,7545	0,7533	0,7543	0,7555	<b>AVG</b>
	<b>0,0031</b>	0,0022	0,0031	0,0027	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
28	<b>0,7513</b>	0,7541	0,7534	0,7550	0,7558	<b>AVG</b>
	<b>0,0029</b>	0,0029	0,0036	0,0025	0,0023	<b>STD.DEV.</b>
42	<b>0,7516</b>	0,7533	0,7528	0,7550	0,7553	<b>AVG</b>
	<b>0,0041</b>	0,0024	0,0027	0,0025	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
56	<b>0,7518</b>	0,7531	0,7524	0,7539	0,7557	<b>AVG</b>
	<b>0,0034</b>	0,0041	0,0025	0,0025	0,0020	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Average precision



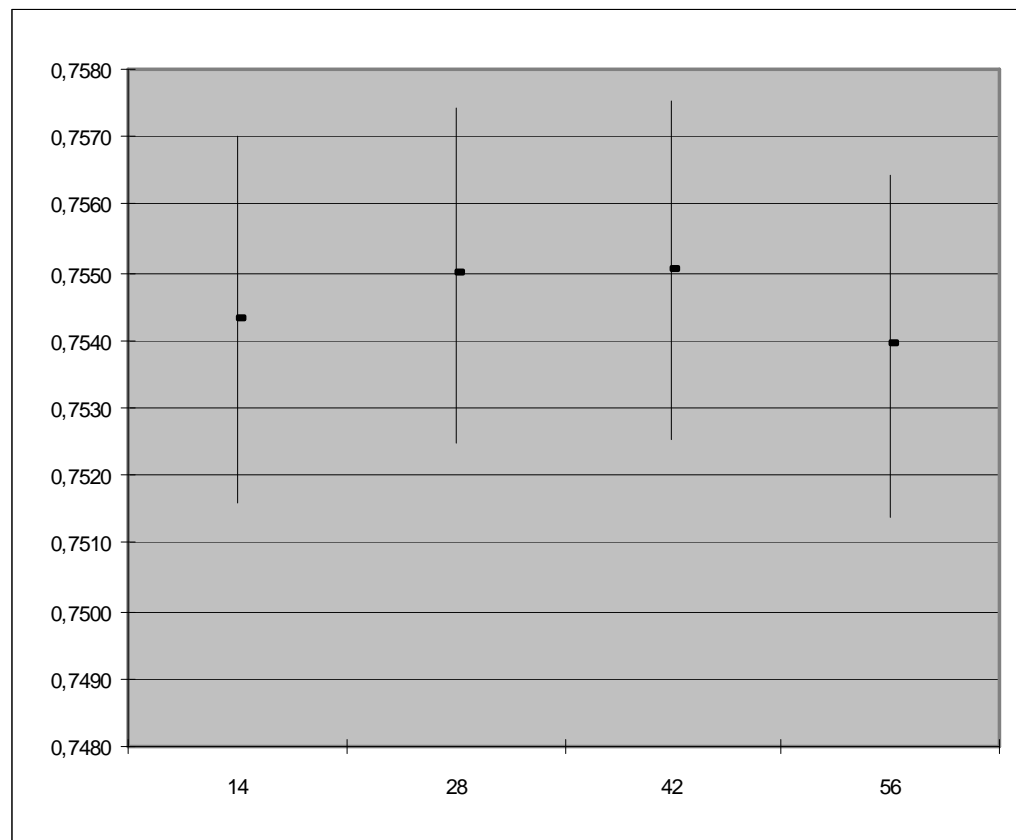
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,7521	<b>0,7545</b>	0,7533	0,7543	0,7555	<b>AVG</b>
	0,0031	<b>0,0022</b>	0,0031	0,0027	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,7513	<b>0,7541</b>	0,7534	0,7550	0,7558	<b>AVG</b>
	0,0029	<b>0,0029</b>	0,0036	0,0025	0,0023	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,7516	<b>0,7533</b>	0,7528	0,7550	0,7553	<b>AVG</b>
	0,0041	<b>0,0024</b>	0,0027	0,0025	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,7518	<b>0,7531</b>	0,7524	0,7539	0,7557	<b>AVG</b>
	0,0034	<b>0,0041</b>	0,0025	0,0025	0,0020	<b>STD.DEV.</b>

# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Average precision



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,7521	0,7545	<b>0,7533</b>	0,7543	0,7555	<b>AVG</b>
	0,0031	0,0022	<b>0,0031</b>	0,0027	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,7513	0,7541	<b>0,7534</b>	0,7550	0,7558	<b>AVG</b>
	0,0029	0,0029	<b>0,0036</b>	0,0025	0,0023	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,7516	0,7533	<b>0,7528</b>	0,7550	0,7553	<b>AVG</b>
	0,0041	0,0024	<b>0,0027</b>	0,0025	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,7518	0,7531	<b>0,7524</b>	0,7539	0,7557	<b>AVG</b>
	0,0034	0,0041	<b>0,0025</b>	0,0025	0,0020	<b>STD.DEV.</b>

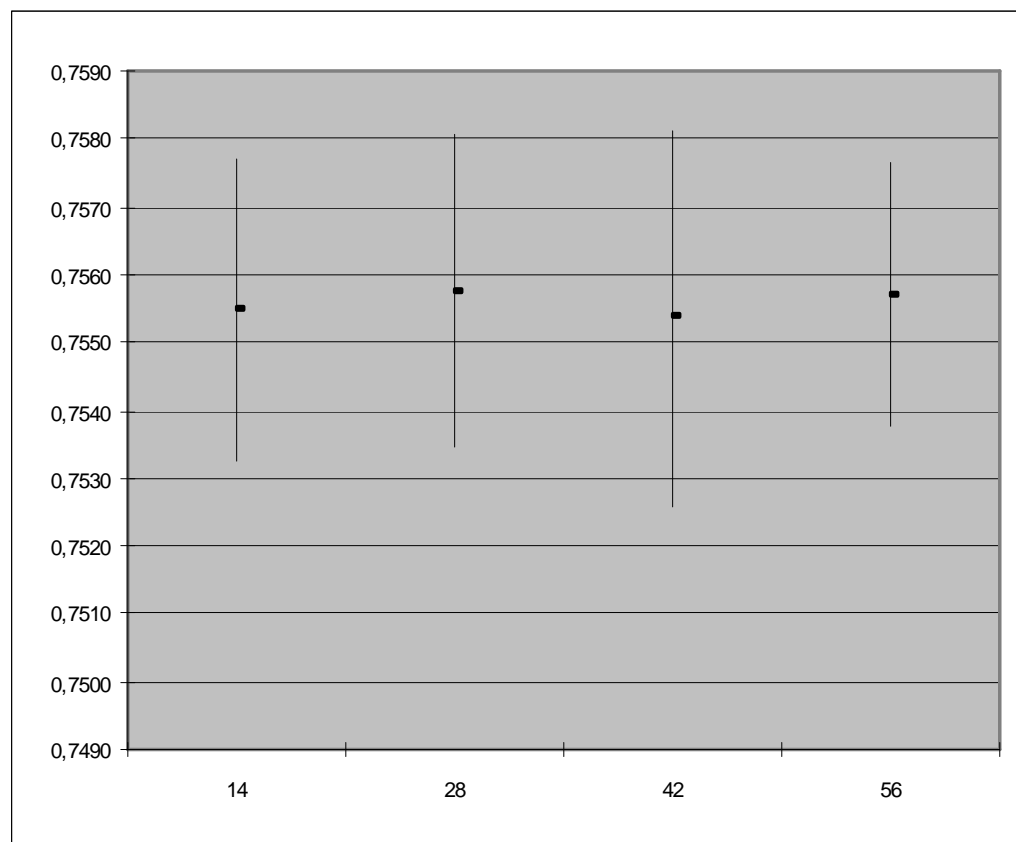
# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Average precision



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,7521	0,7545	0,7533	<b>0,7543</b>	0,7555	<b>AVG</b>
	0,0031	0,0022	0,0031	<b>0,0027</b>	0,0022	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,7513	0,7541	0,7534	<b>0,7550</b>	0,7558	<b>AVG</b>
	0,0029	0,0029	0,0036	<b>0,0025</b>	0,0023	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,7516	0,7533	0,7528	<b>0,7550</b>	0,7553	<b>AVG</b>
	0,0041	0,0024	0,0027	<b>0,0025</b>	0,0028	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,7518	0,7531	0,7524	<b>0,7539</b>	0,7557	<b>AVG</b>
	0,0034	0,0041	0,0025	<b>0,0025</b>	0,0020	<b>STD.DEV.</b>



# Wyznaczanie klas funkcjonalnych genomu drożdży – Average precision



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>14</b>	0,7521	0,7545	0,7533	0,7543	<b>0,7555</b>	<b>AVG</b>
	0,0031	0,0022	0,0031	0,0027	<b>0,0022</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>28</b>	0,7513	0,7541	0,7534	0,7550	<b>0,7558</b>	<b>AVG</b>
	0,0029	0,0029	0,0036	0,0025	<b>0,0023</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>42</b>	0,7516	0,7533	0,7528	0,7550	<b>0,7553</b>	<b>AVG</b>
	0,0041	0,0024	0,0027	0,0025	<b>0,0028</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>56</b>	0,7518	0,7531	0,7524	0,7539	<b>0,7557</b>	<b>AVG</b>
	0,0034	0,0041	0,0025	0,0025	<b>0,0020</b>	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – opis problemu

- Określenie zbioru klas tematycznych, do których należy fotografia
- Na podstawie fotografii (bitmapy) tworzony jest wektor:
  - Konwersja z RGB (Red, Green, Blue) do LUV:
    - L (jaskrawość)
    - U (ujemne – zielony, dodatnie – czerwony)
    - V (ujemne – niebieski, dodatnie – żółty)
  - Obraz dzielony jest na 49 bloków (7 x 7)
  - Dla każdego bloku i dla każdego wymiaru (L, U, V) obliczana jest średnia i wariancja
  - 294-wymiarowy (49 x 3 x 2) wektor opisujący obraz wejściowy

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – opis problemu

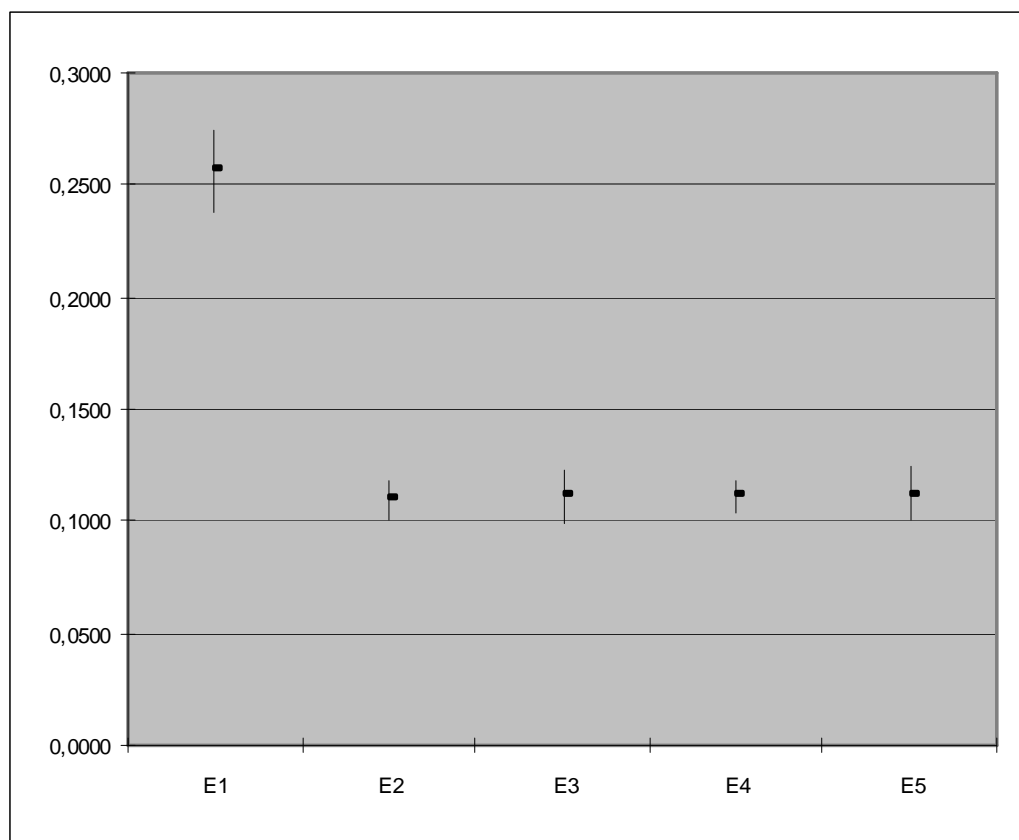
- Zbiór danych
  - 294-wymiarowy wektor wejściowy (dane uzyskane na podstawie obrazu wejściowego)
  - 6 klas tematycznych:
    - Beach
    - Sunset
    - Fall foliage
    - Field
    - Mountain
    - Urban
  - Zbiór uczący: 1211
  - Zbiór testowy: 1196



# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – eksperymenty

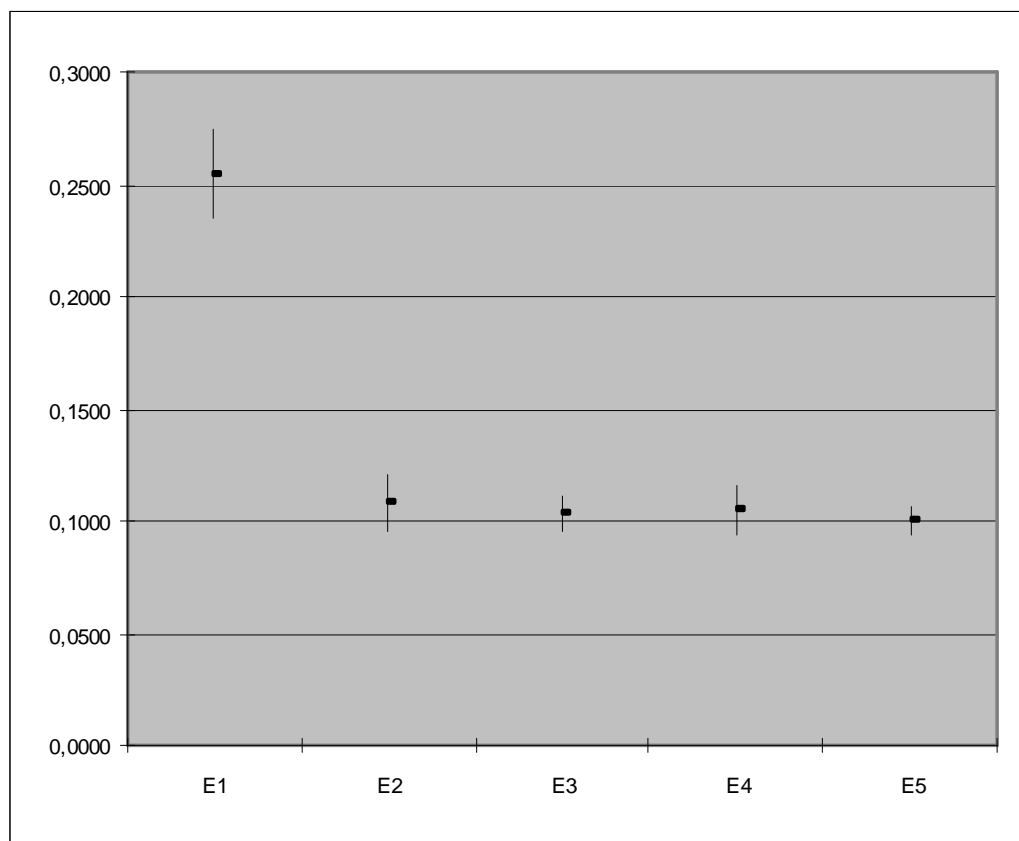
- Parametry sieci neuronowej
  - Współczynnik uczenia: 0.05
  - Learning decay: 0.5
  - Liczba neuronów w warstwie ukrytej
    - 6 (1 x liczba klas)
    - 12 (2 x liczba klas),
    - 18 (3 x liczba klas),
    - 24 (4 x liczba klas)
  - 100 epok
- Po 30 eksperymentów dla 5 funkcji błędu i 4 konfiguracji liczby neuronów w warstwie ukrytej

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Hamming loss



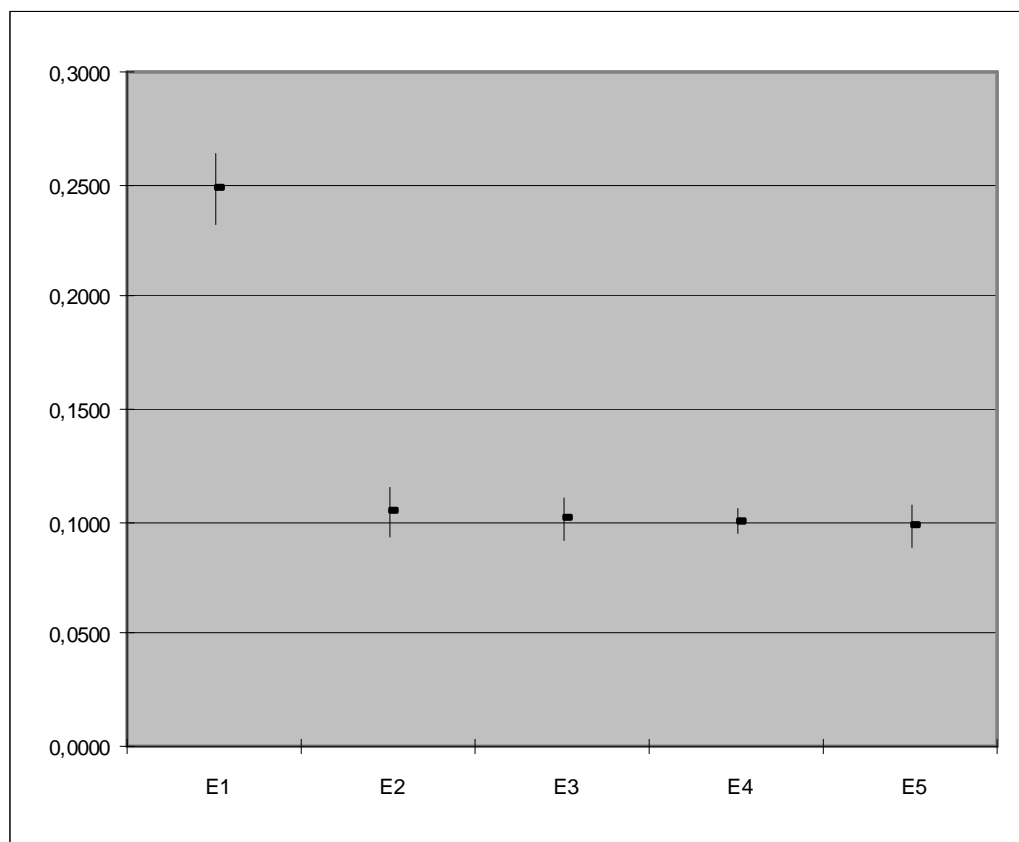
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	<b>0,2567</b>	<b>0,1097</b>	<b>0,1111</b>	<b>0,1115</b>	<b>0,1124</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0184</b>	<b>0,0086</b>	<b>0,0119</b>	<b>0,0072</b>	<b>0,0117</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,2545	0,1084	0,1025	0,1041	0,1000	<b>AVG</b>
	0,0202	0,0128	0,0080	0,0111	0,0068	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,2478	0,1045	0,1008	0,1000	0,0981	<b>AVG</b>
	0,0151	0,0113	0,0090	0,0061	0,0090	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,2504	0,1067	0,0990	0,1003	0,0956	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0121	0,0083	0,0086	0,0069	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Hamming loss



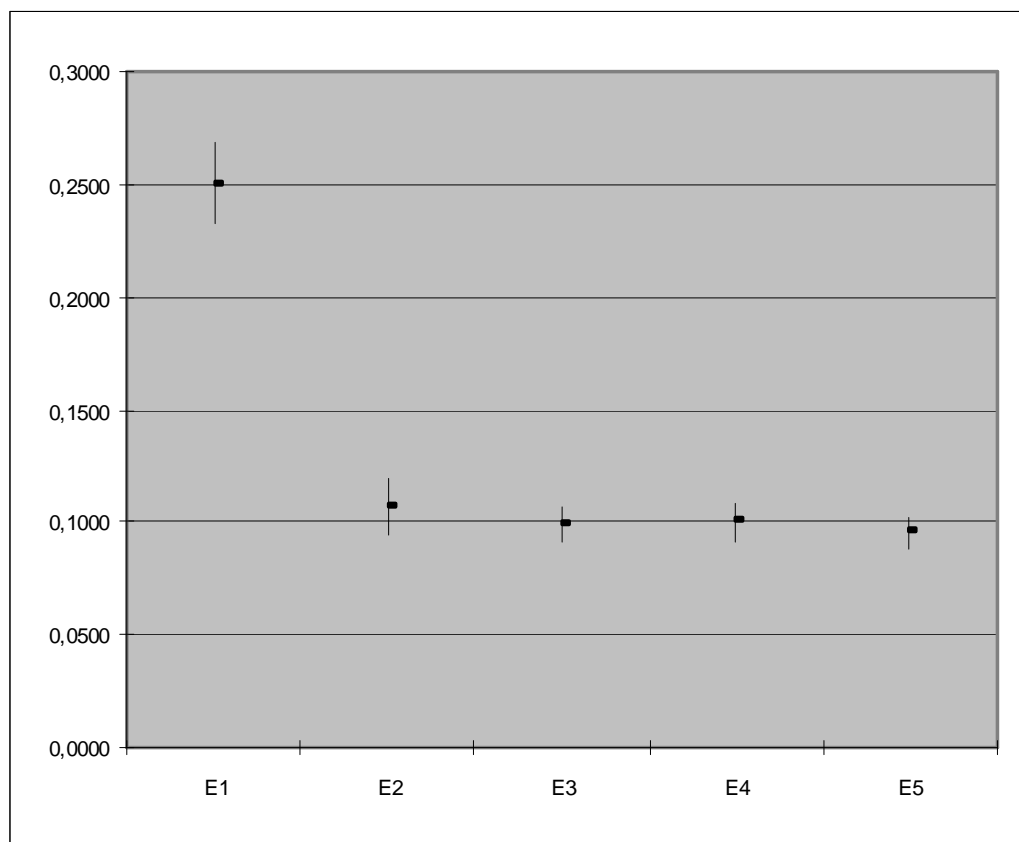
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,2567	0,1097	0,1111	0,1115	0,1124	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0086	0,0119	0,0072	0,0117	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	<b>0,2545</b>	<b>0,1084</b>	<b>0,1025</b>	<b>0,1041</b>	<b>0,1000</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0202</b>	<b>0,0128</b>	<b>0,0080</b>	<b>0,0111</b>	<b>0,0068</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,2478	0,1045	0,1008	0,1000	0,0981	<b>AVG</b>
	0,0151	0,0113	0,0090	0,0061	0,0090	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,2504	0,1067	0,0990	0,1003	0,0956	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0121	0,0083	0,0086	0,0069	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Hamming loss



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,2567	0,1097	0,1111	0,1115	0,1124	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0086	0,0119	0,0072	0,0117	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,2545	0,1084	0,1025	0,1041	0,1000	<b>AVG</b>
	0,0202	0,0128	0,0080	0,0111	0,0068	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	<b>0,2478</b>	<b>0,1045</b>	<b>0,1008</b>	<b>0,1000</b>	<b>0,0981</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0151</b>	<b>0,0113</b>	<b>0,0090</b>	<b>0,0061</b>	<b>0,0090</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,2504	0,1067	0,0990	0,1003	0,0956	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0121	0,0083	0,0086	0,0069	<b>STD.DEV.</b>

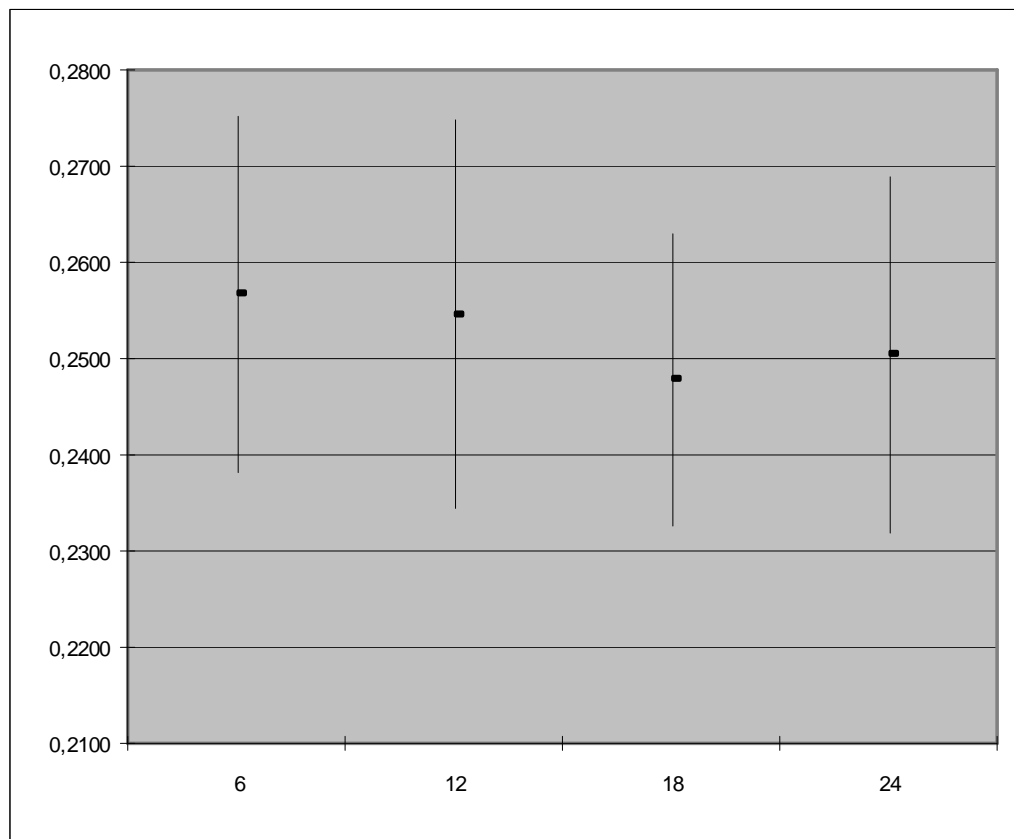
# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Hamming loss



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,2567	0,1097	0,1111	0,1115	0,1124	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0086	0,0119	0,0072	0,0117	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,2545	0,1084	0,1025	0,1041	0,1000	<b>AVG</b>
	0,0202	0,0128	0,0080	0,0111	0,0068	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,2478	0,1045	0,1008	0,1000	0,0981	<b>AVG</b>
	0,0151	0,0113	0,0090	0,0061	0,0090	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	<b>0,2504</b>	<b>0,1067</b>	<b>0,0990</b>	<b>0,1003</b>	<b>0,0956</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0184</b>	<b>0,0121</b>	<b>0,0083</b>	<b>0,0086</b>	<b>0,0069</b>	<b>STD.DEV.</b>

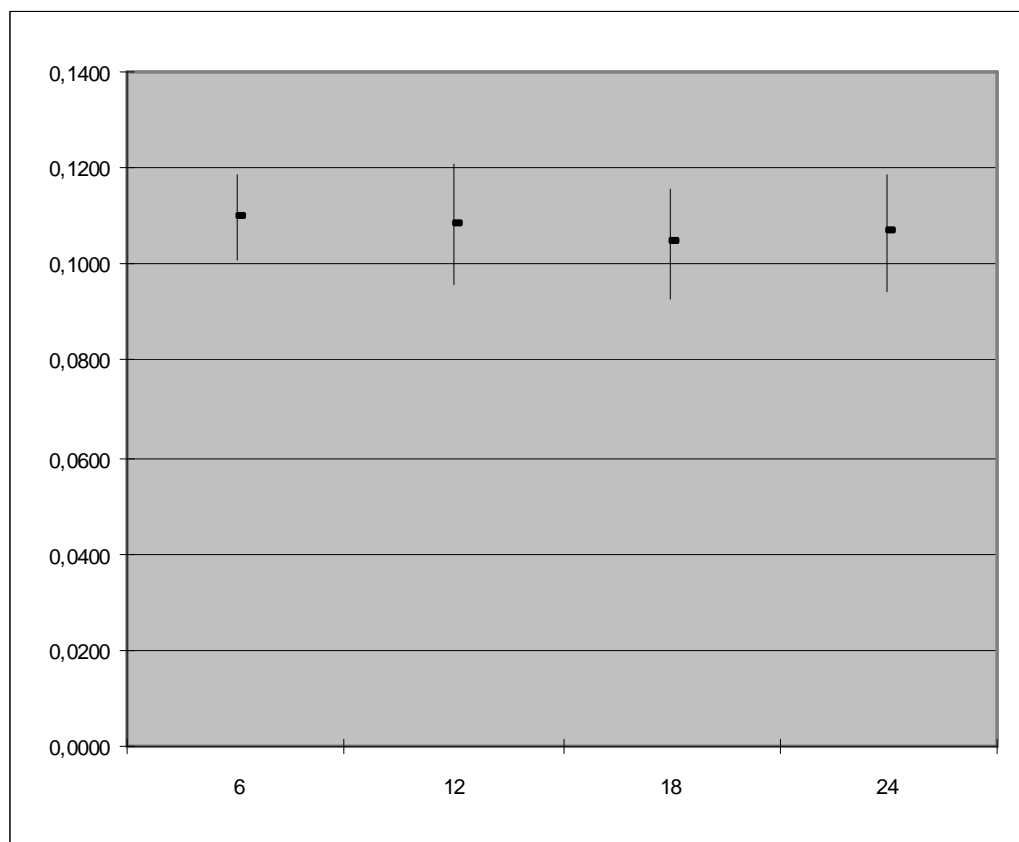


# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Hamming loss



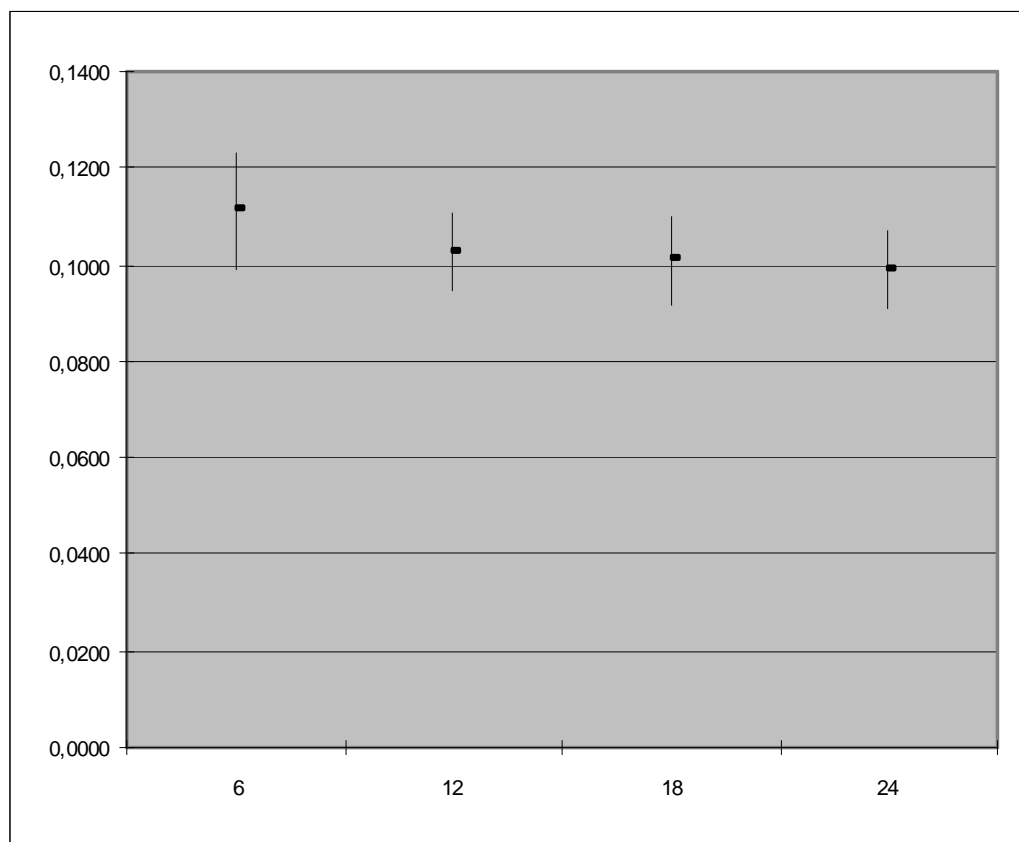
	E1	E2	E3	E4	E5	
6	<b>0,2567</b>	0,1097	0,1111	0,1115	0,1124	<b>AVG</b>
	<b>0,0184</b>	0,0086	0,0119	0,0072	0,0117	<b>STD.DEV.</b>
12	<b>0,2545</b>	0,1084	0,1025	0,1041	0,1000	<b>AVG</b>
	<b>0,0202</b>	0,0128	0,0080	0,0111	0,0068	<b>STD.DEV.</b>
18	<b>0,2478</b>	0,1045	0,1008	0,1000	0,0981	<b>AVG</b>
	<b>0,0151</b>	0,0113	0,0090	0,0061	0,0090	<b>STD.DEV.</b>
24	<b>0,2504</b>	0,1067	0,0990	0,1003	0,0956	<b>AVG</b>
	<b>0,0184</b>	0,0121	0,0083	0,0086	0,0069	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Hamming loss



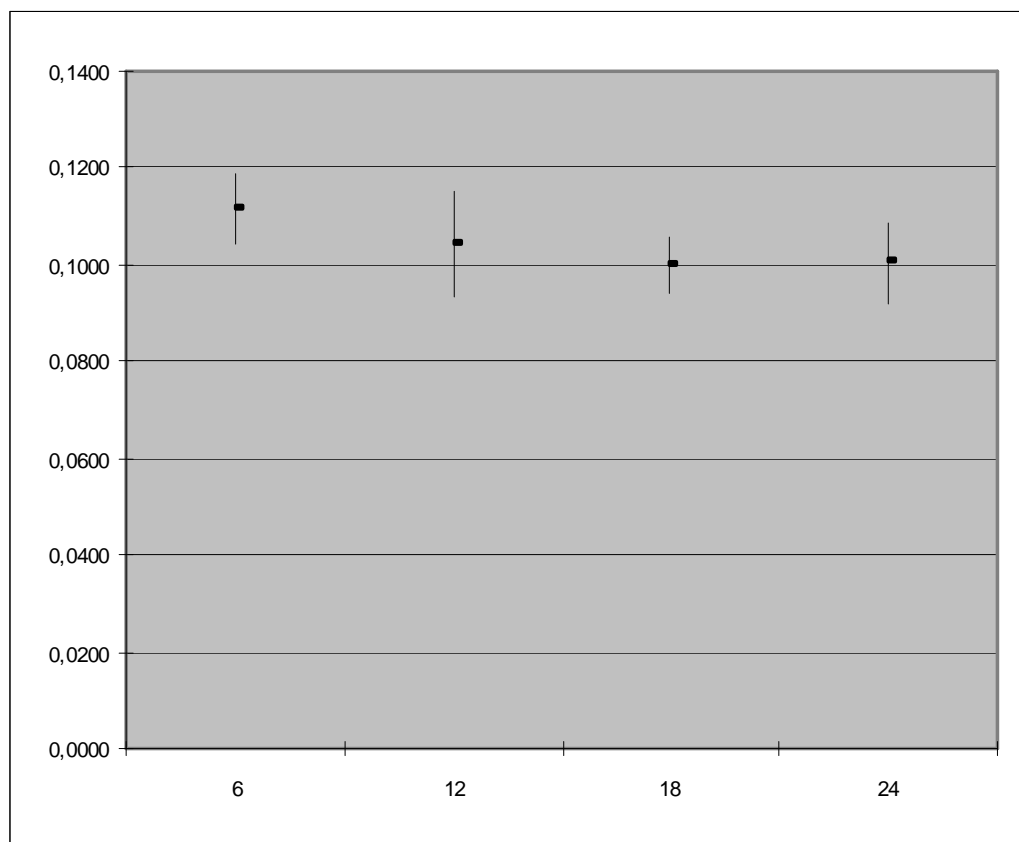
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,2567	<b>0,1097</b>	0,1111	0,1115	0,1124	<b>AVG</b>
	0,0184	<b>0,0086</b>	0,0119	0,0072	0,0117	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,2545	<b>0,1084</b>	0,1025	0,1041	0,1000	<b>AVG</b>
	0,0202	<b>0,0128</b>	0,0080	0,0111	0,0068	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,2478	<b>0,1045</b>	0,1008	0,1000	0,0981	<b>AVG</b>
	0,0151	<b>0,0113</b>	0,0090	0,0061	0,0090	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,2504	<b>0,1067</b>	0,0990	0,1003	0,0956	<b>AVG</b>
	0,0184	<b>0,0121</b>	0,0083	0,0086	0,0069	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Hamming loss



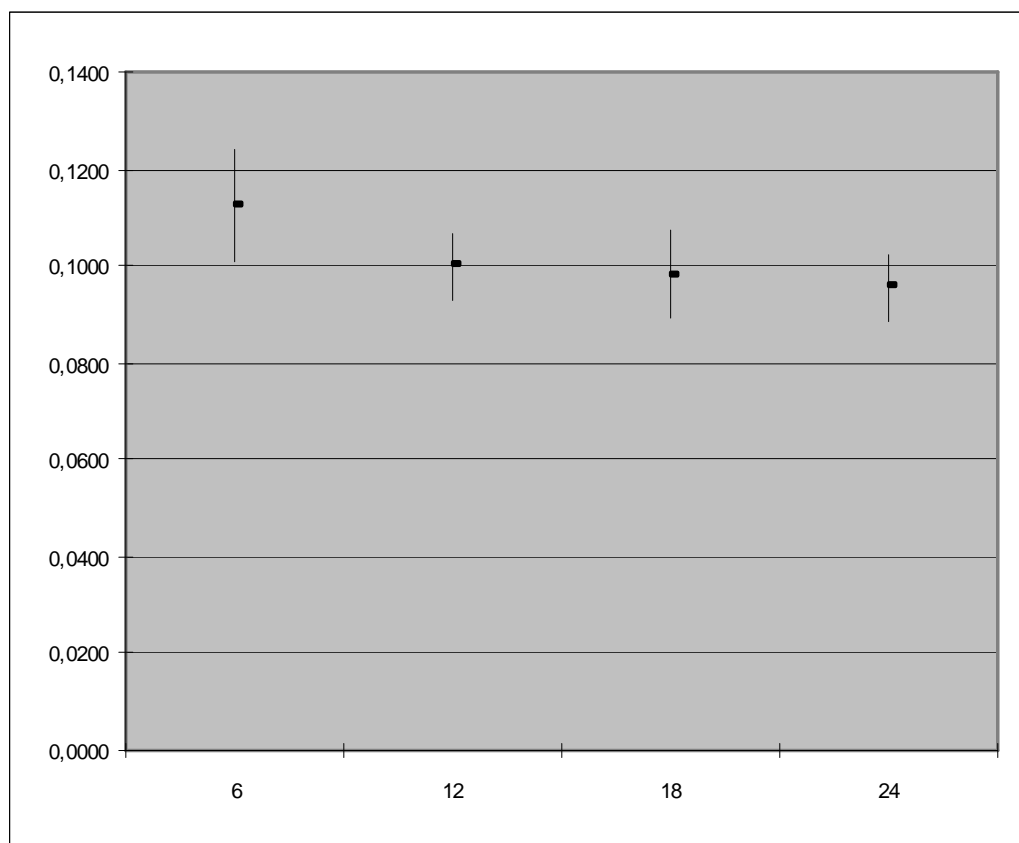
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,2567	0,1097	0,1111	0,1115	0,1124	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0086	0,0119	0,0072	0,0117	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,2545	0,1084	0,1025	0,1041	0,1000	<b>AVG</b>
	0,0202	0,0128	0,0080	0,0111	0,0068	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,2478	0,1045	0,1008	0,1000	0,0981	<b>AVG</b>
	0,0151	0,0113	0,0090	0,0061	0,0090	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,2504	0,1067	0,0990	0,1003	0,0956	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0121	0,0083	0,0086	0,0069	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Hamming loss



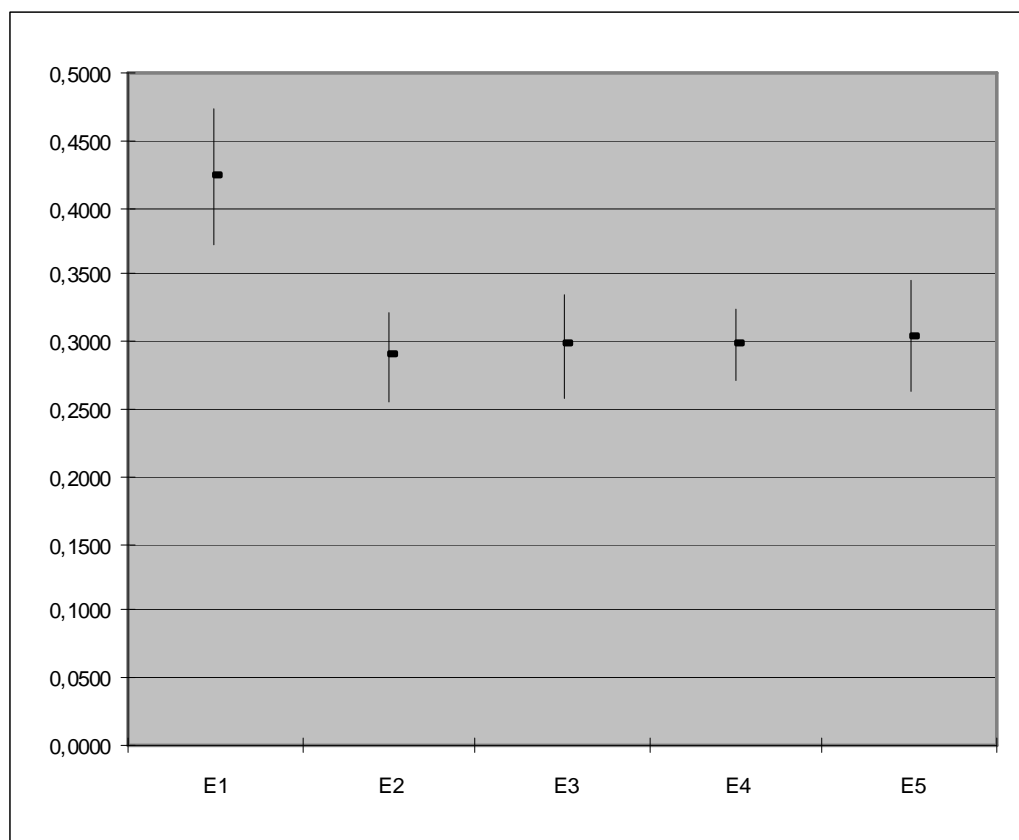
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,2567	0,1097	0,1111	0,1115	0,1124	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0086	0,0119	0,0072	0,0117	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,2545	0,1084	0,1025	0,1041	0,1000	<b>AVG</b>
	0,0202	0,0128	0,0080	0,0111	0,0068	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,2478	0,1045	0,1008	0,1000	0,0981	<b>AVG</b>
	0,0151	0,0113	0,0090	0,0061	0,0090	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,2504	0,1067	0,0990	0,1003	0,0956	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0121	0,0083	0,0086	0,0069	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Hamming loss



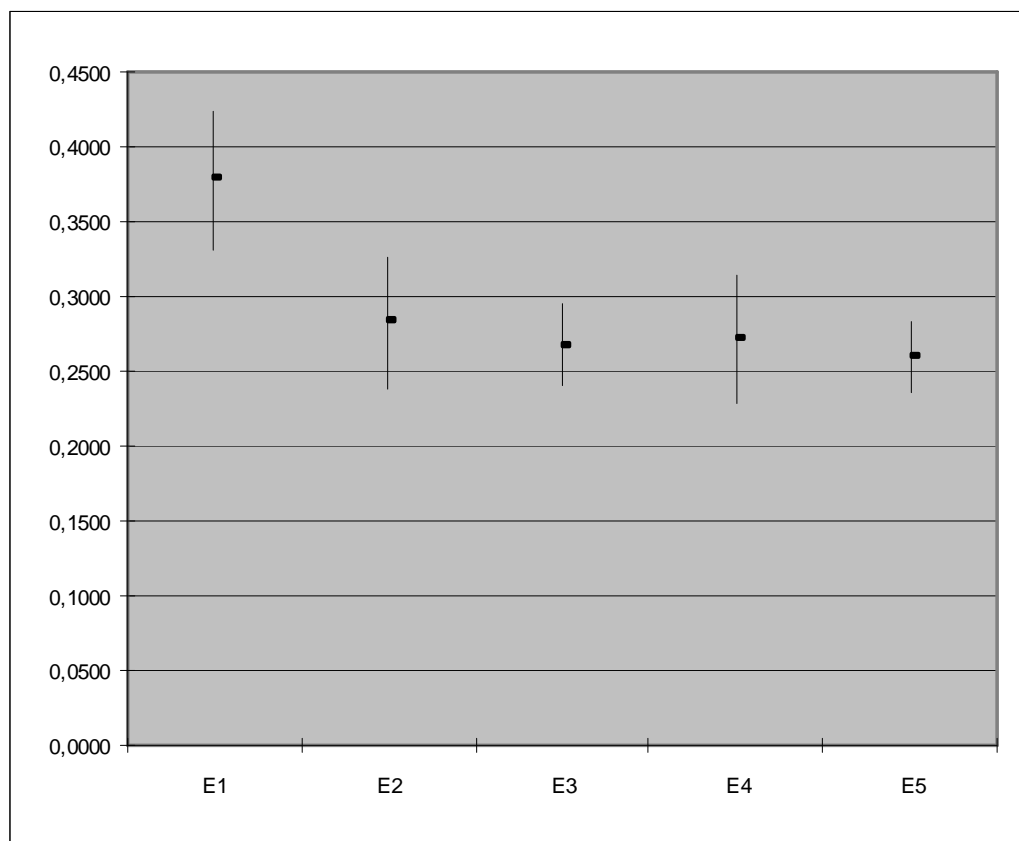
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,2567	0,1097	0,1111	0,1115	<b>0,1124</b>	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0086	0,0119	0,0072	<b>0,0117</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,2545	0,1084	0,1025	0,1041	<b>0,1000</b>	<b>AVG</b>
	0,0202	0,0128	0,0080	0,0111	<b>0,0068</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,2478	0,1045	0,1008	0,1000	<b>0,0981</b>	<b>AVG</b>
	0,0151	0,0113	0,0090	0,0061	<b>0,0090</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,2504	0,1067	0,0990	0,1003	<b>0,0956</b>	<b>AVG</b>
	0,0184	0,0121	0,0083	0,0086	<b>0,0069</b>	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – One-error



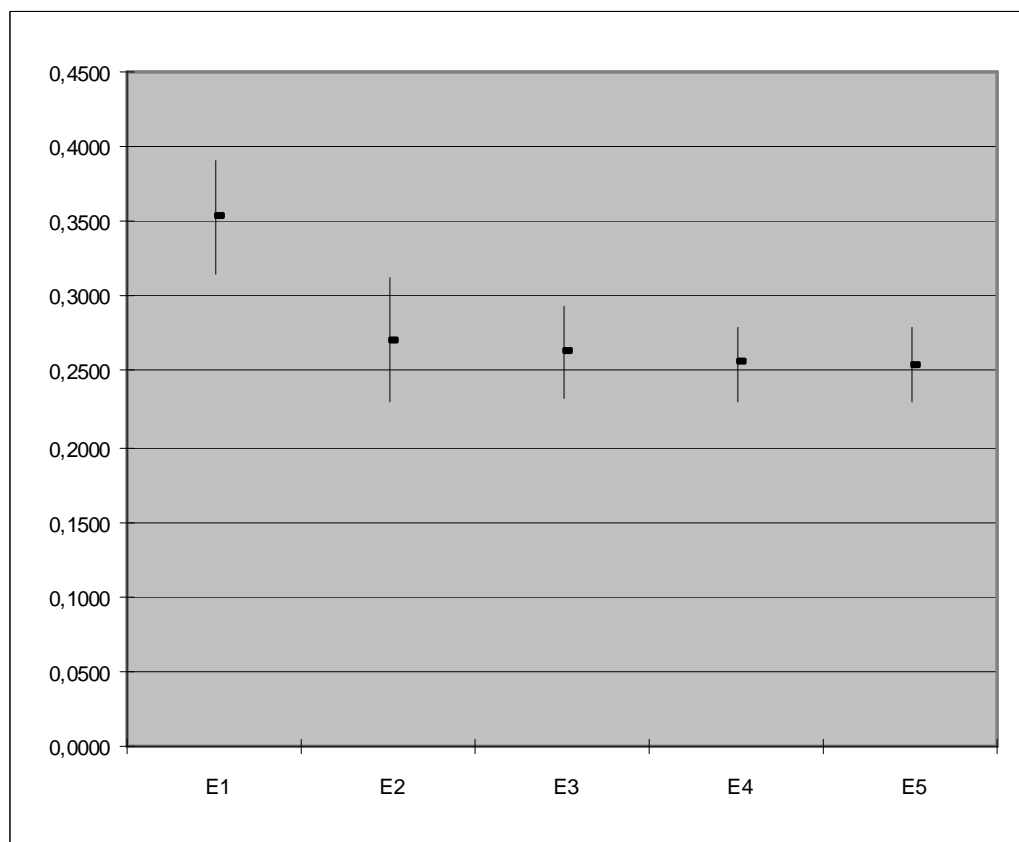
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	<b>0,4233</b>	<b>0,2889</b>	<b>0,2970</b>	<b>0,2989</b>	<b>0,3043</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0510</b>	<b>0,0331</b>	<b>0,0389</b>	<b>0,0264</b>	<b>0,0403</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,3782	0,2823	0,2674	0,2722	0,2594	<b>AVG</b>
	0,0461	0,0445	0,0270	0,0433	0,0236	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,3524	0,2710	0,2627	0,2549	0,2542	<b>AVG</b>
	0,0382	0,0414	0,0300	0,0245	0,0251	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,3471	0,2759	0,2559	0,2577	0,2459	<b>AVG</b>
	0,0415	0,0407	0,0227	0,0346	0,0230	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – One-error



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,4233	0,2889	0,2970	0,2989	0,3043	<b>AVG</b>
	0,0510	0,0331	0,0389	0,0264	0,0403	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	<b>0,3782</b>	<b>0,2823</b>	<b>0,2674</b>	<b>0,2722</b>	<b>0,2594</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0461</b>	<b>0,0445</b>	<b>0,0270</b>	<b>0,0433</b>	<b>0,0236</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,3524	0,2710	0,2627	0,2549	0,2542	<b>AVG</b>
	0,0382	0,0414	0,0300	0,0245	0,0251	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,3471	0,2759	0,2559	0,2577	0,2459	<b>AVG</b>
	0,0415	0,0407	0,0227	0,0346	0,0230	<b>STD.DEV.</b>

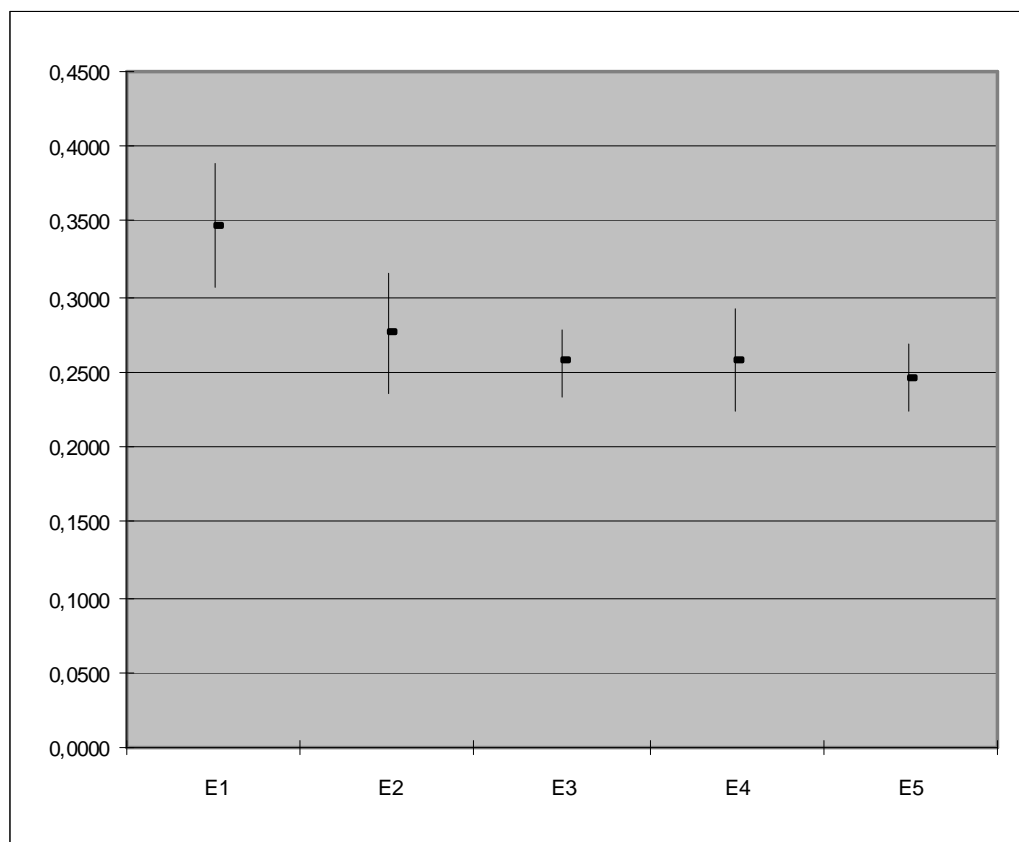
# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – One-error



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,4233	0,2889	0,2970	0,2989	0,3043	<b>AVG</b>
	0,0510	0,0331	0,0389	0,0264	0,0403	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,3782	0,2823	0,2674	0,2722	0,2594	<b>AVG</b>
	0,0461	0,0445	0,0270	0,0433	0,0236	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	<b>0,3524</b>	<b>0,2710</b>	<b>0,2627</b>	<b>0,2549</b>	<b>0,2542</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0382</b>	<b>0,0414</b>	<b>0,0300</b>	<b>0,0245</b>	<b>0,0251</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,3471	0,2759	0,2559	0,2577	0,2459	<b>AVG</b>
	0,0415	0,0407	0,0227	0,0346	0,0230	<b>STD.DEV.</b>

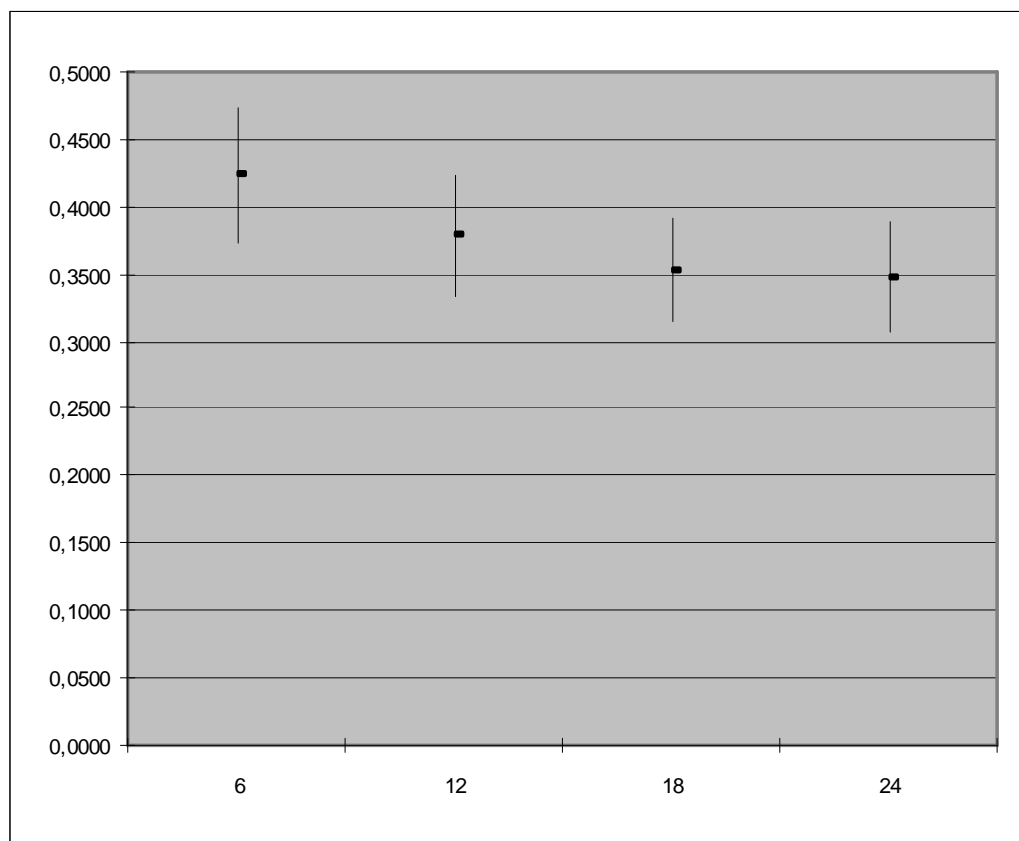


# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – One-error



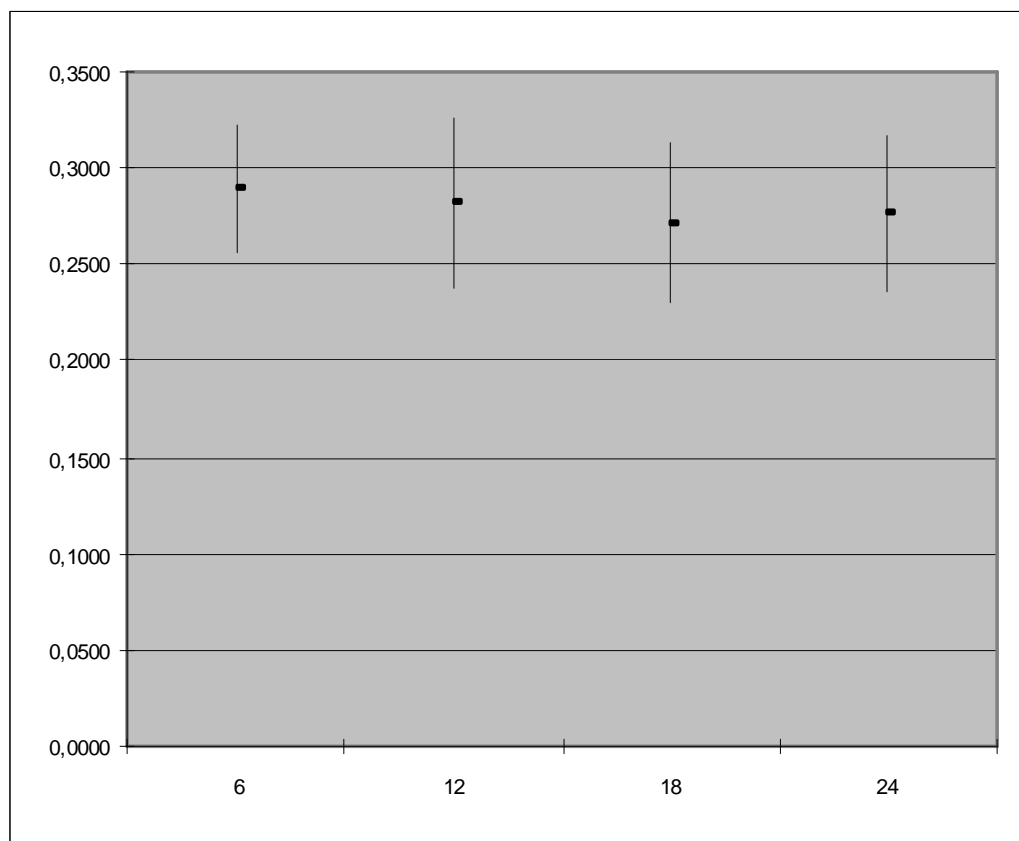
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,4233	0,2889	0,2970	0,2989	0,3043	<b>AVG</b>
	0,0510	0,0331	0,0389	0,0264	0,0403	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,3782	0,2823	0,2674	0,2722	0,2594	<b>AVG</b>
	0,0461	0,0445	0,0270	0,0433	0,0236	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,3524	0,2710	0,2627	0,2549	0,2542	<b>AVG</b>
	0,0382	0,0414	0,0300	0,0245	0,0251	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	<b>0,3471</b>	<b>0,2759</b>	<b>0,2559</b>	<b>0,2577</b>	<b>0,2459</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0415</b>	<b>0,0407</b>	<b>0,0227</b>	<b>0,0346</b>	<b>0,0230</b>	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – One-error



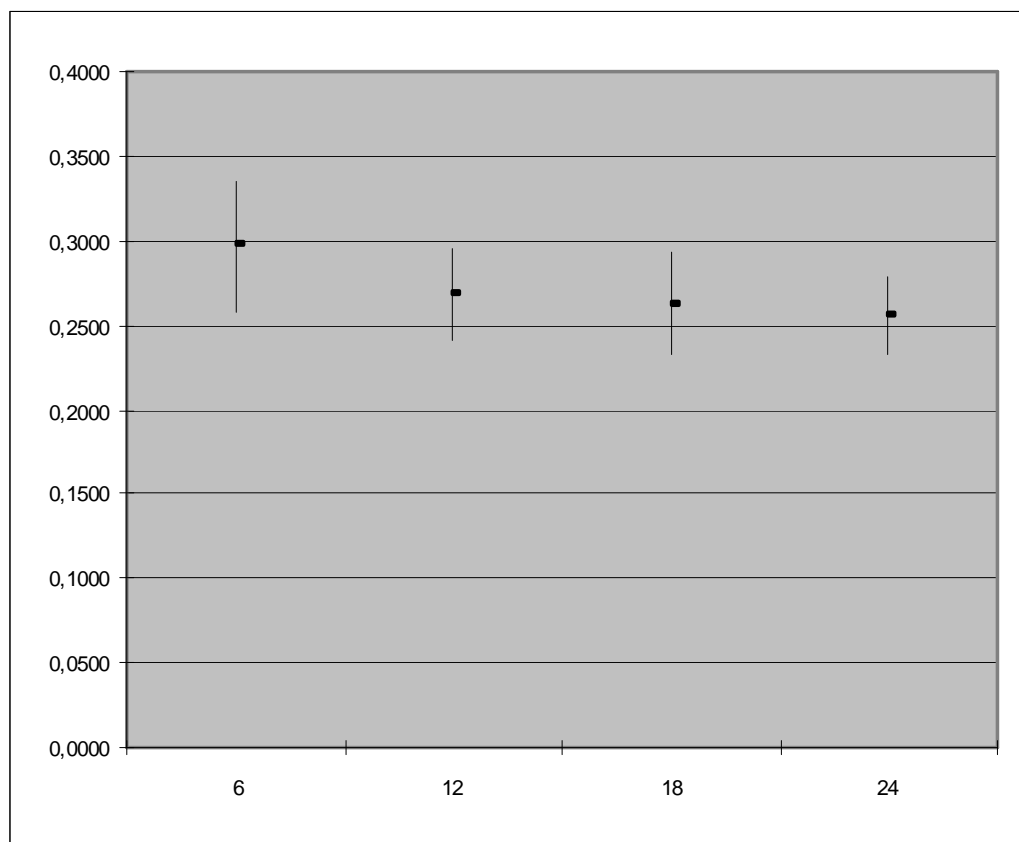
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	<b>0,4233</b>	0,2889	0,2970	0,2989	0,3043	<b>AVG</b>
	<b>0,0510</b>	0,0331	0,0389	0,0264	0,0403	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	<b>0,3782</b>	0,2823	0,2674	0,2722	0,2594	<b>AVG</b>
	<b>0,0461</b>	0,0445	0,0270	0,0433	0,0236	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	<b>0,3524</b>	0,2710	0,2627	0,2549	0,2542	<b>AVG</b>
	<b>0,0382</b>	0,0414	0,0300	0,0245	0,0251	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	<b>0,3471</b>	0,2759	0,2559	0,2577	0,2459	<b>AVG</b>
	<b>0,0415</b>	0,0407	0,0227	0,0346	0,0230	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – One-error



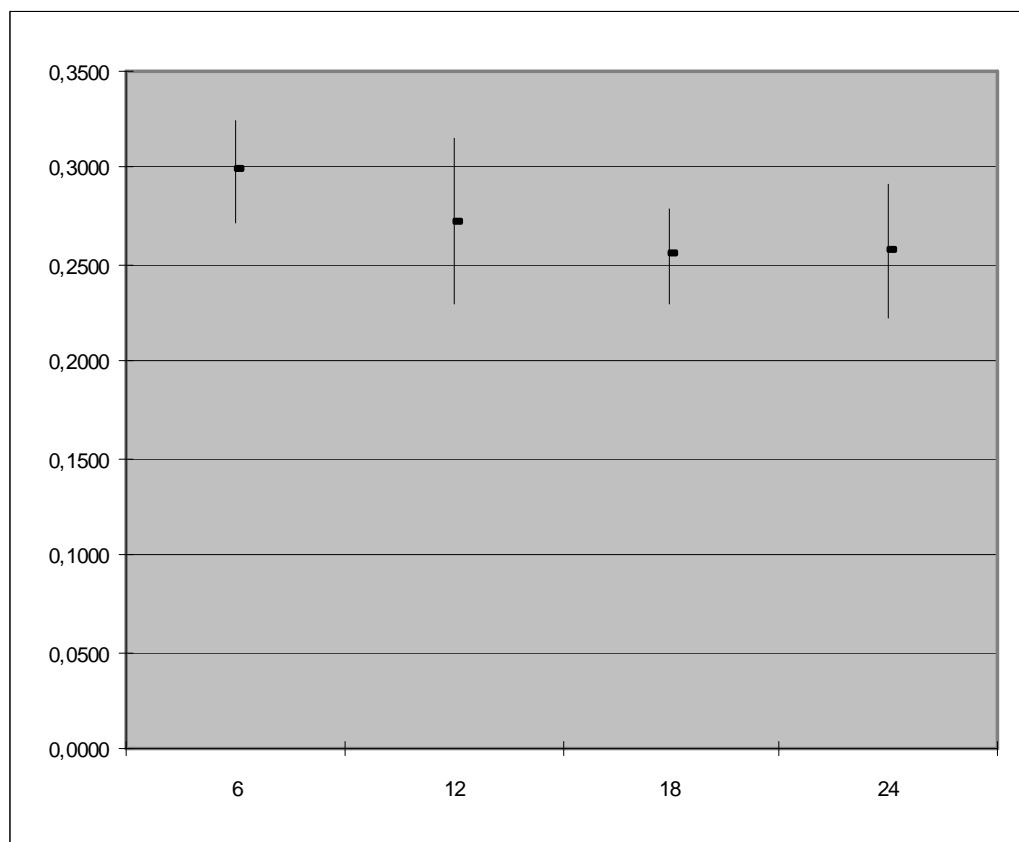
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,4233	<b>0,2889</b>	0,2970	0,2989	0,3043	<b>AVG</b>
	0,0510	<b>0,0331</b>	0,0389	0,0264	0,0403	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,3782	<b>0,2823</b>	0,2674	0,2722	0,2594	<b>AVG</b>
	0,0461	<b>0,0445</b>	0,0270	0,0433	0,0236	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,3524	<b>0,2710</b>	0,2627	0,2549	0,2542	<b>AVG</b>
	0,0382	<b>0,0414</b>	0,0300	0,0245	0,0251	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,3471	<b>0,2759</b>	0,2559	0,2577	0,2459	<b>AVG</b>
	0,0415	<b>0,0407</b>	0,0227	0,0346	0,0230	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – One-error



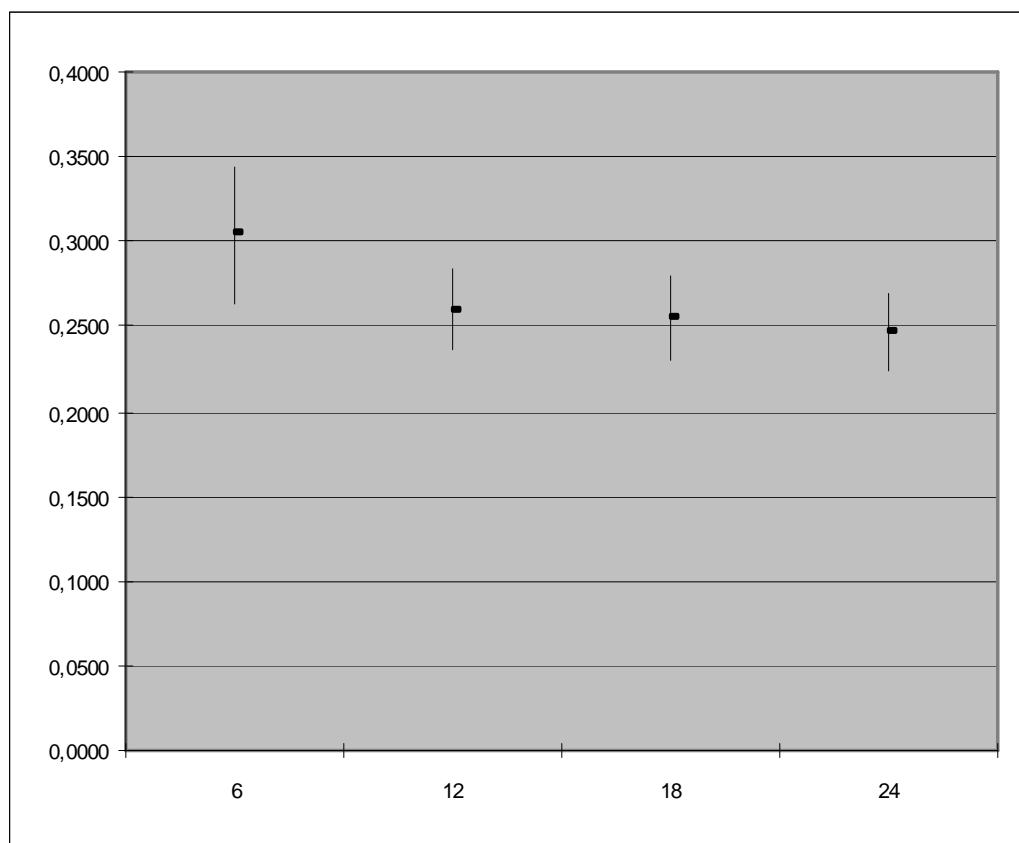
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,4233	0,2889	<b>0,2970</b>	0,2989	0,3043	<b>AVG</b>
	0,0510	0,0331	<b>0,0389</b>	0,0264	0,0403	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,3782	0,2823	<b>0,2674</b>	0,2722	0,2594	<b>AVG</b>
	0,0461	0,0445	<b>0,0270</b>	0,0433	0,0236	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,3524	0,2710	<b>0,2627</b>	0,2549	0,2542	<b>AVG</b>
	0,0382	0,0414	<b>0,0300</b>	0,0245	0,0251	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,3471	0,2759	<b>0,2559</b>	0,2577	0,2459	<b>AVG</b>
	0,0415	0,0407	<b>0,0227</b>	0,0346	0,0230	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – One-error



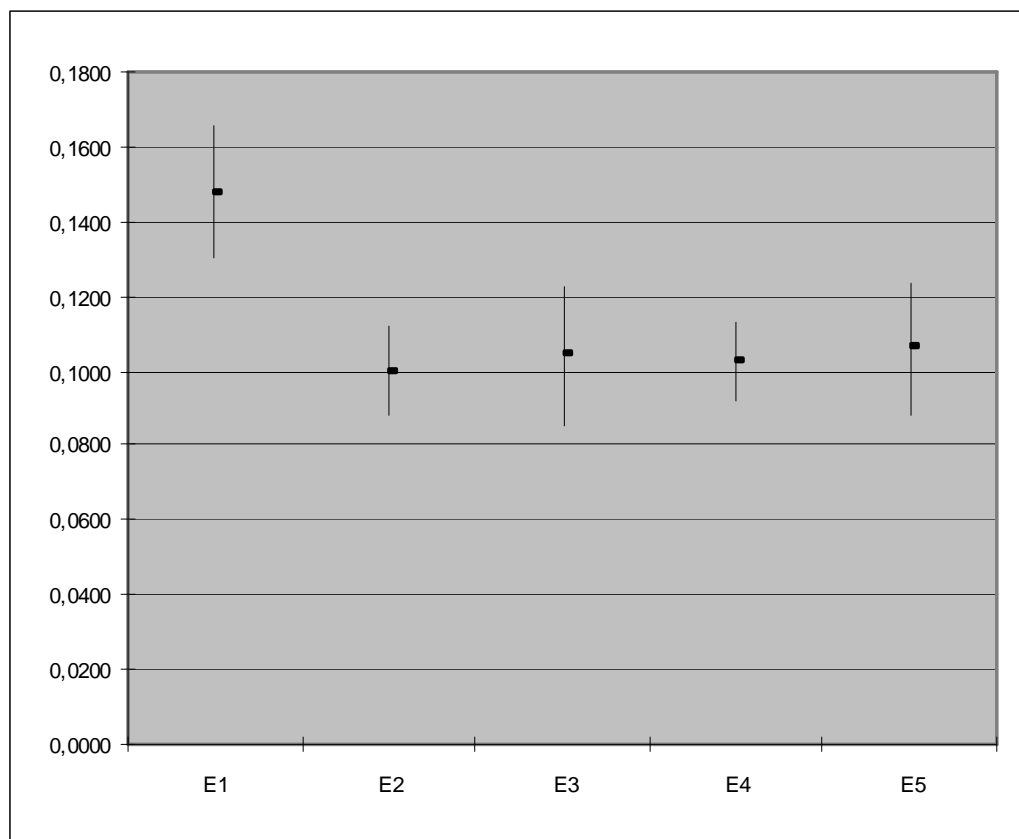
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,4233	0,2889	0,2970	<b>0,2989</b>	0,3043	<b>AVG</b>
	0,0510	0,0331	0,0389	<b>0,0264</b>	0,0403	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,3782	0,2823	0,2674	<b>0,2722</b>	0,2594	<b>AVG</b>
	0,0461	0,0445	0,0270	<b>0,0433</b>	0,0236	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,3524	0,2710	0,2627	<b>0,2549</b>	0,2542	<b>AVG</b>
	0,0382	0,0414	0,0300	<b>0,0245</b>	0,0251	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,3471	0,2759	0,2559	<b>0,2577</b>	0,2459	<b>AVG</b>
	0,0415	0,0407	0,0227	<b>0,0346</b>	0,0230	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – One-error



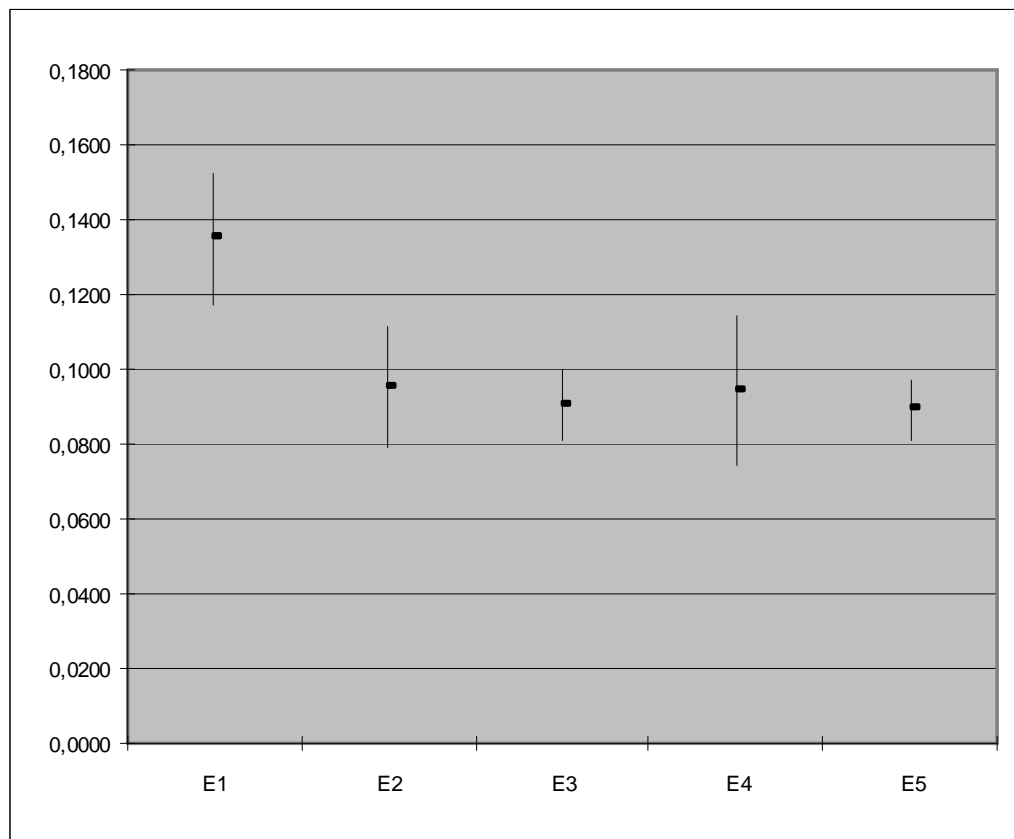
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,4233	0,2889	0,2970	0,2989	<b>0,3043</b>	<b>AVG</b>
	0,0510	0,0331	0,0389	0,0264	<b>0,0403</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,3782	0,2823	0,2674	0,2722	<b>0,2594</b>	<b>AVG</b>
	0,0461	0,0445	0,0270	0,0433	<b>0,0236</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,3524	0,2710	0,2627	0,2549	<b>0,2542</b>	<b>AVG</b>
	0,0382	0,0414	0,0300	0,0245	<b>0,0251</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,3471	0,2759	0,2559	0,2577	<b>0,2459</b>	<b>AVG</b>
	0,0415	0,0407	0,0227	0,0346	<b>0,0230</b>	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Ranking loss



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	<b>0,1477</b>	<b>0,0999</b>	<b>0,1040</b>	<b>0,1025</b>	<b>0,1060</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0175</b>	<b>0,0119</b>	<b>0,0184</b>	<b>0,0104</b>	<b>0,0176</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,1349	0,0953	0,0901	0,0943	0,0893	<b>AVG</b>
	0,0179	0,0158	0,0095	0,0197	0,0081	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,1267	0,0900	0,0884	0,0866	0,0867	<b>AVG</b>
	0,0139	0,0158	0,0117	0,0092	0,0101	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,1243	0,0910	0,0864	0,0870	0,0830	<b>AVG</b>
	0,0145	0,0131	0,0095	0,0142	0,0085	<b>STD.DEV.</b>

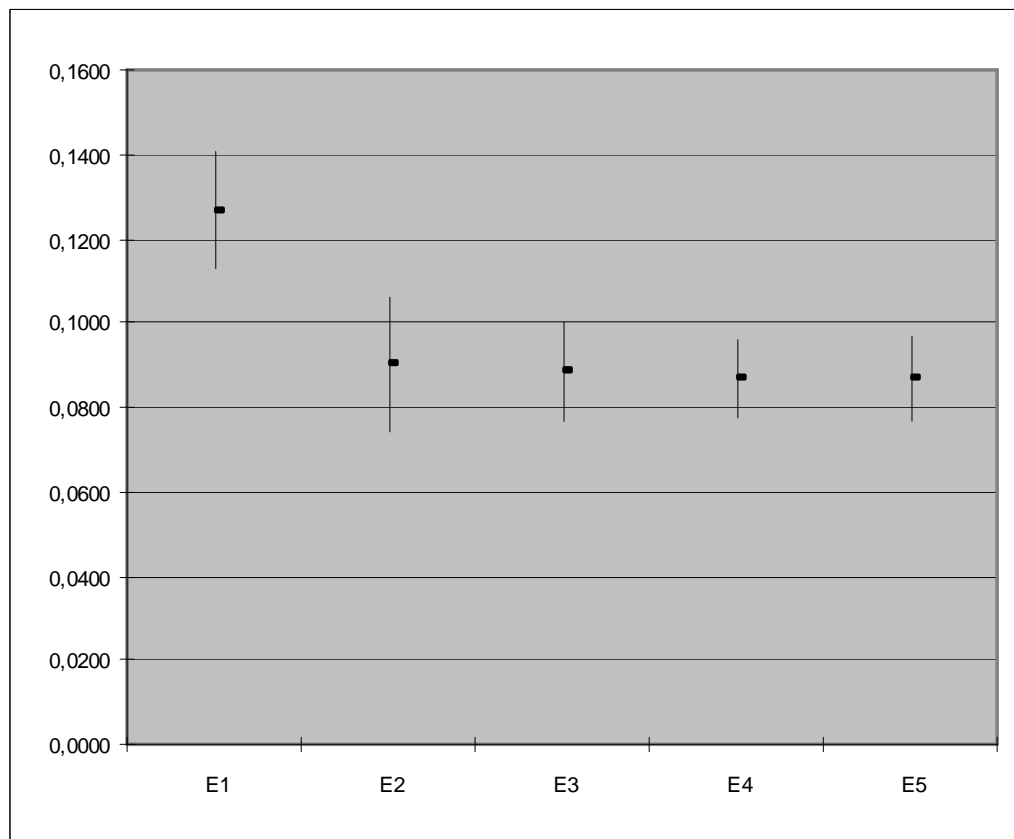
# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Ranking loss



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,1477	0,0999	0,1040	0,1025	0,1060	<b>AVG</b>
	0,0175	0,0119	0,0184	0,0104	0,0176	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	<b>0,1349</b>	<b>0,0953</b>	<b>0,0901</b>	<b>0,0943</b>	<b>0,0893</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0179</b>	<b>0,0158</b>	<b>0,0095</b>	<b>0,0197</b>	<b>0,0081</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,1267	0,0900	0,0884	0,0866	0,0867	<b>AVG</b>
	0,0139	0,0158	0,0117	0,0092	0,0101	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,1243	0,0910	0,0864	0,0870	0,0830	<b>AVG</b>
	0,0145	0,0131	0,0095	0,0142	0,0085	<b>STD.DEV.</b>

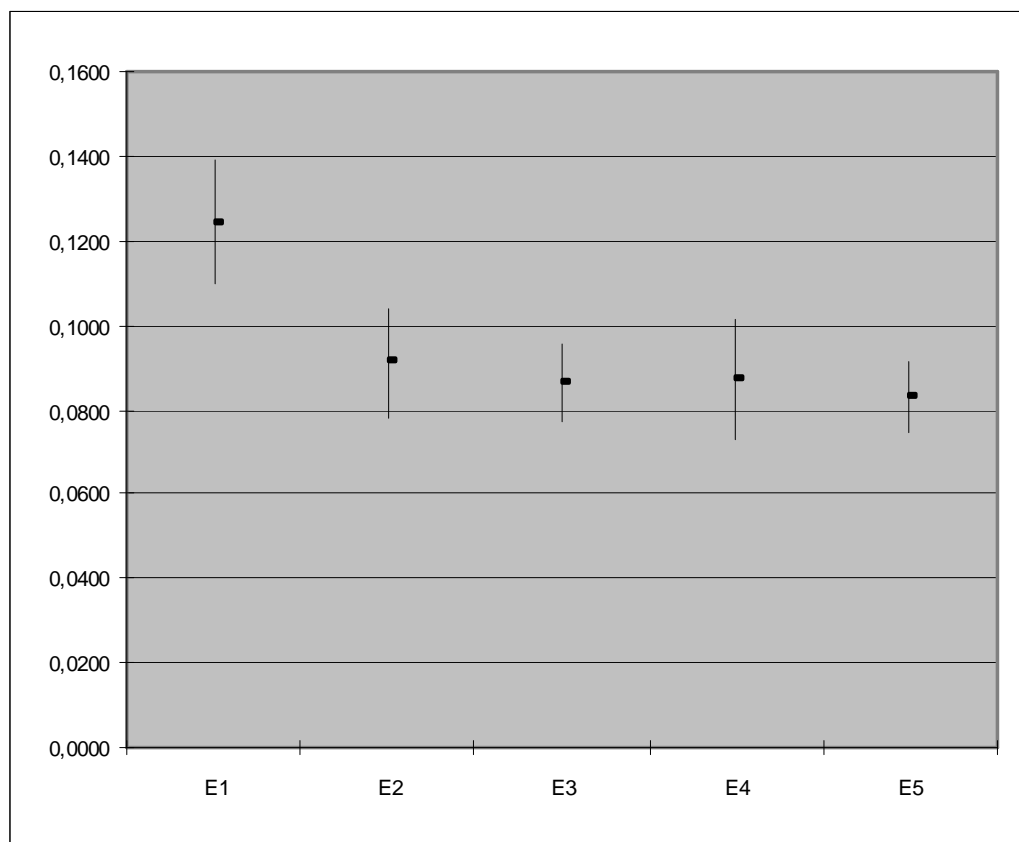


# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Ranking loss



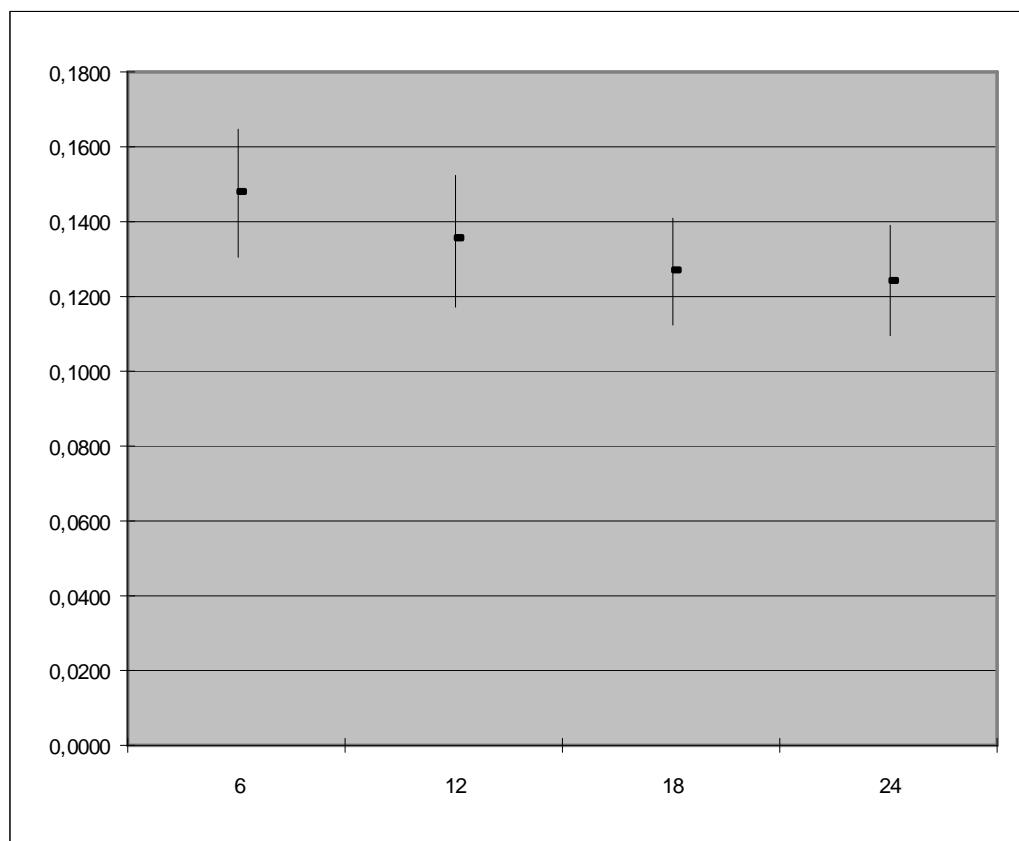
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,1477	0,0999	0,1040	0,1025	0,1060	<b>AVG</b>
	0,0175	0,0119	0,0184	0,0104	0,0176	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,1349	0,0953	0,0901	0,0943	0,0893	<b>AVG</b>
	0,0179	0,0158	0,0095	0,0197	0,0081	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,1267	0,0900	0,0884	0,0866	0,0867	<b>AVG</b>
	0,0139	0,0158	0,0117	0,0092	0,0101	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,1243	0,0910	0,0864	0,0870	0,0830	<b>AVG</b>
	0,0145	0,0131	0,0095	0,0142	0,0085	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Ranking loss



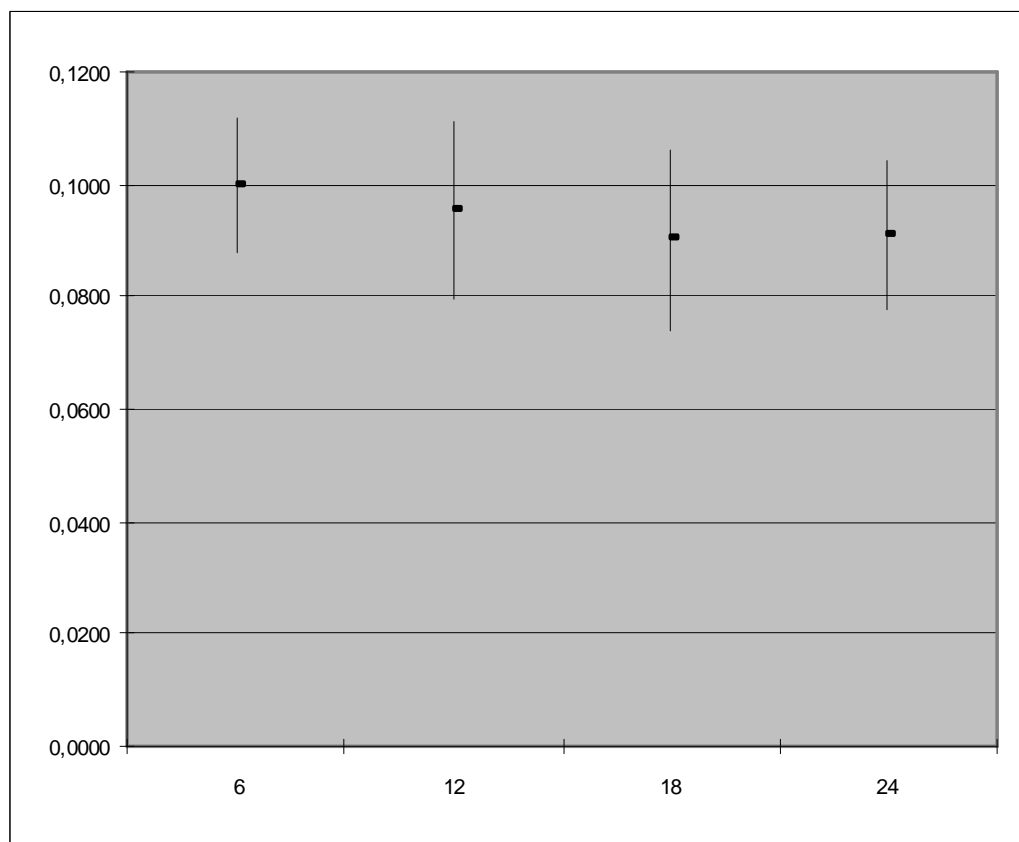
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,1477	0,0999	0,1040	0,1025	0,1060	<b>AVG</b>
	0,0175	0,0119	0,0184	0,0104	0,0176	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,1349	0,0953	0,0901	0,0943	0,0893	<b>AVG</b>
	0,0179	0,0158	0,0095	0,0197	0,0081	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,1267	0,0900	0,0884	0,0866	0,0867	<b>AVG</b>
	0,0139	0,0158	0,0117	0,0092	0,0101	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	<b>0,1243</b>	<b>0,0910</b>	<b>0,0864</b>	<b>0,0870</b>	<b>0,0830</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0145</b>	<b>0,0131</b>	<b>0,0095</b>	<b>0,0142</b>	<b>0,0085</b>	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Ranking loss



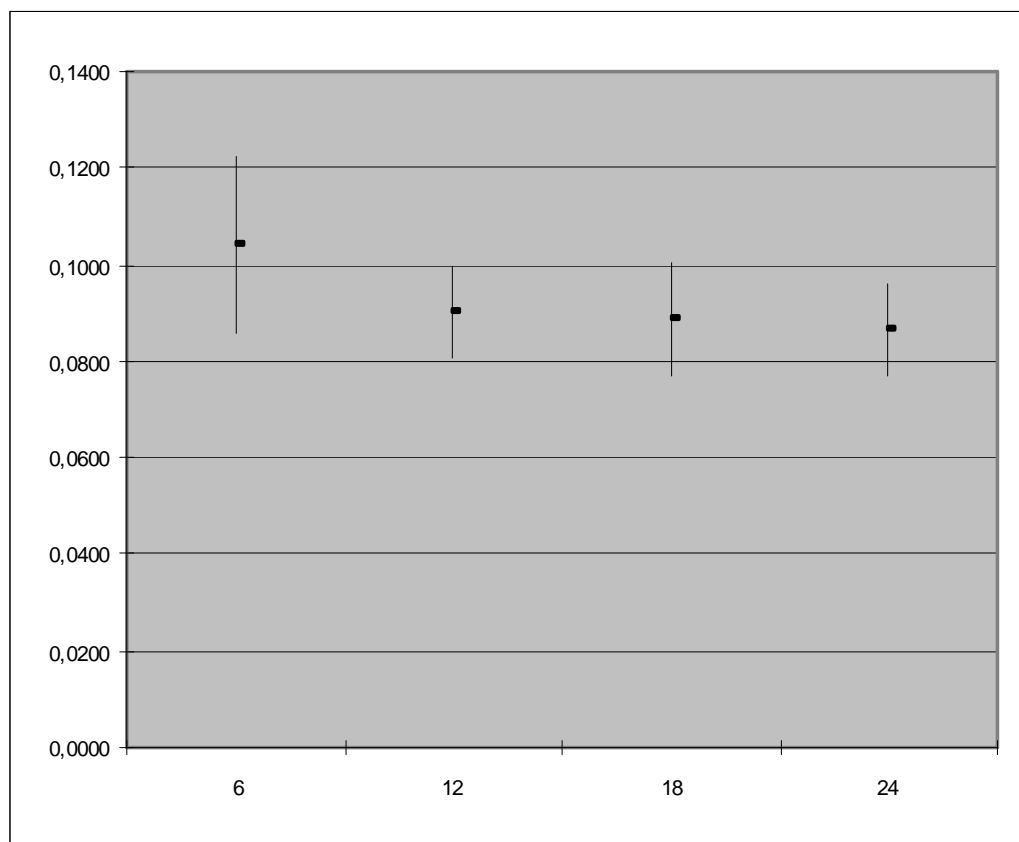
	E1	E2	E3	E4	E5	
6	<b>0,1477</b>	0,0999	0,1040	0,1025	0,1060	<b>AVG</b>
	<b>0,0175</b>	0,0119	0,0184	0,0104	0,0176	<b>STD.DEV.</b>
12	<b>0,1349</b>	0,0953	0,0901	0,0943	0,0893	<b>AVG</b>
	<b>0,0179</b>	0,0158	0,0095	0,0197	0,0081	<b>STD.DEV.</b>
18	<b>0,1267</b>	0,0900	0,0884	0,0866	0,0867	<b>AVG</b>
	<b>0,0139</b>	0,0158	0,0117	0,0092	0,0101	<b>STD.DEV.</b>
24	<b>0,1243</b>	0,0910	0,0864	0,0870	0,0830	<b>AVG</b>
	<b>0,0145</b>	0,0131	0,0095	0,0142	0,0085	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Ranking loss



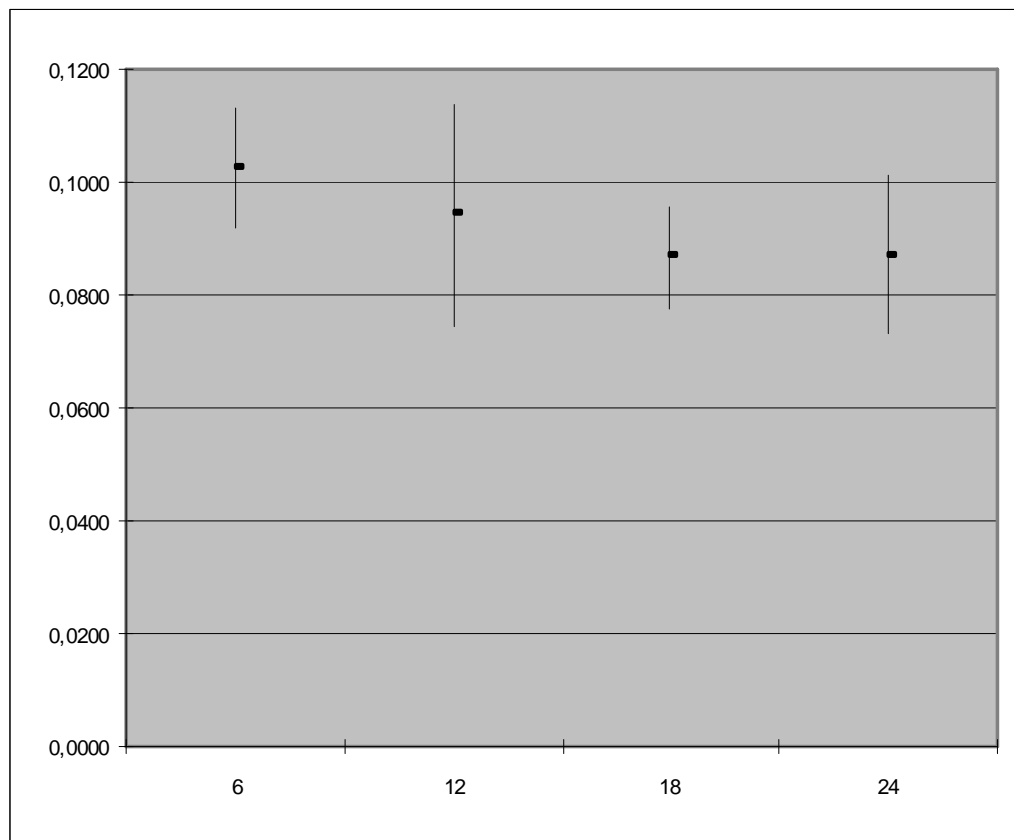
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,1477	<b>0,0999</b>	0,1040	0,1025	0,1060	<b>AVG</b>
	0,0175	<b>0,0119</b>	0,0184	0,0104	0,0176	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,1349	<b>0,0953</b>	0,0901	0,0943	0,0893	<b>AVG</b>
	0,0179	<b>0,0158</b>	0,0095	0,0197	0,0081	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,1267	<b>0,0900</b>	0,0884	0,0866	0,0867	<b>AVG</b>
	0,0139	<b>0,0158</b>	0,0117	0,0092	0,0101	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,1243	<b>0,0910</b>	0,0864	0,0870	0,0830	<b>AVG</b>
	0,0145	<b>0,0131</b>	0,0095	0,0142	0,0085	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Ranking loss



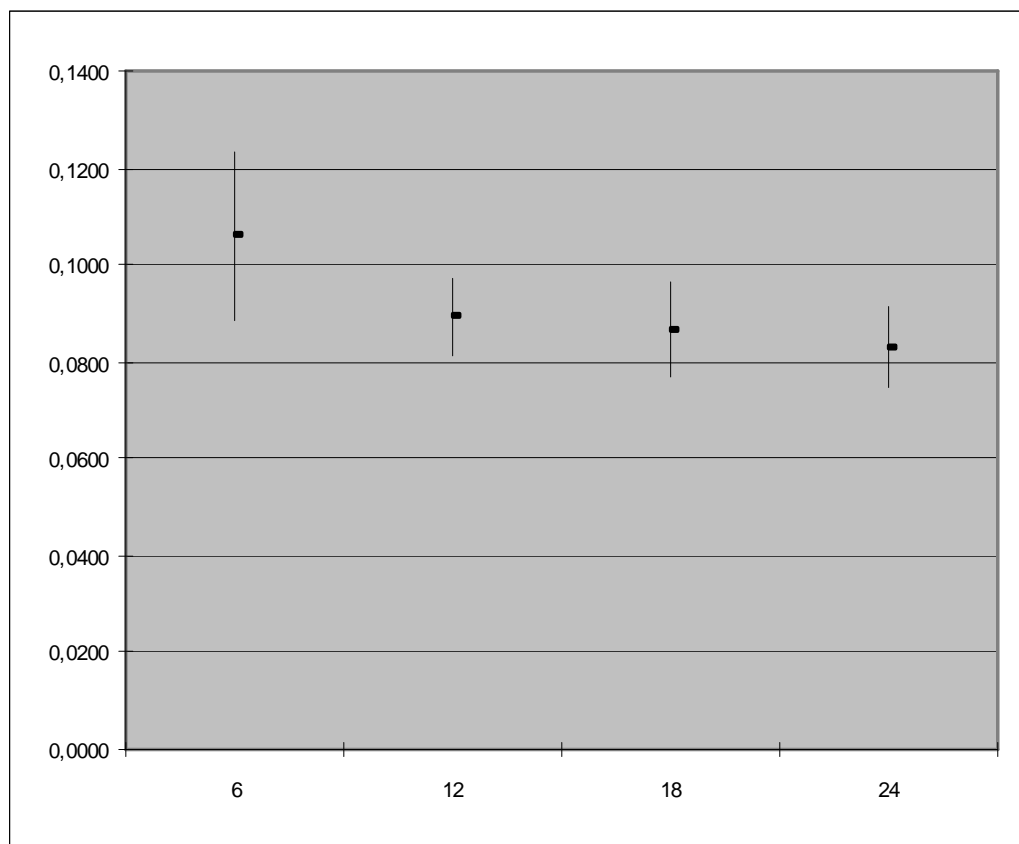
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,1477	0,0999	<b>0,1040</b>	0,1025	0,1060	<b>AVG</b>
	0,0175	0,0119	<b>0,0184</b>	0,0104	0,0176	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,1349	0,0953	<b>0,0901</b>	0,0943	0,0893	<b>AVG</b>
	0,0179	0,0158	<b>0,0095</b>	0,0197	0,0081	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,1267	0,0900	<b>0,0884</b>	0,0866	0,0867	<b>AVG</b>
	0,0139	0,0158	<b>0,0117</b>	0,0092	0,0101	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,1243	0,0910	<b>0,0864</b>	0,0870	0,0830	<b>AVG</b>
	0,0145	0,0131	<b>0,0095</b>	0,0142	0,0085	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Ranking loss



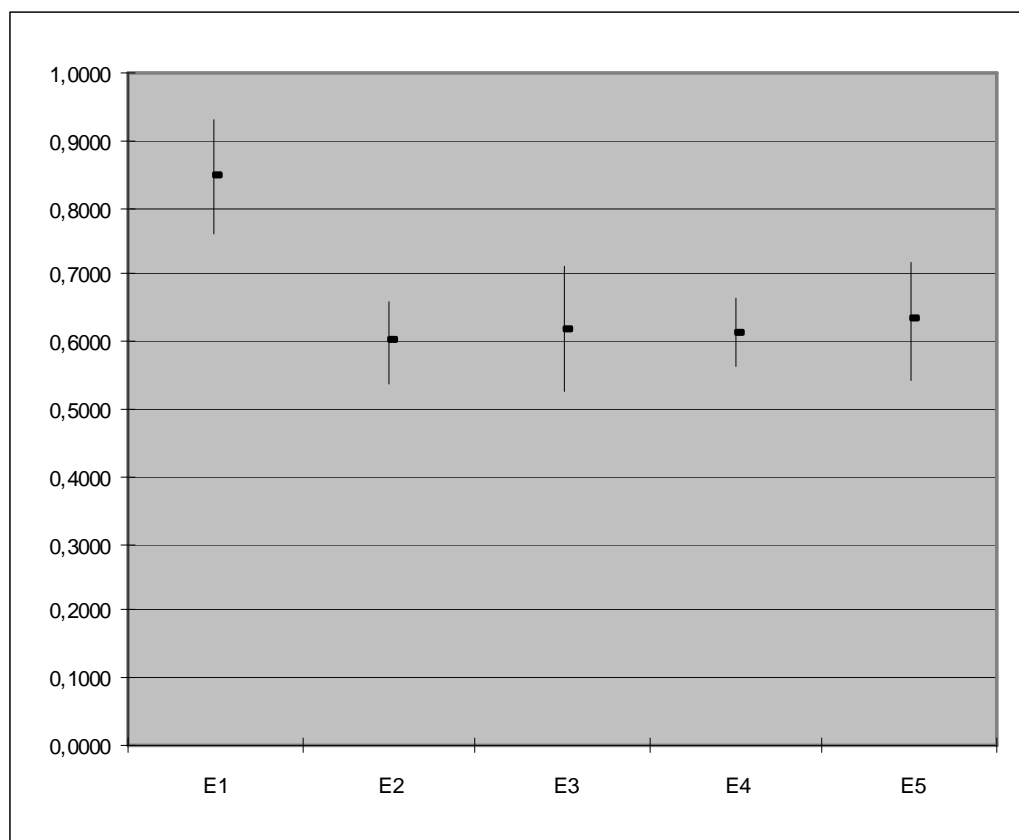
	E1	E2	E3	E4	E5		
<b>6</b>	0,1477	0,0999	0,1040	<b>0,1025</b>	0,1060	<b>AVG</b>	
	0,0175	0,0119	0,0184	<b>0,0104</b>	0,0176	<b>STD.DEV.</b>	
<b>12</b>	0,1349	0,0953	0,0901	<b>0,0943</b>	0,0893	<b>AVG</b>	
	0,0179	0,0158	0,0095	<b>0,0197</b>	0,0081	<b>STD.DEV.</b>	
<b>18</b>	0,1267	0,0900	0,0884	<b>0,0866</b>	0,0867	<b>AVG</b>	
	0,0139	0,0158	0,0117	<b>0,0092</b>	0,0101	<b>STD.DEV.</b>	
<b>24</b>	0,1243	0,0910	0,0864	<b>0,0870</b>	0,0830	<b>AVG</b>	
	0,0145	0,0131	0,0095	<b>0,0142</b>	0,0085	<b>STD.DEV.</b>	

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Ranking loss



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,1477	0,0999	0,1040	0,1025	<b>0,1060</b>	<b>AVG</b>
	0,0175	0,0119	0,0184	0,0104	<b>0,0176</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,1349	0,0953	0,0901	0,0943	<b>0,0893</b>	<b>AVG</b>
	0,0179	0,0158	0,0095	0,0197	<b>0,0081</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,1267	0,0900	0,0884	0,0866	<b>0,0867</b>	<b>AVG</b>
	0,0139	0,0158	0,0117	0,0092	<b>0,0101</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,1243	0,0910	0,0864	0,0870	<b>0,0830</b>	<b>AVG</b>
	0,0145	0,0131	0,0095	0,0142	<b>0,0085</b>	<b>STD.DEV.</b>

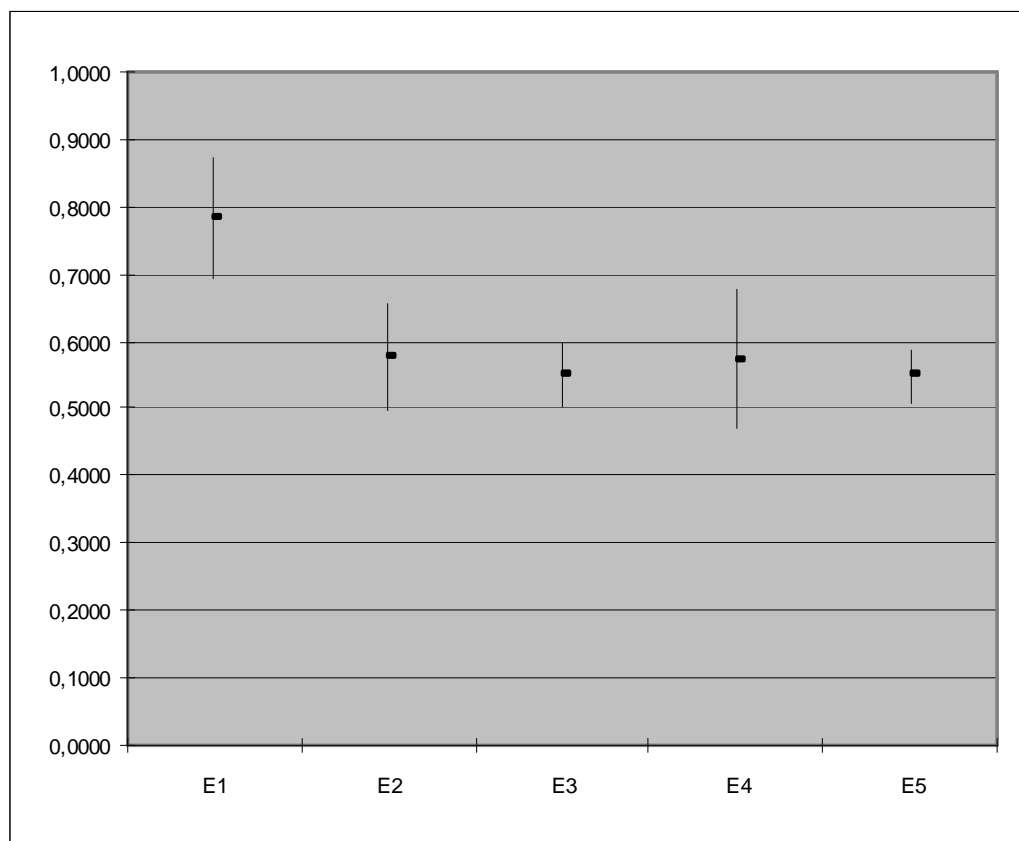
# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Coverage



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	<b>0,8436</b>	<b>0,6006</b>	<b>0,6193</b>	<b>0,6134</b>	<b>0,6323</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0849</b>	<b>0,0613</b>	<b>0,0916</b>	<b>0,0512</b>	<b>0,0883</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7832	0,5778	0,5508	0,5739	0,5497	<b>AVG</b>
	0,0887	0,0795	0,0473	0,1021	0,0398	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7440	0,5511	0,5443	0,5365	0,5363	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0796	0,0600	0,0483	0,0534	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7319	0,5558	0,5333	0,5372	0,5178	<b>AVG</b>
	0,0722	0,0645	0,0480	0,0715	0,0439	<b>STD.DEV.</b>

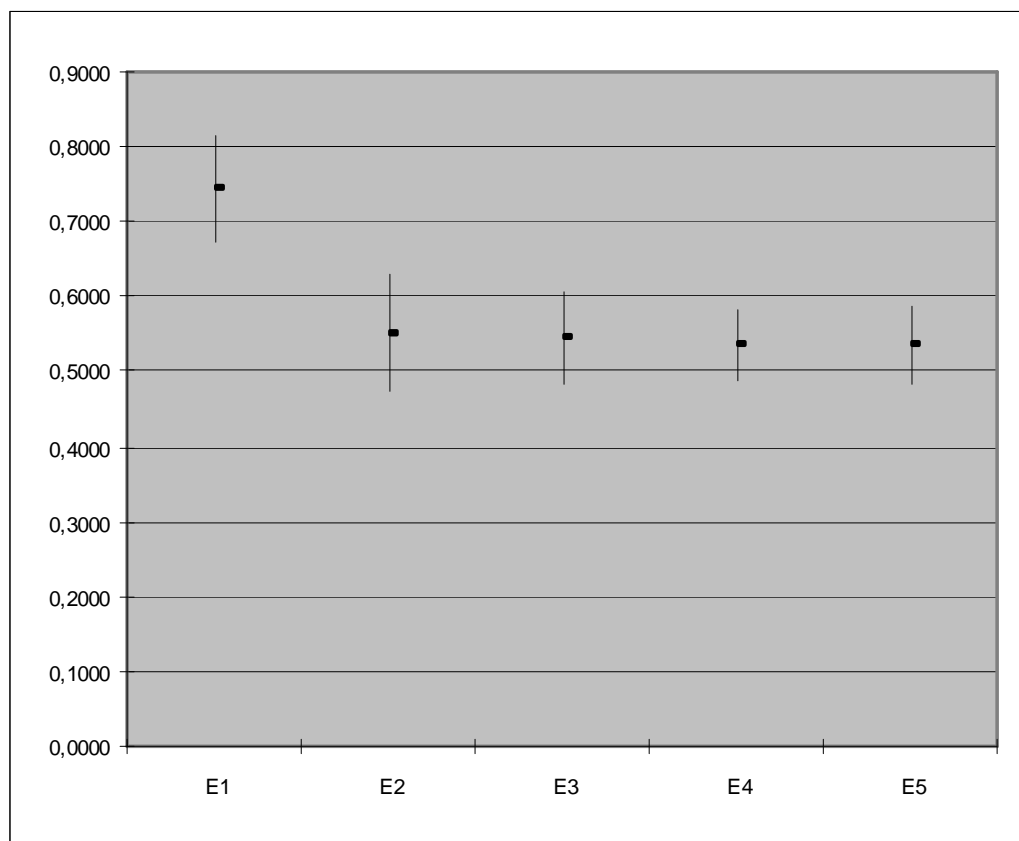


# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Coverage



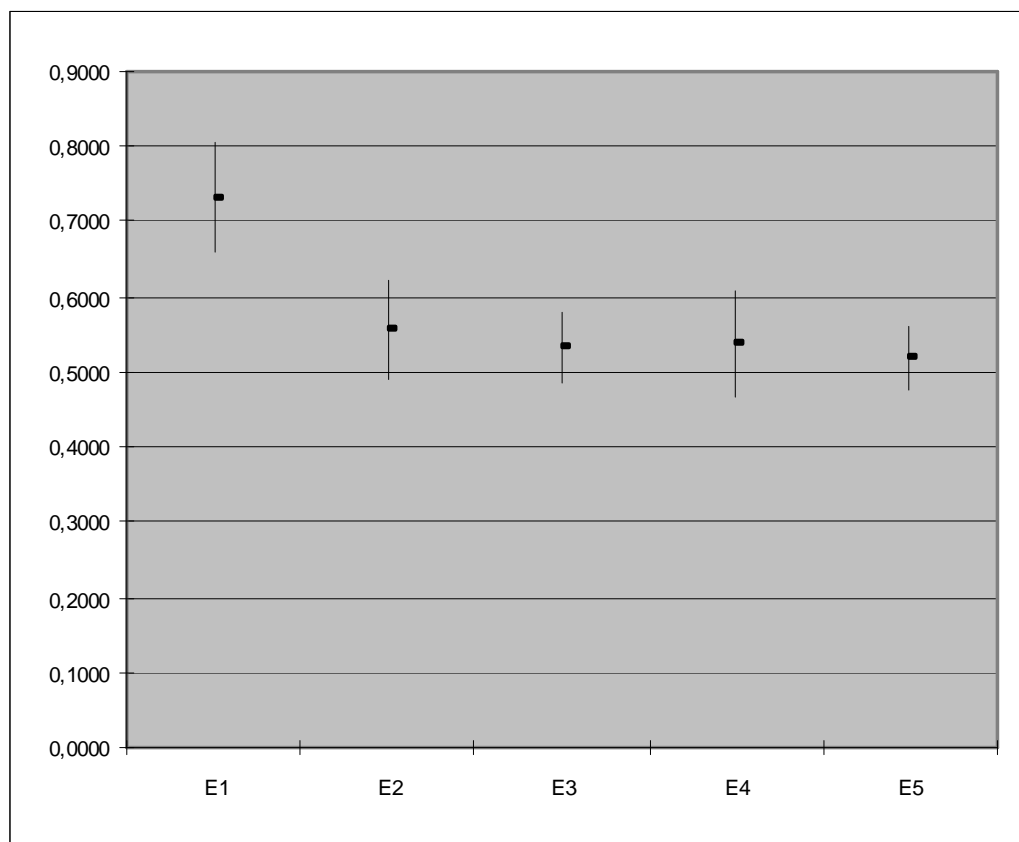
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,8436	0,6006	0,6193	0,6134	0,6323	<b>AVG</b>
	0,0849	0,0613	0,0916	0,0512	0,0883	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	<b>0,7832</b>	<b>0,5778</b>	<b>0,5508</b>	<b>0,5739</b>	<b>0,5497</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0887</b>	<b>0,0795</b>	<b>0,0473</b>	<b>0,1021</b>	<b>0,0398</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7440	0,5511	0,5443	0,5365	0,5363	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0796	0,0600	0,0483	0,0534	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7319	0,5558	0,5333	0,5372	0,5178	<b>AVG</b>
	0,0722	0,0645	0,0480	0,0715	0,0439	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Coverage



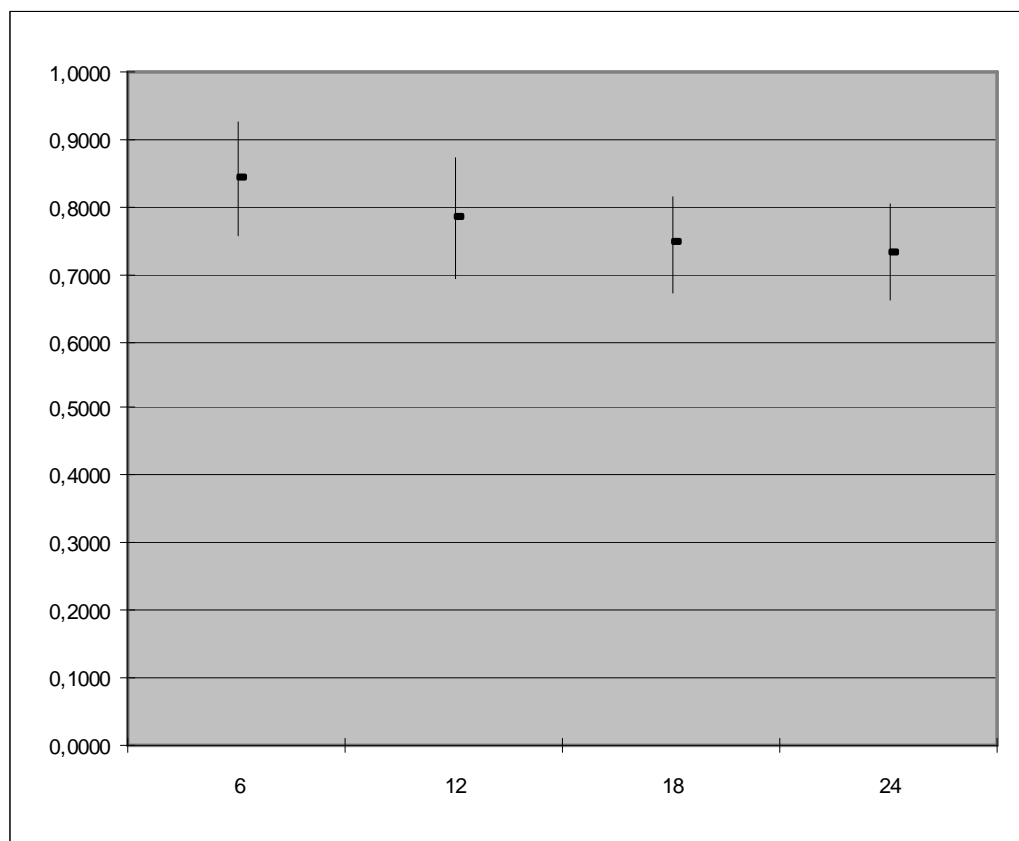
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,8436	0,6006	0,6193	0,6134	0,6323	<b>AVG</b>
	0,0849	0,0613	0,0916	0,0512	0,0883	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7832	0,5778	0,5508	0,5739	0,5497	<b>AVG</b>
	0,0887	0,0795	0,0473	0,1021	0,0398	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	<b>0,7440</b>	<b>0,5511</b>	<b>0,5443</b>	<b>0,5365</b>	<b>0,5363</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0700</b>	<b>0,0796</b>	<b>0,0600</b>	<b>0,0483</b>	<b>0,0534</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7319	0,5558	0,5333	0,5372	0,5178	<b>AVG</b>
	0,0722	0,0645	0,0480	0,0715	0,0439	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Coverage



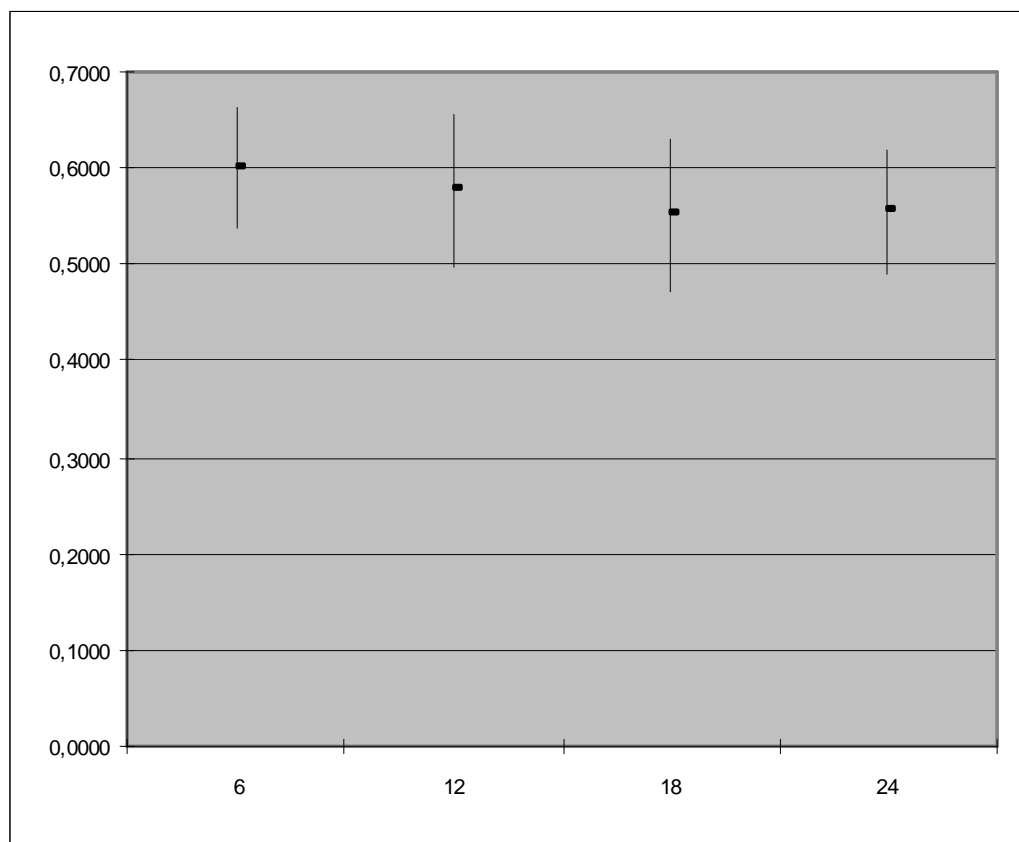
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,8436	0,6006	0,6193	0,6134	0,6323	<b>AVG</b>
	0,0849	0,0613	0,0916	0,0512	0,0883	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7832	0,5778	0,5508	0,5739	0,5497	<b>AVG</b>
	0,0887	0,0795	0,0473	0,1021	0,0398	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7440	0,5511	0,5443	0,5365	0,5363	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0796	0,0600	0,0483	0,0534	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	<b>0,7319</b>	<b>0,5558</b>	<b>0,5333</b>	<b>0,5372</b>	<b>0,5178</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0722</b>	<b>0,0645</b>	<b>0,0480</b>	<b>0,0715</b>	<b>0,0439</b>	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Coverage



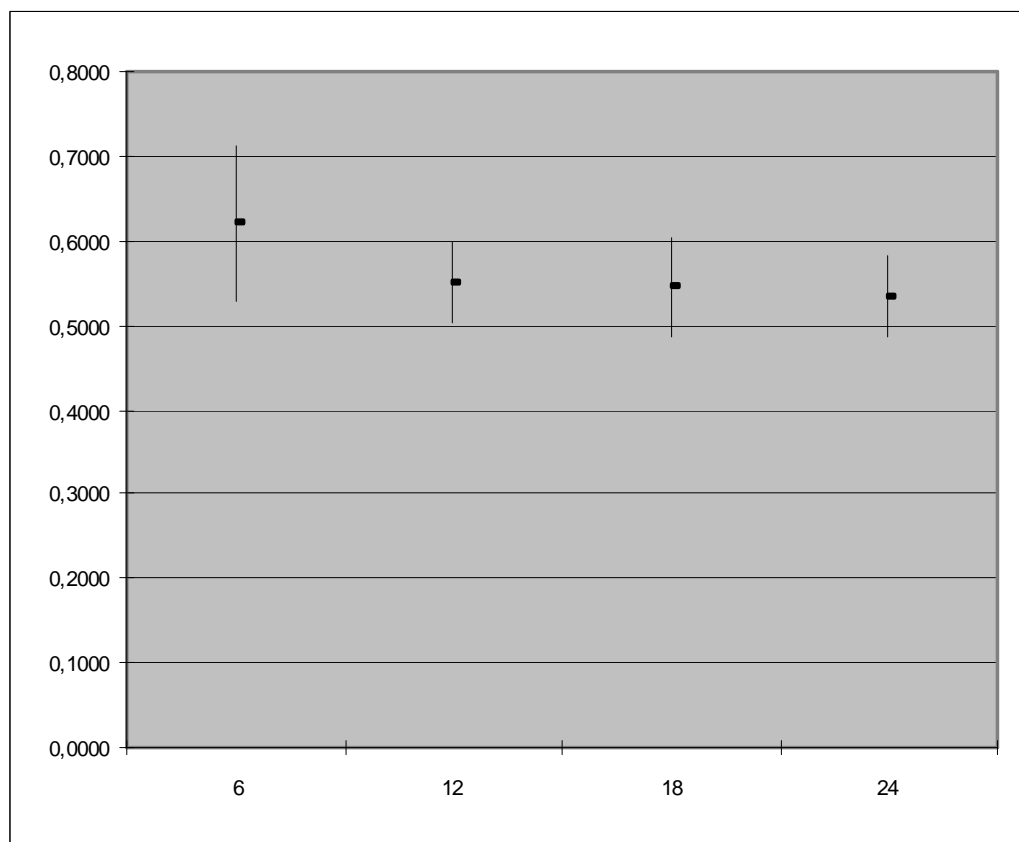
	E1	E2	E3	E4	E5	
6	<b>0,8436</b>	0,6006	0,6193	0,6134	0,6323	<b>AVG</b>
	<b>0,0849</b>	0,0613	0,0916	0,0512	0,0883	<b>STD.DEV.</b>
12	<b>0,7832</b>	0,5778	0,5508	0,5739	0,5497	<b>AVG</b>
	<b>0,0887</b>	0,0795	0,0473	0,1021	0,0398	<b>STD.DEV.</b>
18	<b>0,7440</b>	0,5511	0,5443	0,5365	0,5363	<b>AVG</b>
	<b>0,0700</b>	0,0796	0,0600	0,0483	0,0534	<b>STD.DEV.</b>
24	<b>0,7319</b>	0,5558	0,5333	0,5372	0,5178	<b>AVG</b>
	<b>0,0722</b>	0,0645	0,0480	0,0715	0,0439	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Coverage



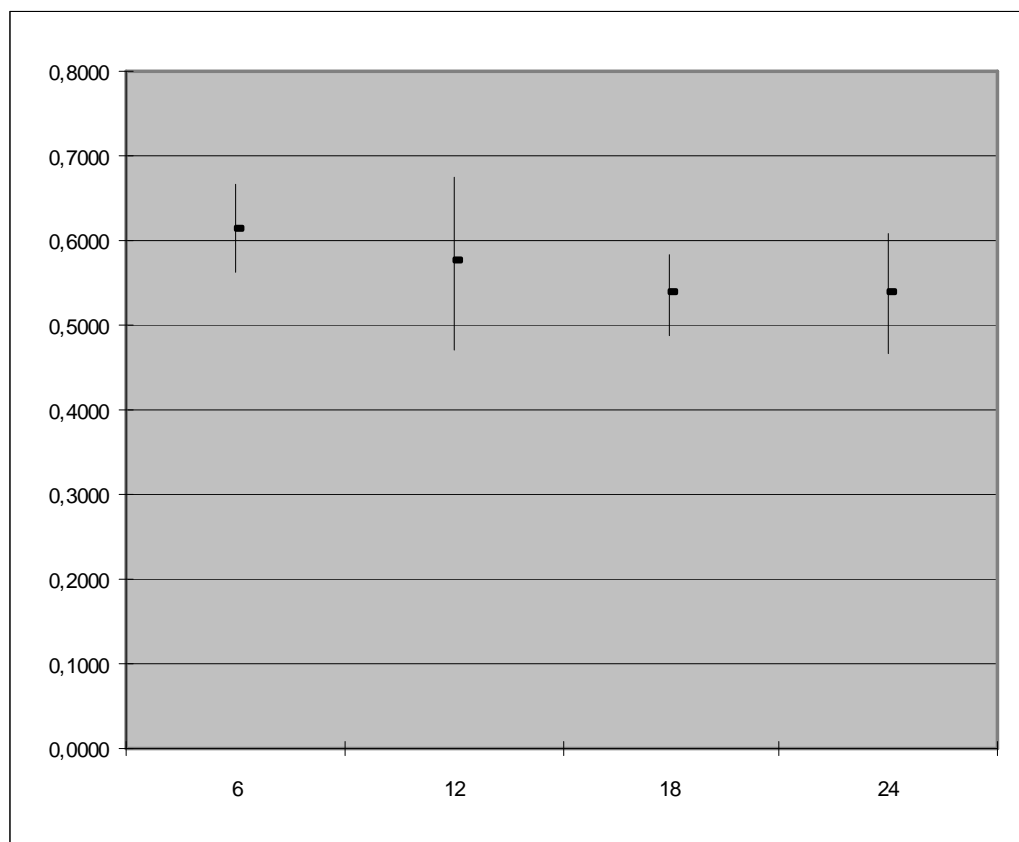
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,8436	<b>0,6006</b>	0,6193	0,6134	0,6323	<b>AVG</b>
	0,0849	<b>0,0613</b>	0,0916	0,0512	0,0883	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7832	<b>0,5778</b>	0,5508	0,5739	0,5497	<b>AVG</b>
	0,0887	<b>0,0795</b>	0,0473	0,1021	0,0398	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7440	<b>0,5511</b>	0,5443	0,5365	0,5363	<b>AVG</b>
	0,0700	<b>0,0796</b>	0,0600	0,0483	0,0534	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7319	<b>0,5558</b>	0,5333	0,5372	0,5178	<b>AVG</b>
	0,0722	<b>0,0645</b>	0,0480	0,0715	0,0439	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Coverage



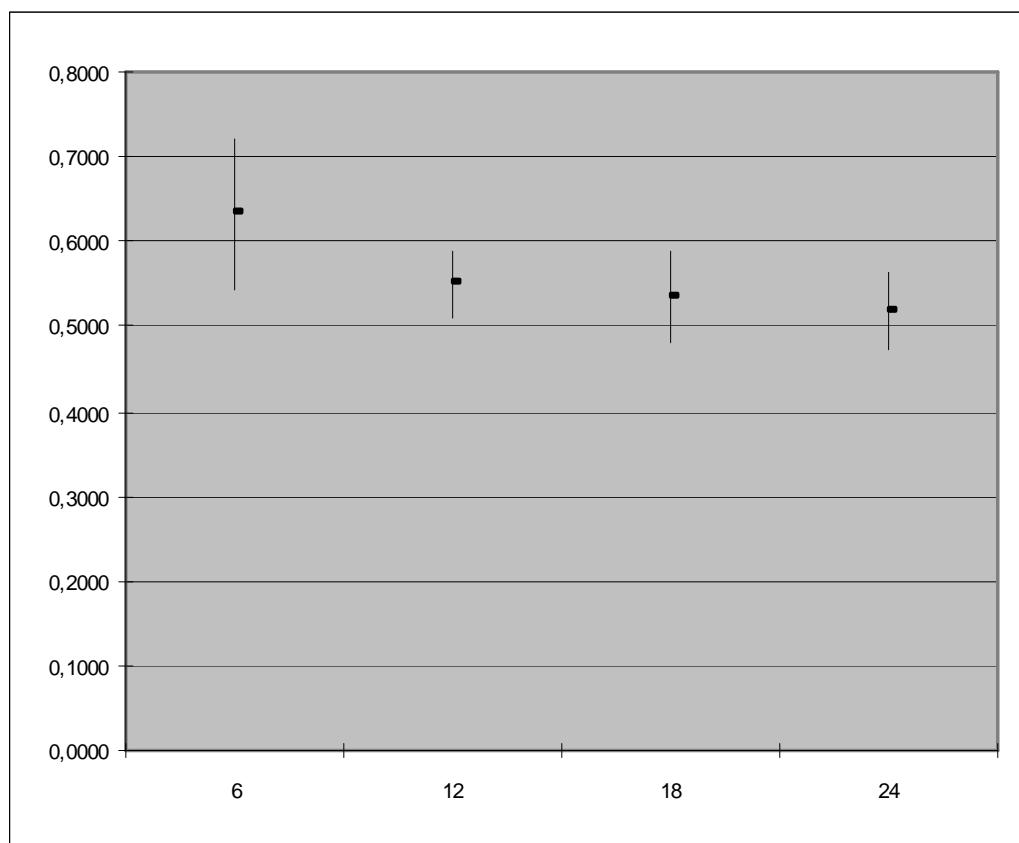
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,8436	0,6006	<b>0,6193</b>	0,6134	0,6323	<b>AVG</b>
	0,0849	0,0613	<b>0,0916</b>	0,0512	0,0883	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7832	0,5778	<b>0,5508</b>	0,5739	0,5497	<b>AVG</b>
	0,0887	0,0795	<b>0,0473</b>	0,1021	0,0398	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7440	0,5511	<b>0,5443</b>	0,5365	0,5363	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0796	<b>0,0600</b>	0,0483	0,0534	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7319	0,5558	<b>0,5333</b>	0,5372	0,5178	<b>AVG</b>
	0,0722	0,0645	<b>0,0480</b>	0,0715	0,0439	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Coverage



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,8436	0,6006	0,6193	<b>0,6134</b>	0,6323	<b>AVG</b>
	0,0849	0,0613	0,0916	<b>0,0512</b>	0,0883	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7832	0,5778	0,5508	<b>0,5739</b>	0,5497	<b>AVG</b>
	0,0887	0,0795	0,0473	<b>0,1021</b>	0,0398	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7440	0,5511	0,5443	<b>0,5365</b>	0,5363	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0796	0,0600	<b>0,0483</b>	0,0534	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7319	0,5558	0,5333	<b>0,5372</b>	0,5178	<b>AVG</b>
	0,0722	0,0645	0,0480	<b>0,0715</b>	0,0439	<b>STD.DEV.</b>

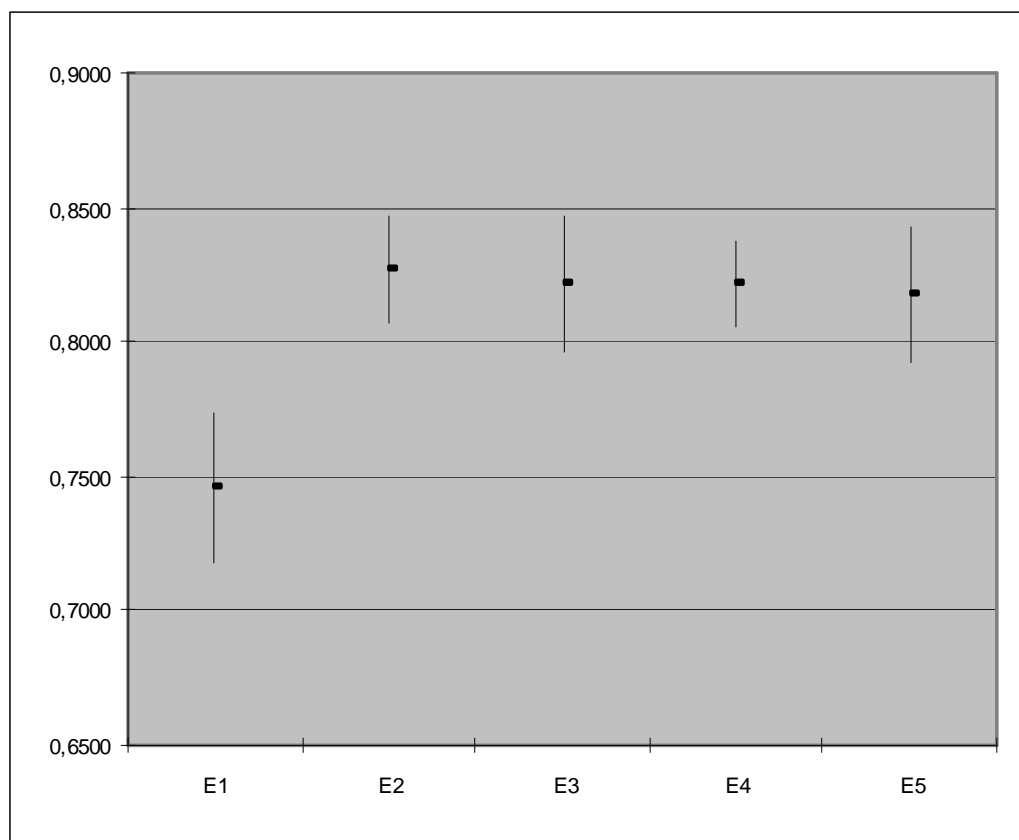
# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Coverage



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,8436	0,6006	0,6193	0,6134	<b>0,6323</b>	<b>AVG</b>
	0,0849	0,0613	0,0916	0,0512	<b>0,0883</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7832	0,5778	0,5508	0,5739	<b>0,5497</b>	<b>AVG</b>
	0,0887	0,0795	0,0473	0,1021	<b>0,0398</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7440	0,5511	0,5443	0,5365	<b>0,5363</b>	<b>AVG</b>
	0,0700	0,0796	0,0600	0,0483	<b>0,0534</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7319	0,5558	0,5333	0,5372	<b>0,5178</b>	<b>AVG</b>
	0,0722	0,0645	0,0480	0,0715	<b>0,0439</b>	<b>STD.DEV.</b>

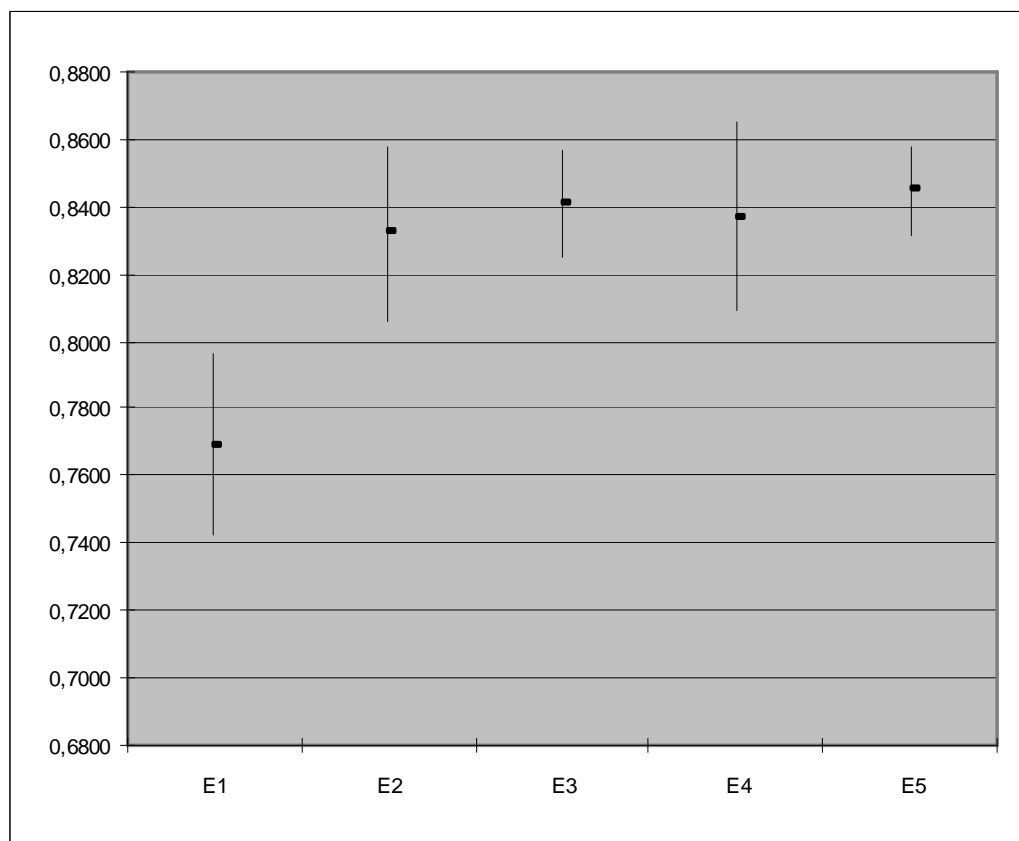


# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Average precision



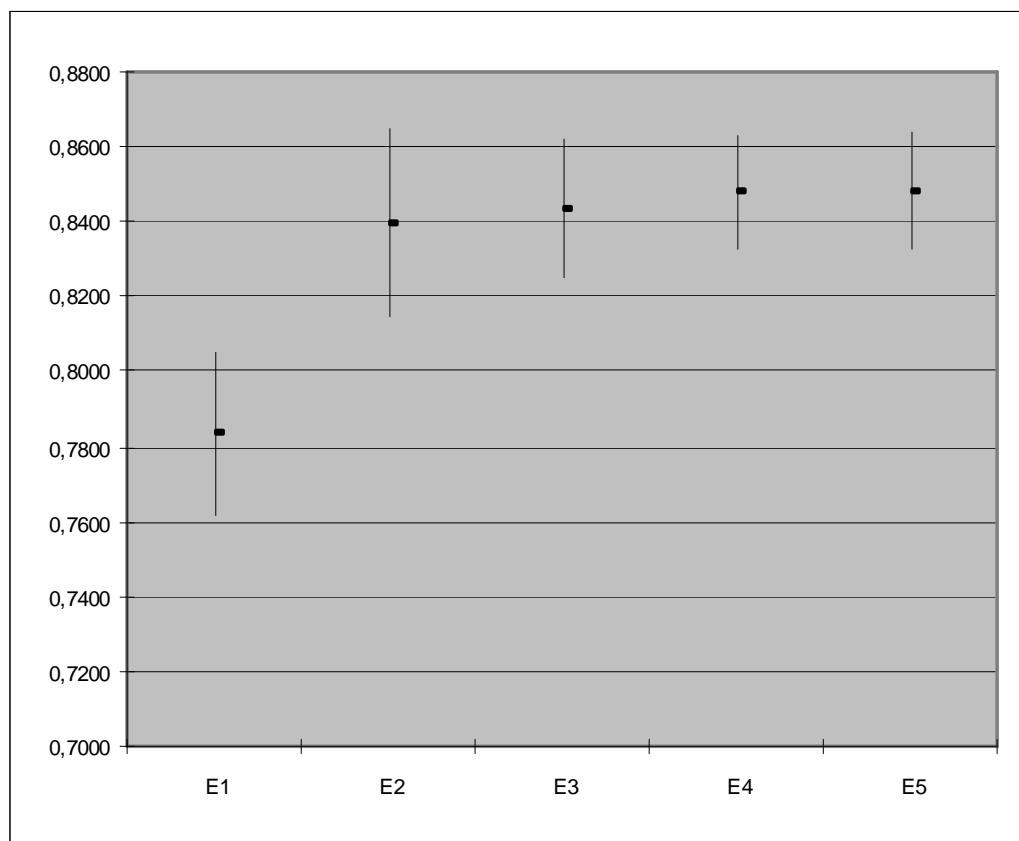
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	<b>0,7454</b>	<b>0,8271</b>	<b>0,8217</b>	<b>0,8215</b>	<b>0,8177</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0279</b>	<b>0,0198</b>	<b>0,0254</b>	<b>0,0159</b>	<b>0,0252</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7691	0,8321	0,8412	0,8370	0,8446	<b>AVG</b>
	0,0271	0,0259	0,0157	0,0277	0,0136	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7834	0,8396	0,8435	0,8478	0,8480	<b>AVG</b>
	0,0220	0,0251	0,0184	0,0148	0,0157	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7871	0,8372	0,8473	0,8466	0,8533	<b>AVG</b>
	0,0236	0,0232	0,0143	0,0214	0,0141	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Average precision



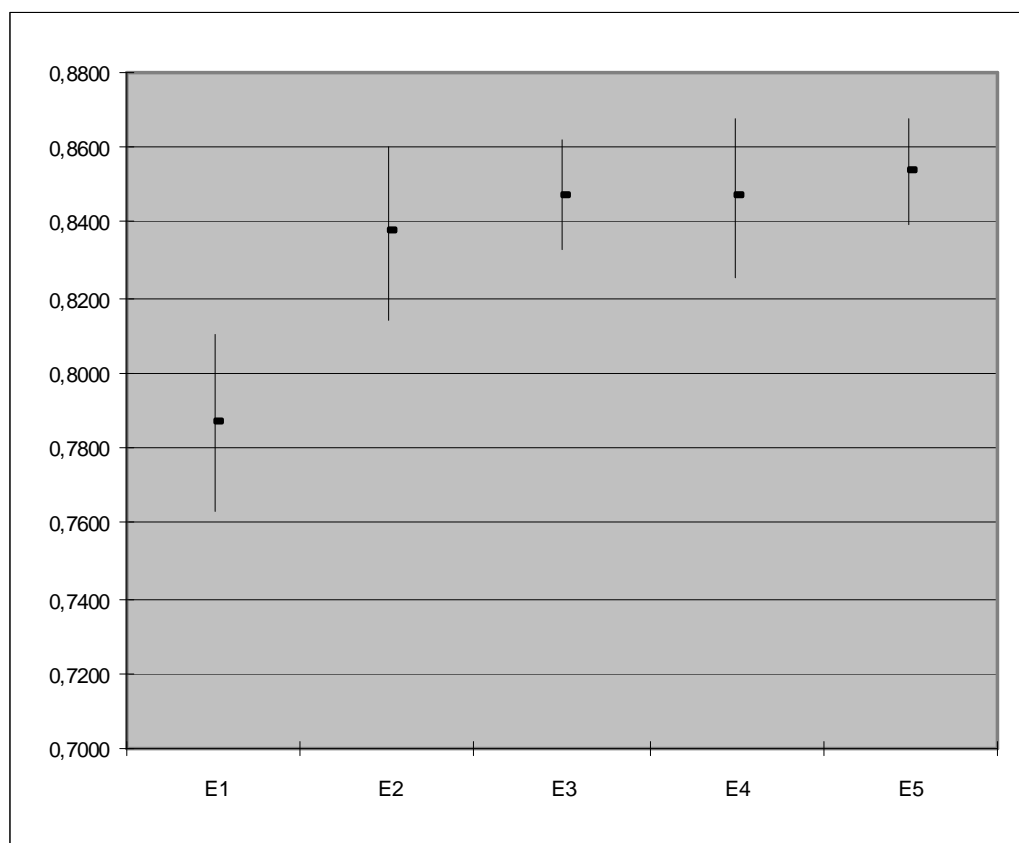
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,7454	0,8271	0,8217	0,8215	0,8177	<b>AVG</b>
	0,0279	0,0198	0,0254	0,0159	0,0252	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	<b>0,7691</b>	<b>0,8321</b>	<b>0,8412</b>	<b>0,8370</b>	<b>0,8446</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0271</b>	<b>0,0259</b>	<b>0,0157</b>	<b>0,0277</b>	<b>0,0136</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7834	0,8396	0,8435	0,8478	0,8480	<b>AVG</b>
	0,0220	0,0251	0,0184	0,0148	0,0157	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7871	0,8372	0,8473	0,8466	0,8533	<b>AVG</b>
	0,0236	0,0232	0,0143	0,0214	0,0141	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Average precision



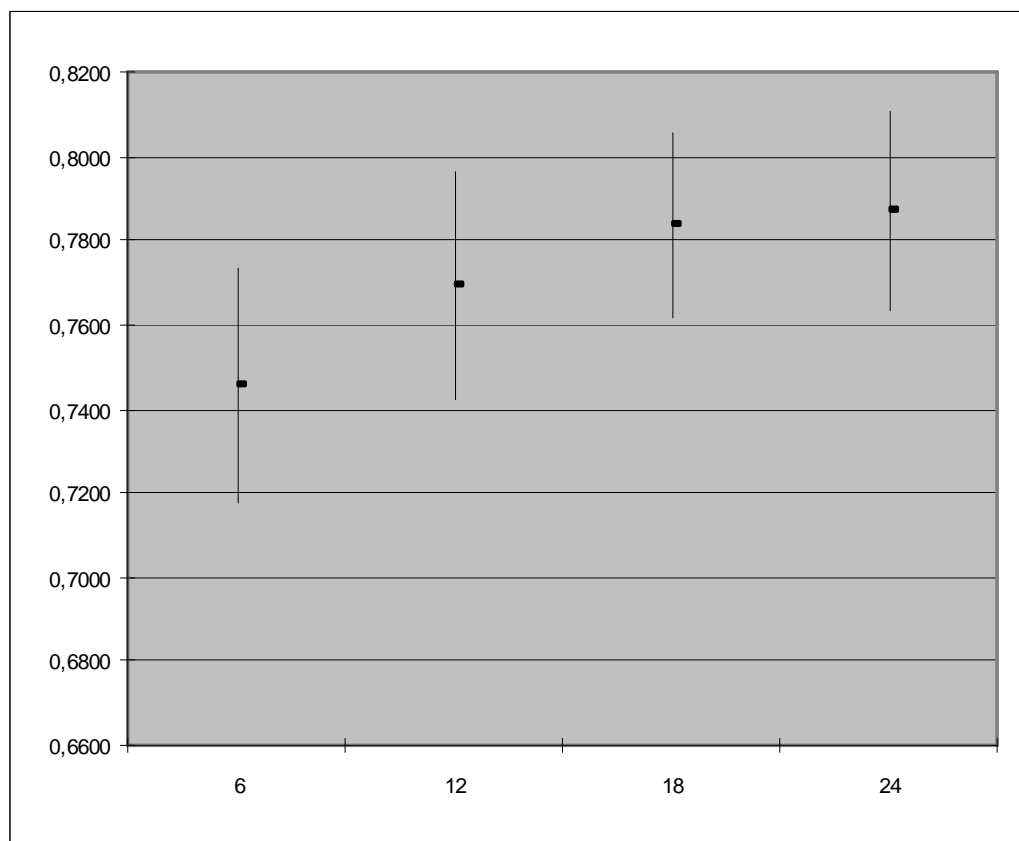
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,7454	0,8271	0,8217	0,8215	0,8177	<b>AVG</b>
	0,0279	0,0198	0,0254	0,0159	0,0252	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7691	0,8321	0,8412	0,8370	0,8446	<b>AVG</b>
	0,0271	0,0259	0,0157	0,0277	0,0136	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	<b>0,7834</b>	<b>0,8396</b>	<b>0,8435</b>	<b>0,8478</b>	<b>0,8480</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0220</b>	<b>0,0251</b>	<b>0,0184</b>	<b>0,0148</b>	<b>0,0157</b>	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7871	0,8372	0,8473	0,8466	0,8533	<b>AVG</b>
	0,0236	0,0232	0,0143	0,0214	0,0141	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Average precision



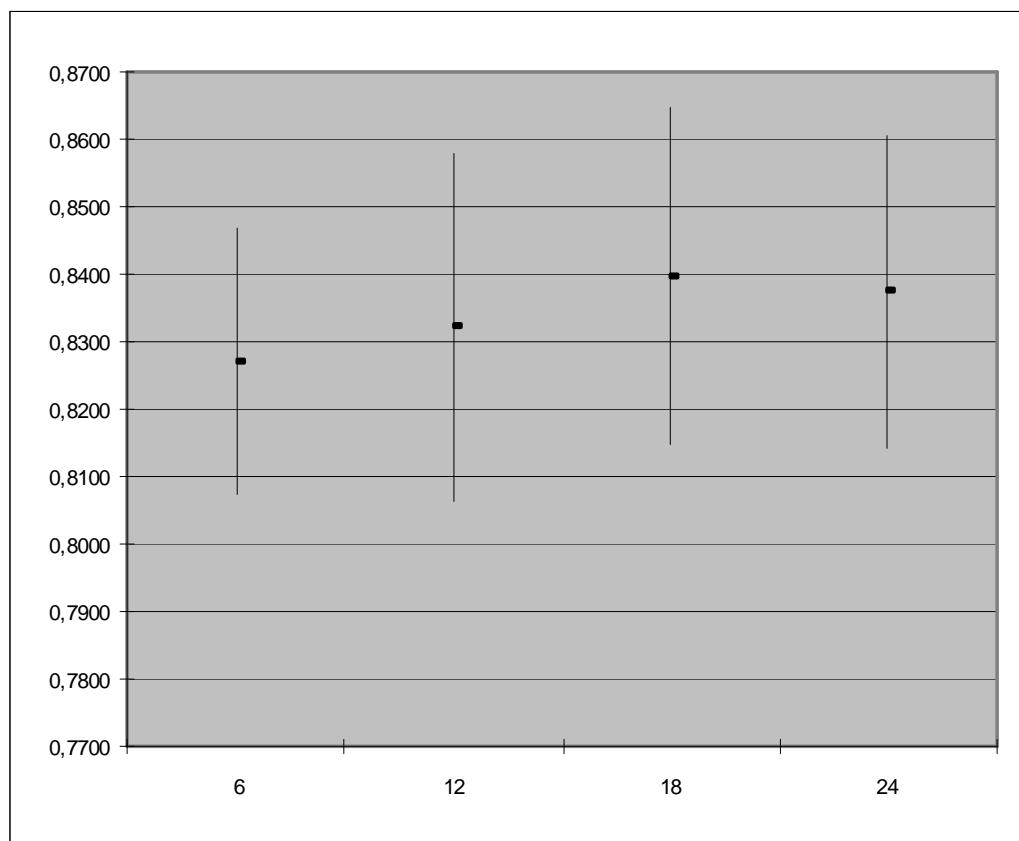
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,7454	0,8271	0,8217	0,8215	0,8177	<b>AVG</b>
	0,0279	0,0198	0,0254	0,0159	0,0252	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7691	0,8321	0,8412	0,8370	0,8446	<b>AVG</b>
	0,0271	0,0259	0,0157	0,0277	0,0136	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7834	0,8396	0,8435	0,8478	0,8480	<b>AVG</b>
	0,0220	0,0251	0,0184	0,0148	0,0157	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	<b>0,7871</b>	<b>0,8372</b>	<b>0,8473</b>	<b>0,8466</b>	<b>0,8533</b>	<b>AVG</b>
	<b>0,0236</b>	<b>0,0232</b>	<b>0,0143</b>	<b>0,0214</b>	<b>0,0141</b>	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Average precision



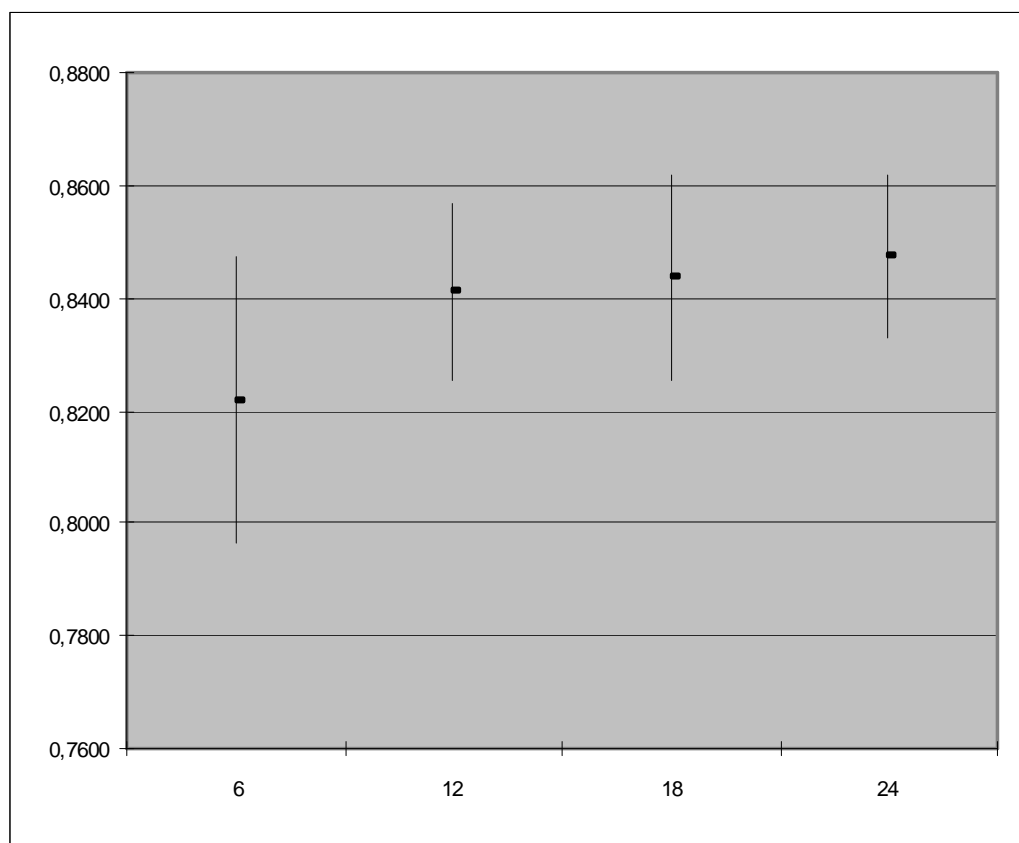
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	<b>0,7454</b>	0,8271	0,8217	0,8215	0,8177	<b>AVG</b>
	<b>0,0279</b>	0,0198	0,0254	0,0159	0,0252	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	<b>0,7691</b>	0,8321	0,8412	0,8370	0,8446	<b>AVG</b>
	<b>0,0271</b>	0,0259	0,0157	0,0277	0,0136	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	<b>0,7834</b>	0,8396	0,8435	0,8478	0,8480	<b>AVG</b>
	<b>0,0220</b>	0,0251	0,0184	0,0148	0,0157	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	<b>0,7871</b>	0,8372	0,8473	0,8466	0,8533	<b>AVG</b>
	<b>0,0236</b>	0,0232	0,0143	0,0214	0,0141	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Average precision



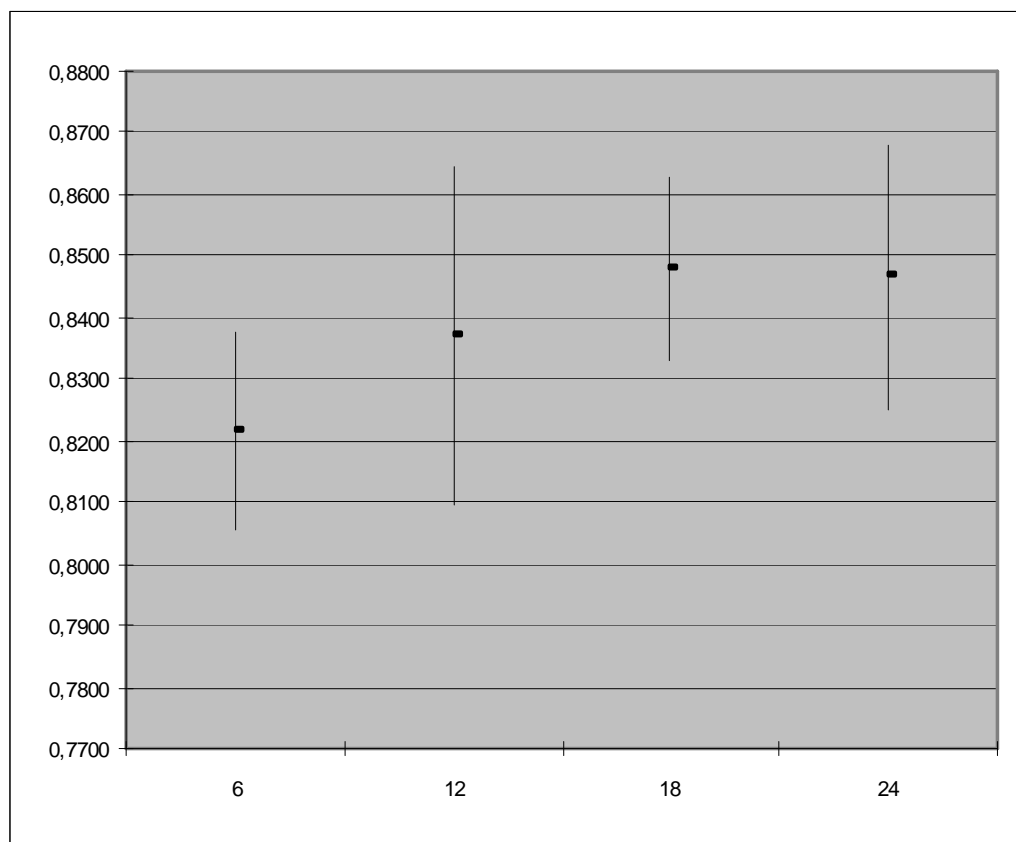
	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,7454	<b>0,8271</b>	0,8217	0,8215	0,8177	<b>AVG</b>
	0,0279	<b>0,0198</b>	0,0254	0,0159	0,0252	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7691	<b>0,8321</b>	0,8412	0,8370	0,8446	<b>AVG</b>
	0,0271	<b>0,0259</b>	0,0157	0,0277	0,0136	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7834	<b>0,8396</b>	0,8435	0,8478	0,8480	<b>AVG</b>
	0,0220	<b>0,0251</b>	0,0184	0,0148	0,0157	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7871	<b>0,8372</b>	0,8473	0,8466	0,8533	<b>AVG</b>
	0,0236	<b>0,0232</b>	0,0143	0,0214	0,0141	<b>STD.DEV.</b>

# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Average precision



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,7454	0,8271	<b>0,8217</b>	0,8215	0,8177	<b>AVG</b>
	0,0279	0,0198	<b>0,0254</b>	0,0159	0,0252	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7691	0,8321	<b>0,8412</b>	0,8370	0,8446	<b>AVG</b>
	0,0271	0,0259	<b>0,0157</b>	0,0277	0,0136	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7834	0,8396	<b>0,8435</b>	0,8478	0,8480	<b>AVG</b>
	0,0220	0,0251	<b>0,0184</b>	0,0148	0,0157	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7871	0,8372	<b>0,8473</b>	0,8466	0,8533	<b>AVG</b>
	0,0236	0,0232	<b>0,0143</b>	0,0214	0,0141	<b>STD.DEV.</b>

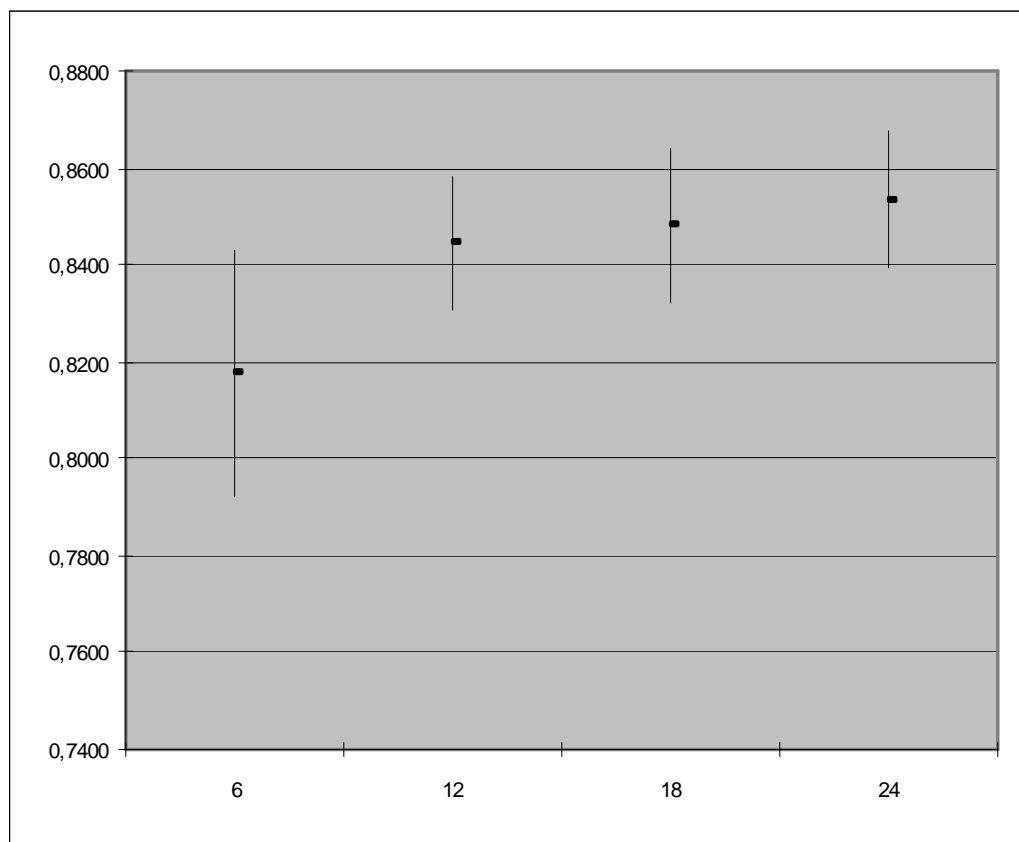
# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Average precision



	E1	E2	E3	E4	E5	
<b>6</b>	0,7454	0,8271	0,8217	<b>0,8215</b>	0,8177	<b>AVG</b>
	0,0279	0,0198	0,0254	<b>0,0159</b>	0,0252	<b>STD.DEV.</b>
<b>12</b>	0,7691	0,8321	0,8412	<b>0,8370</b>	0,8446	<b>AVG</b>
	0,0271	0,0259	0,0157	<b>0,0277</b>	0,0136	<b>STD.DEV.</b>
<b>18</b>	0,7834	0,8396	0,8435	<b>0,8478</b>	0,8480	<b>AVG</b>
	0,0220	0,0251	0,0184	<b>0,0148</b>	0,0157	<b>STD.DEV.</b>
<b>24</b>	0,7871	0,8372	0,8473	<b>0,8466</b>	0,8533	<b>AVG</b>
	0,0236	0,0232	0,0143	<b>0,0214</b>	0,0141	<b>STD.DEV.</b>



# Klasyfikacja fotografii do kategorii tematycznych – Average precision



	E1	E2	E3	E4	E5
<b>6</b>	0,7454	0,8271	0,8217	0,8215	<b>0,8177</b> AVG
	0,0279	0,0198	0,0254	0,0159	<b>0,0252</b> STD.DEV.
<b>12</b>	0,7691	0,8321	0,8412	0,8370	<b>0,8446</b> AVG
	0,0271	0,0259	0,0157	0,0277	<b>0,0136</b> STD.DEV.
<b>18</b>	0,7834	0,8396	0,8435	0,8478	<b>0,8480</b> AVG
	0,0220	0,0251	0,0184	0,0148	<b>0,0157</b> STD.DEV.
<b>24</b>	0,7871	0,8372	0,8473	0,8466	<b>0,8533</b> AVG
	0,0236	0,0232	0,0143	0,0214	<b>0,0141</b> STD.DEV.

# Klasyfikacja filmów do kategorii tematycznych – opis problemu

- Określenie zbioru klas tematycznych, z którymi powiązany jest film
- Na podstawie filmu (sekwencji video) tworzony jest wektor:
  - Poszczególne klatki filmu dzielone na regiony (8 podziałów o różnych rozmiarach)
  - Dla każdego z 8 podziałów na regiony tworzony jest histogram opisujący częstość występowania 15 elementów wizualnych (building, car, charts, crowd, desert, fire, US-flag, maps, mountain, road, sky, smoke, snow, vegetation, water)
  - 120-wymiarowy (8 x 15) wektor opisujący sekwencję wejściową

# Klasyfikacja filmów do kategorii tematycznych – opis problemu

- Zbiór danych

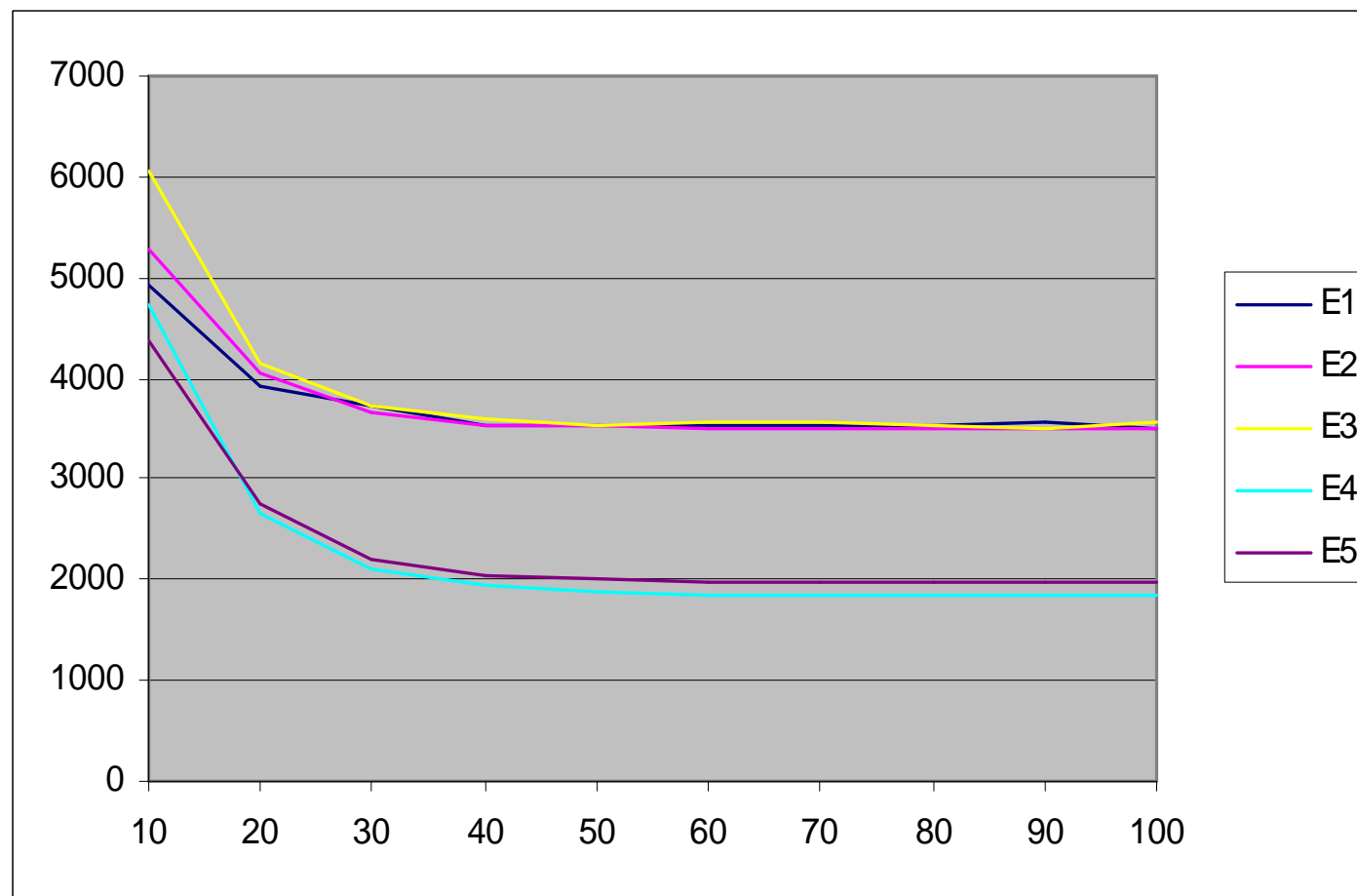
- 120-wymiarowy wektor wejściowy (dane uzyskane na podstawie wejściowej sekwencji video)
- 101 klas tematycznych
- Zbiór uczący: 29804
- Zbiór testowy: 12373



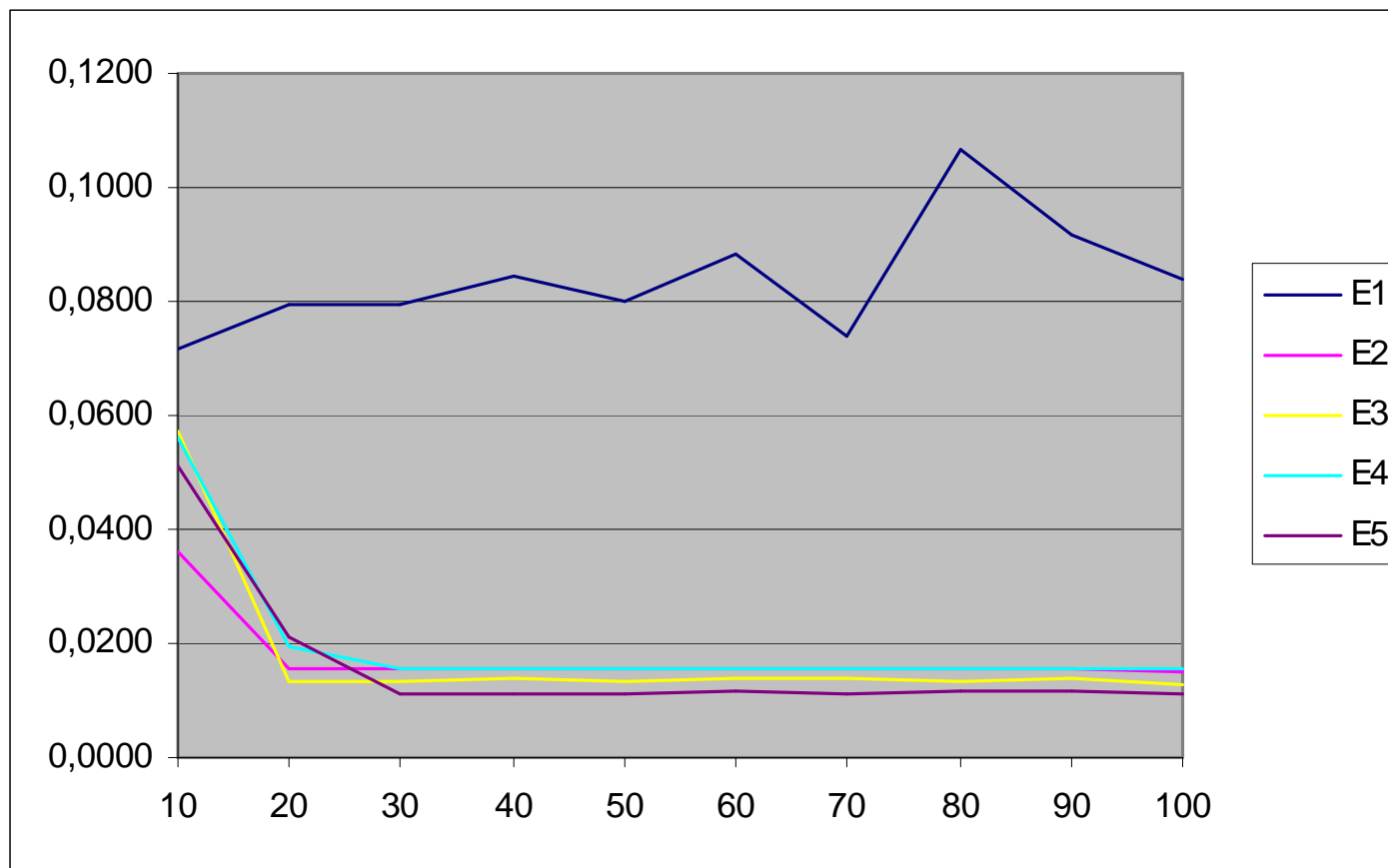
## Klasyfikacja filmów do kategorii tematycznych – eksperymenty

- Parametry sieci neuronowej
  - Współczynnik uczenia: 0.05
  - Learning decay: 0.5
  - Liczba neuronów w warstwie ukrytej: 101
  - 100 epok
- Po 1 ekperymentencie dla 5 funkcji błędu

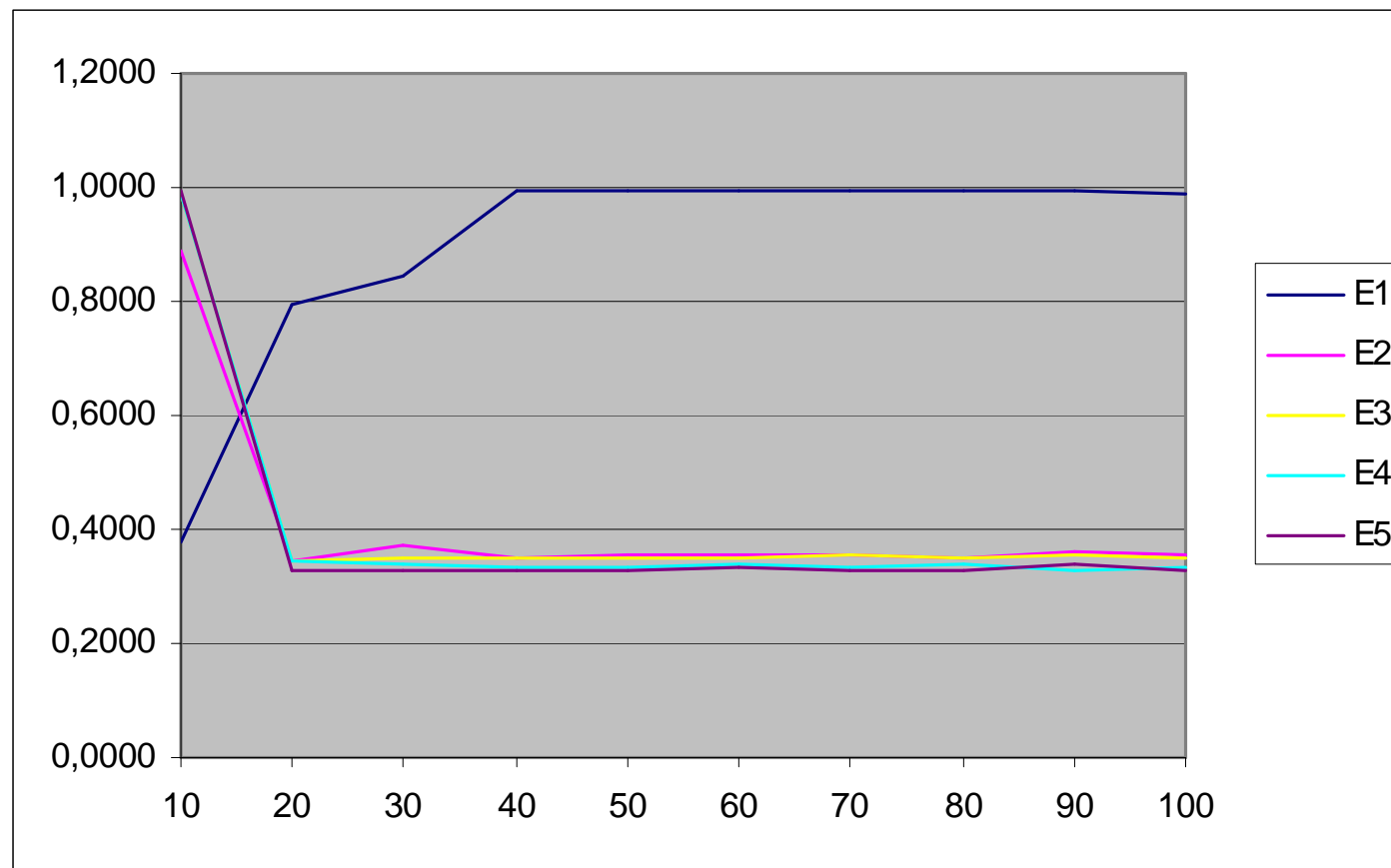
# Klasyfikacja filmów do kategorii tematycznych – Błąd globalny



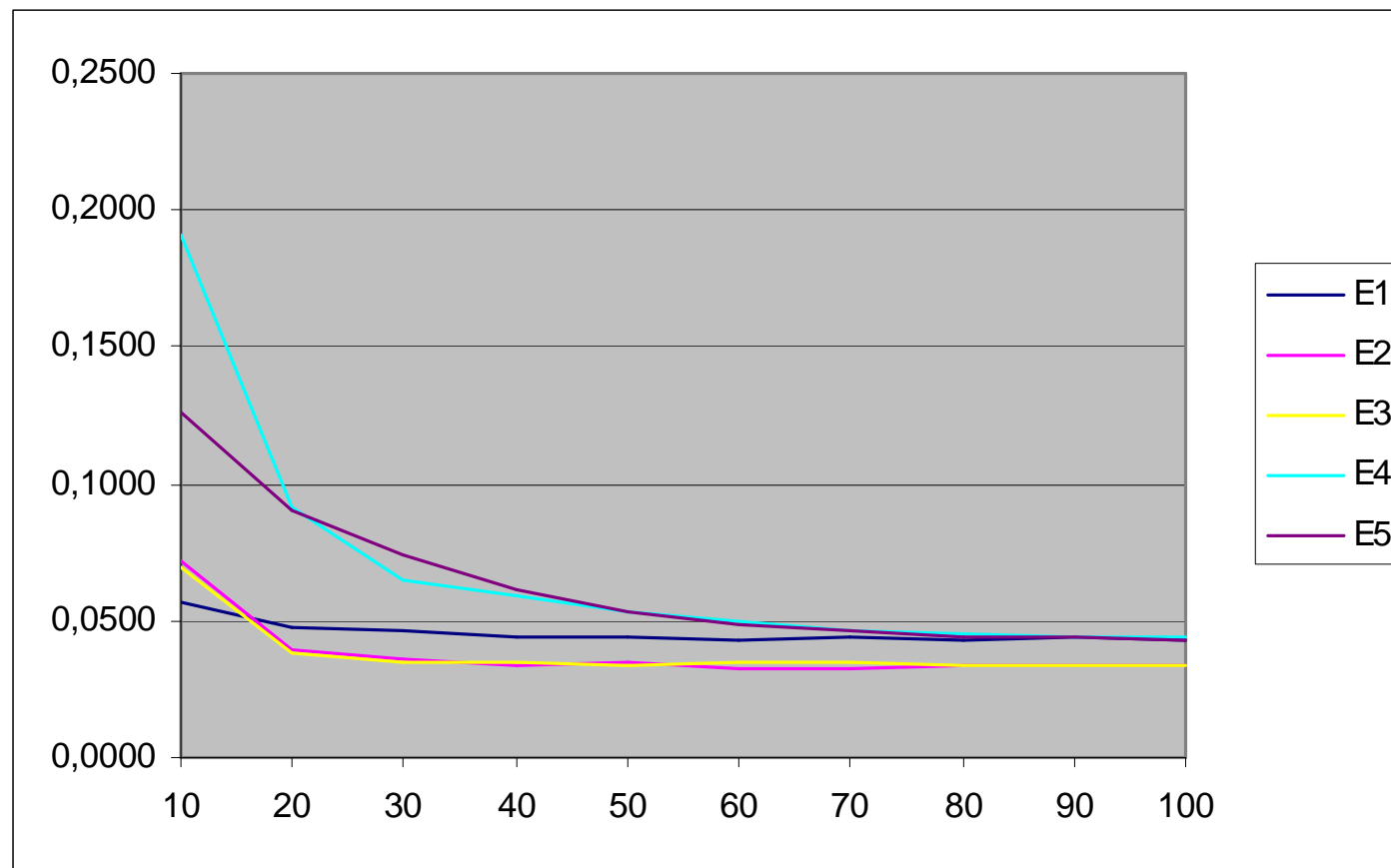
# Klasyfikacja filmów do kategorii tematycznych – Hamming loss



# Klasyfikacja filmów do kategorii tematycznych – One-error

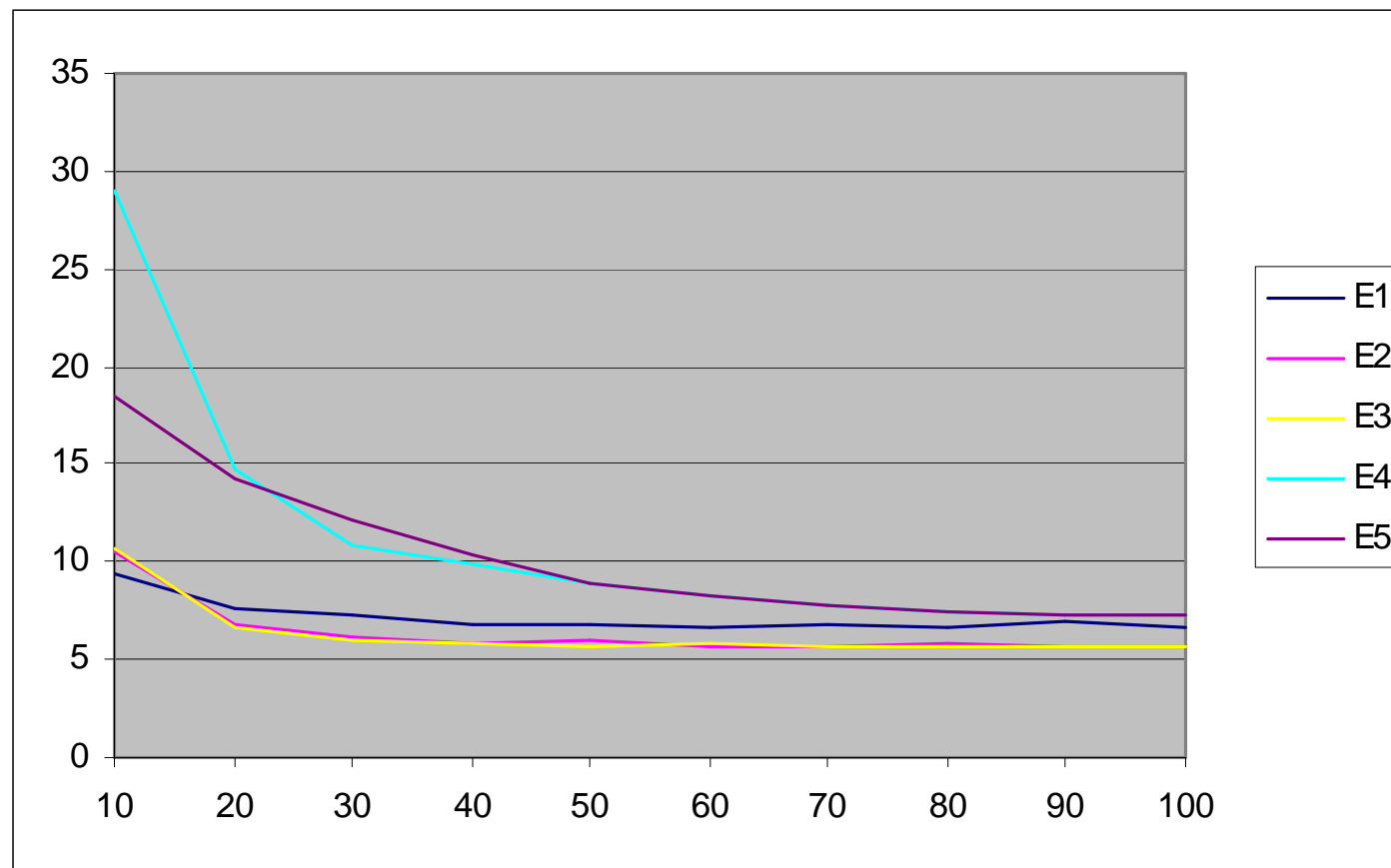


# Klasyfikacja filmów do kategorii tematycznych – Ranking loss

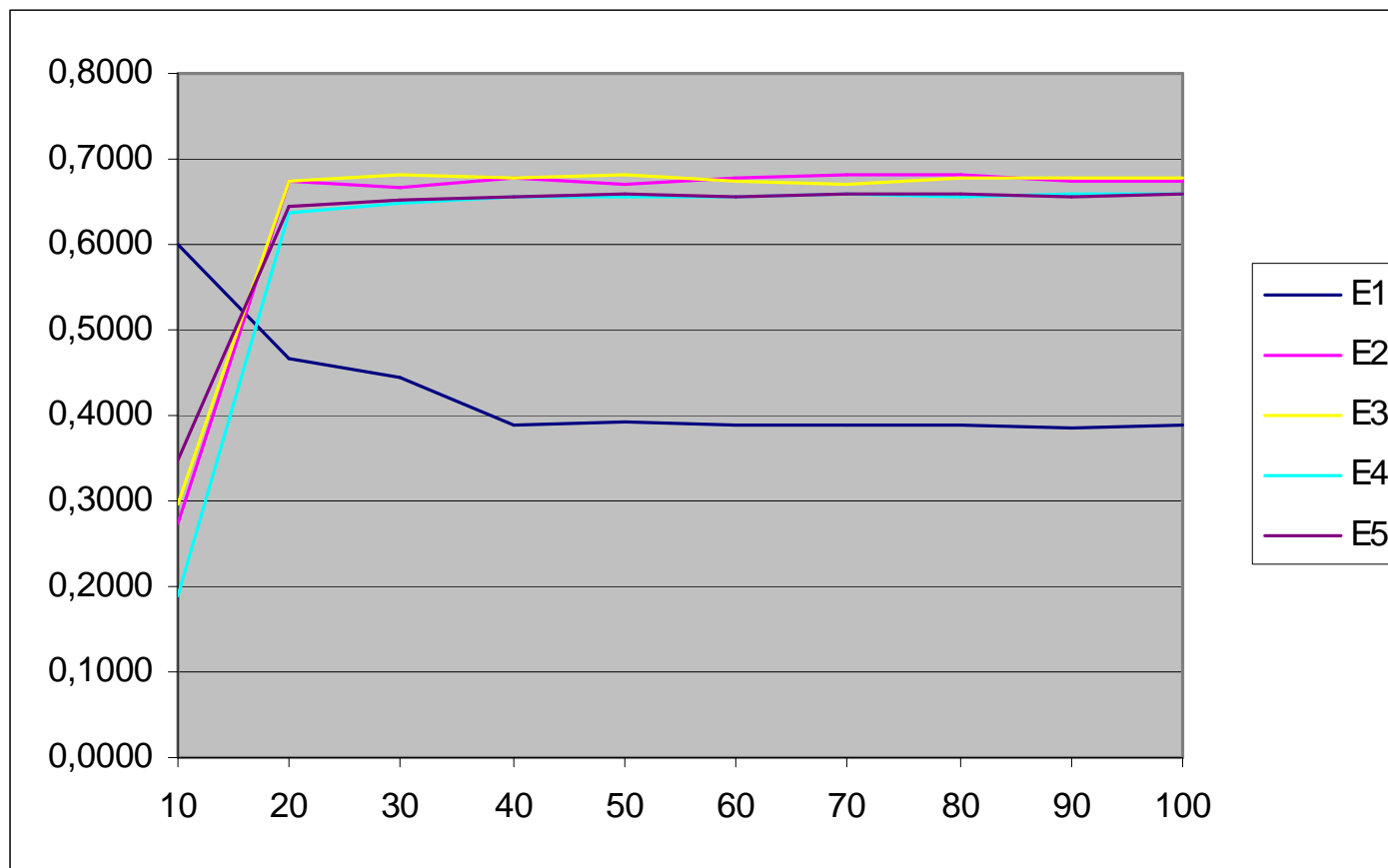




# Klasyfikacja filmów do kategorii tematycznych – Coverage



# Klasyfikacja filmów do kategorii tematycznych – Average precision



# Dalsze prace

- Modyfikacja funkcji błędu

- Uwzględnianie częstości występowania klas w zbiorze uczącym

$$E_1^* = \sum_{i=1}^m \frac{\sum_{(k,l) \in Y_i \times \bar{Y}_i} a_k (1 - a_l) e^{-(c_k^i - c_l^i)}}{\sum_{(k,l) \in Y_i \times \bar{Y}_i} a_k (1 - a_l)}, \quad c_j(x_i) = c_j^i, \quad a_k = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [k \in Y_i]$$

- $a_k$  – częstość występowania  $k$ -tej klasy w zbiorze uczącym
- Cel – poprawa generalizacji poprzez wzmocnienie częściej występujących zależności pomiędzy klasami

# Dalsze prace

- Modyfikacja funkcji błędu

- Uwzględnianie częstości występowania klas w zbiorze uczącym

$$E_2^* = \sum_{i=1}^m \frac{\sum_{(k,l) \in Y_i \times \bar{Y}_i} a_k (1-a_l) e^{-(c_k^i - c_l^i)} + \sum_{k \in Y_i} a_k e^{-(c_k^i - c_{\bar{Q}}^i)} + \sum_{l \in \bar{Y}_i} (1-a_l) e^{-(c_{\bar{Q}}^i - c_l^i)}}{\sum_{(k,l) \in Y_i \times \bar{Y}_i} a_k (1-a_l) + \sum_{k \in Y_i} a_k + \sum_{l \in \bar{Y}_i} (1-a_l)}$$

- $a_k$  – częstość występowania  $k$ -tej klasy w zbiorze uczącym
- Cel – poprawa generalizacji poprzez wzmocnienie częściej występujących zależności pomiędzy klasami

# Bibliografia

- Min-Ling Zhang, Zhi-Hua Zhou, „Multilabel Neural Networks with Applications to Functional Genomics and Text Categorization”, IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING, vol. 18, no. 10, pp. 1338-1351, 2006
- R. Grodzicki, J. Mańdziuk, L. Wang, „Improved Multilabel Classification with Neural Networks”, Lecture Notes in Computer Science, vol. 5199, pp. 409-416, Springer-Verlag, 2008
- A. Elisseeff, J. Weston, „A Kernel Method for Multi-Labelled Classification”, Advances in Neural Information Processing Systems, vol. 14, pp. 681-687, 2002
- M.R. Boutell, J. Luo, X. Shen, and C.M. Brown, „Learning multi-label scene classification”, Pattern Recognition, vol. 37(9), pp. 1757-1771, 2004
- C.G.M. Snoek, M. Worring, J.C. van Gemert, J.-M. Geusebroek, A.W.M. Smeulders, „The Challenge Problem for Automated Detection of 101 Semantic Concepts in Multimedia”, Proceedings of ACM Multimedia, pp. 421-430, Santa Barbara, USA, 2006
- LIBSVM Data: Multi-label Classification:  
<http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvmtools/datasets/multilabel.html>