

# **Identyfikacja wielokryterialnej funkcji dotyczącej ceny e-booków**

Rafał Piórkowski

Informatyka S3 - Wybrane Metody Sztucznej Inteligencji

## SPIS TREŚCI

<b>1. Wstęp</b>	3
<b>2. Definiowanie atrybutów oraz ich funkcji przynależności</b>	4
2.1. Czas pracy na jednym naładowaniu	4
2.2. Rozdzielczość	5
2.3. Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka ...	6
2.4. Cena	7
<b>3. Rankingowanie</b>	8
<b>4. Osadzanie</b>	10
<b>5. Weryfikacja poprawności działania systemu</b>	12
5.1. Przypadek 1	12
5.1.1. Fuzyfikacja	12
5.1.2. Wnioskowanie	13
5.1.3. Wyostrzanie	14
5.2. Przypadek 2	14
5.2.1. Fuzyfikacja	14
5.2.2. Wnioskowanie	15
5.2.3. Wyostrzanie	16
5.3. Wyniki	16

## 1. Wstęp

Obecnie, mimo ciągłego życia w biegu, coraz więcej ludzi chce znaleźć chwilę dla siebie, odpuszczając się. Ze względu na to, że po powrocie z pracy, czy uczelni chcemy pozostać sami ze sobą, odpoczywając przy tym od ludzi, jako alternatywę dla masowej kultury wybieramy książkę. Bieżące statystyki pokazują, że coraz więcej ludzi na świecie wybiera czytanie książek, zamiast uczestnictwa np. w spektaklach teatralnych, symfoniach operowych, czy też seansach kinowych.

Z uwagi na to, że aby wyprodukować jedną kartkę papieru formatu A4, trzeba zużyć 200 gram drzewa, zaczęto szukać alternatywy, która pozwoli na poszanowanie przyrody, będzie proekologiczna i nie będzie niszczyła tak cennych roślin jakimi są drzewa uwalniające tlen. Tutaj naprzeciw temu problemowi wyszła kampania iReader, której przewodnim mottem jest „Każda książka jest tragedią dla drzew. Czytaj e-booki”.

E-booki to nic innego niż urządzenia, które przechowują w swojej pamięci książki w formacie elektronicznym. Te urządzenia mają wiele zalet. Jedną z nich jest np. zmiana wielkości czcionki, co ułatwia czytanie jej osobom np. z wadami wzroku. Obecnie e-booki umożliwiają przechowywanie sporej ilości elektronicznych książek w swojej pamięci, mają bardzo długi czas pracy na jednym naładowaniu baterii, a poza tym są bardzo lekkie i zajmują bardzo mało miejsca w porównaniu do tradycyjnej książki, która przeciętnie ma ok. 200 stron i format nieco mniejszy niż A4.

Ze względu na to, iż autor projektu bardzo dużo czasu poświęca na czytanie książek zarówno w ramach odpoczynku, jak i codziennie podczas przebywania drogi z domu na uczelnię oraz z domu do pracy, postanowił stworzyć wielokryterialny system, który umożliwi potencjalnej osobie zainteresowanej e-bookami, wybrać odpowiednie urządzenie, skupiając się przede wszystkim na takich czynnikach jak: czas pracy na jednym naładowaniu, rozdzielczość oraz liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka.

W niniejszym systemie cena e-booka jest determinowana przez 3 czynniki:

1. Czas pracy na jednym naładowaniu
2. Rozdzielczość
3. Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka

## 2. Definiowanie atrybutów oraz ich funkcji przynależności

### 2.1. Czas pracy na jednym ładowaniu

Czas pracy e-booka na jednym ładowaniu, jest to liczba godzin, przez które użytkownik e-booka, może z niego korzystać od czasu odpięcia urządzenia od zasilania przy pełnym jego naładowaniu i rozpoczęcia pracy na baterii urządzenia do momentu rozładowania urządzenia. Czas pracy e-booków na jednym naładowaniu różni się w zależności od tego, jakiej marki jest e-book i jaką ma wbudowaną baterię. Na potrzeby projektu, znaleziono dwa skrajne przypadki e-booków, przy czym e-book, który najkrócej pracował na jednym naładowaniu baterii osiągnął wynik 10 - ciu godzin, natomiast e-book, który najdłużej pracował na jednym naładowaniu baterii osiągnął wynik 250 - ciu godzin.

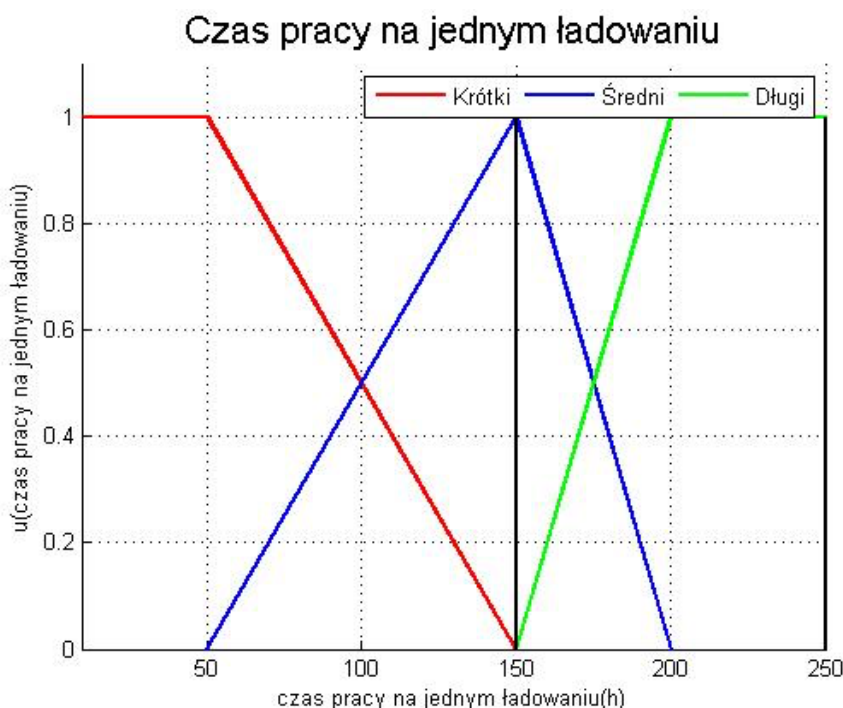
Autor projektu, zakłada zatem, że najmniejszą wartością czasu pracy e-booka na jednym pełnym naładowaniu jest 10 godzin, zaś najwyższą 250 godzin, przy czym największa wartość jest najbardziej atrakcyjna, zaś najniższa najmniej atrakcyjna z perspektywy użytkownika e-booka. 150 godzin czasu pracy baterii to wartość w jaką celują producenci e-booków, ponieważ odpowiada ona 5 godzinom czytania dziennie przez miesiąc, stąd też wybranie takiej wartości na singleton funkcji przynależności „średnia”.

Czas pracy na jednym ładowaniu został określony w skali godzinowej od 10 do 250.

Czas pracy na jednym ładowaniu  $\in [10;250]h$

Czas pracy na jednym ładowaniu został określony przez poniższe 3 pojęcia lingwistyczne:

- Krótki
- Średni
- Długi



## 2.2. Rozdzielczość

W przypadku e-booków rozdzielczość wyświetlacza jest miarą wyrażoną w ppi(pixels per inch). Upraszczając jest to liczba pikseli zawartych w jednym calu.

Przeglądając urządzenia jakimi są e-booki, znaleziono dwa skrajne przypadki. Wartość rozdzielczości wyświetlacza e-booka, który posiadał najmniejszą rozdzielczość oscylowała w granicach 100 ppi, natomiast wartość rozdzielczości e-booka posiadającego największą rozdzielczość to 300 ppi.

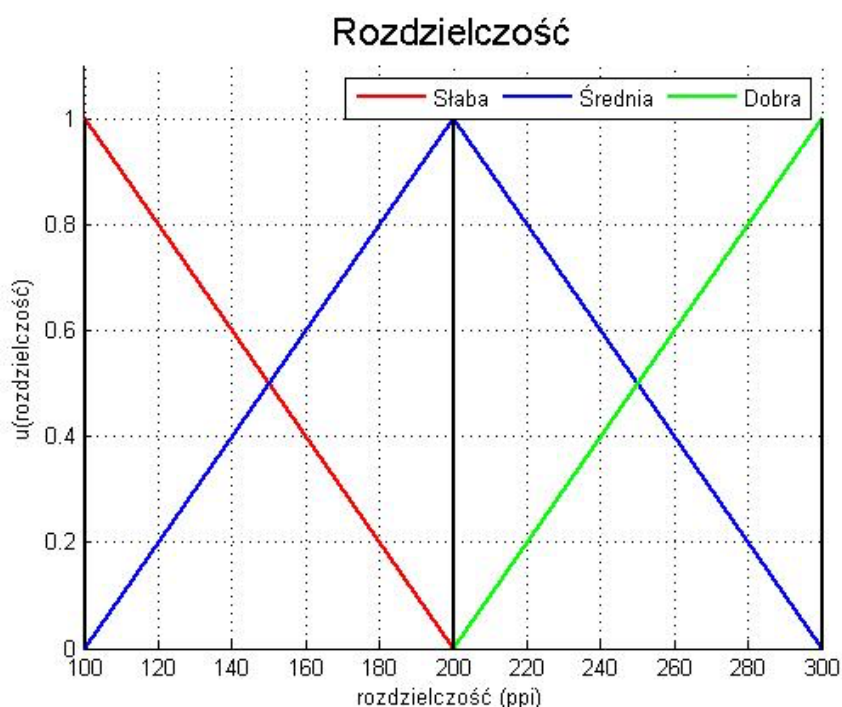
Warto również tutaj wspomnieć, że im większa rozdzielczość wyświetlacza w e-booku, tym większy komfort czytania elektronicznych książek, a litery wyraźniejsze z nieposzarpanymi krawędziami.

Rozdzielczość została określona za pomocą rzeczywistych wartości ppi od 100 do 300.

Rozdzielczość  $\in [100;300]$

Rozdzielczość została określona przez poniższe 3 pojęcia lingwistyczne:

- Słaba
- Średnie
- Dobra



### 2.3. Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka

Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka to liczba elektronicznych książek, które mogą być przechowywane we wbudowanej pamięci e-booka w jednym czasie.

W przypadku gdy pojemność wbudowanej pamięci e-booka jest mała, wtedy liczba elektronicznych książek jaką potencjalny czytelnik będzie chciał przechować będzie mniejsza niż w przypadku e-booka z większą wbudowaną pamięcią. Zatem, im większa pojemność pamięci wbudowanej e-booka tym większą liczbę elektronicznych książek, które urządzenie jest w stanie przechować.

Przy założeniu, że osoba, która decyduje się na zakup e-booka czyta bardzo dużo książek, można wywnioskować, że najbardziej pożądanym e-bookiem pod względem wbudowanej pamięci, będzie taki, który będzie posiadał jej jak najwięcej.

Obecnie na rynku istnieje spora liczba e-booków. E-book, który ma najmniejszą wbudowaną pamięć, przechowuje około 100 elektronicznych książek, zaś taki z największą wbudowaną pamięcią około 4000.

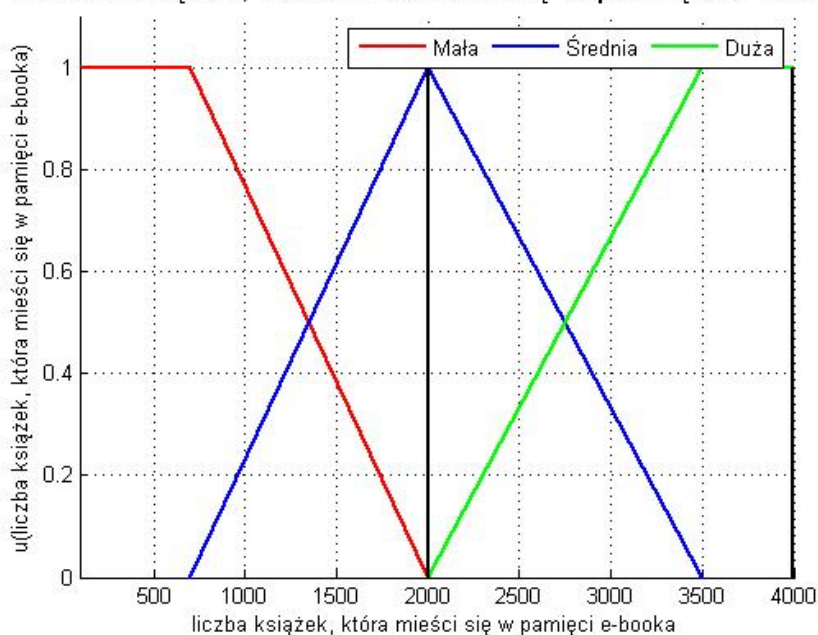
Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka została określona za pomocą liczb, które przedstawiają, rzeczywistą liczbę książek jaką jest w stanie pomieścić e-book we wbudowanej pamięci czyli od 100 do 4000.

Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka  $\in [100;4000]$

Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka została określona przez poniższe 3 pojęcia lingwistyczne:

- Mała
- Średnia
- Duża

Liczba książek, które mieszczą się w pamięci e-booka



## 2.4. Cena

Cena e-booka, to jego wartość rynkowa, która przede wszystkim zależy od jego wewnętrznej pamięci, rozdzielczości ekranu oraz czasu pracy na jednym naładowaniu baterii. Z analizy dostępności różnych e-booków i ich cen na rynku wynika, że im większa pojemność wbudowanej pamięci urządzenia, większa rozdzielczość wyświetlacza oraz większa pojemność baterii, dzięki której urządzenie umożliwia dłuższy czas pracy na jednym naładowaniu, to urządzenie ma wyższą cenę. Zakres cenowy, który został zauważony przez autora projektu poszukującego najtańszego oraz najdroższego e-booka wynosił od 200zł(najtańszy e-book) do 1000zł(najdroższy e-book), przy czym należy zwrócić uwagę, że najtańszy e-book miał najgorsze parametry(tj. rozdzielczość, czas pracy na jednym ładowaniu oraz liczba książek mieszcząca się w pamięci wbudowanej e-booka), zaś najdroższy najlepsze. E-book o wartości około 500 złotych to sprzęt należący do średniej półki jakościowej. Właśnie tego typu urządzenia są najczęściej kupowane przez użytkowników, stąd też wartość 500 złotych to singleton dla funkcji przynależności „średnia”.

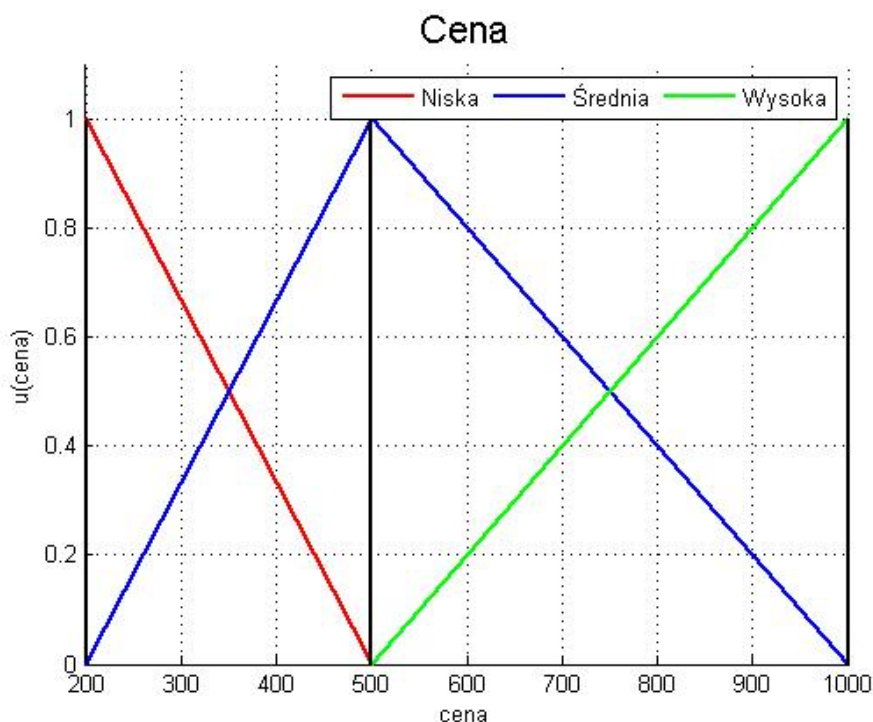
Ze względu, iż system powstawał na podstawie e-booków, które dostępne są w Polsce, to cena została wrażona w polskiej walucie(złotówki).

Cena e-booka została określona w rzeczywistej jego wartości w polskich złotych od 200 do 1000.

$Cena \in [200;1000]$

Cena e-booka została określona przez poniższe 3 pojęcia lingwistyczne:

- Niska
- Średnia
- Wysoka



### 3. Rankingowanie

Rankingowanie zostało wykonane metodą turniejową. Tworząc ranking autor z własnego doświadczenia założył, że najważniejszym atrybutem przy określaniu miejsc rankingowych jest czas pracy na jednym pełnym naładowaniu baterii urządzenia, następnie liczba książek mieszcząca się w pamięci wbudowanej e-booka i rozdzielczość ekranu.

Ranking zawiera 27 miejsc, przy czym miejsce numer 27 jest wartością najbardziej pożądaną, zaś miejsce numer 1, jest wartością najmniej pożądaną.

Reguła	Czas pracy na jednym naładowaniu	Rozdzielczość	Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka	Miejsce w rankingu
1	Krótki	Słaba	Mała	1
2	Krótki	Średnia	Mała	2
3	Krótki	Dobra	Mała	3
4	Krótki	Słaba	Średnia	4
5	Krótki	Średnia	Średnia	5
6	Krótki	Dobra	Średnia	6
7	Krótki	Słaba	Duża	7
8	Krótki	Średnia	Duża	8
9	Krótki	Dobra	Duża	9
10	Średni	Słaba	Mała	10
11	Średni	Średnia	Mała	11
12	Średni	Dobra	Mała	12
13	Średni	Słaba	Średnia	13
14	Średni	Średnia	Średnia	14
15	Średni	Dobra	Średnia	15
16	Średni	Słaba	Duża	16
17	Średni	Średnia	Duża	17
18	Średni	Dobra	Duża	18
19	Długi	Słaba	Mała	19
20	Długi	Średnia	Mała	20
21	Długi	Dobra	Mała	21

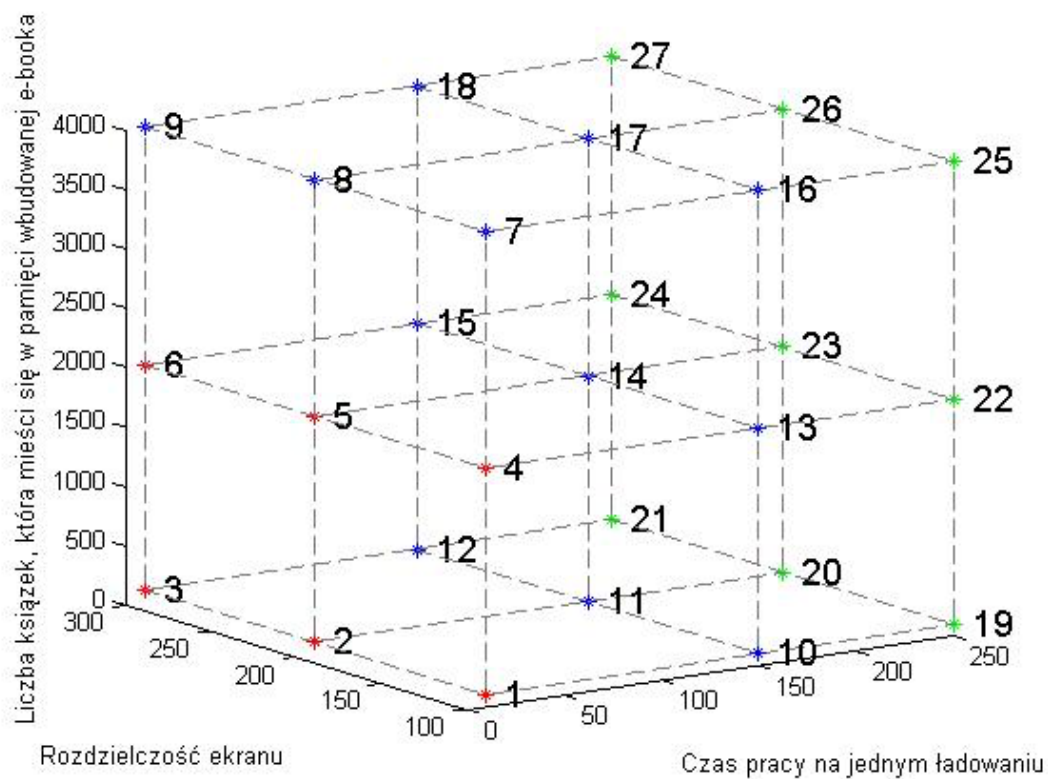
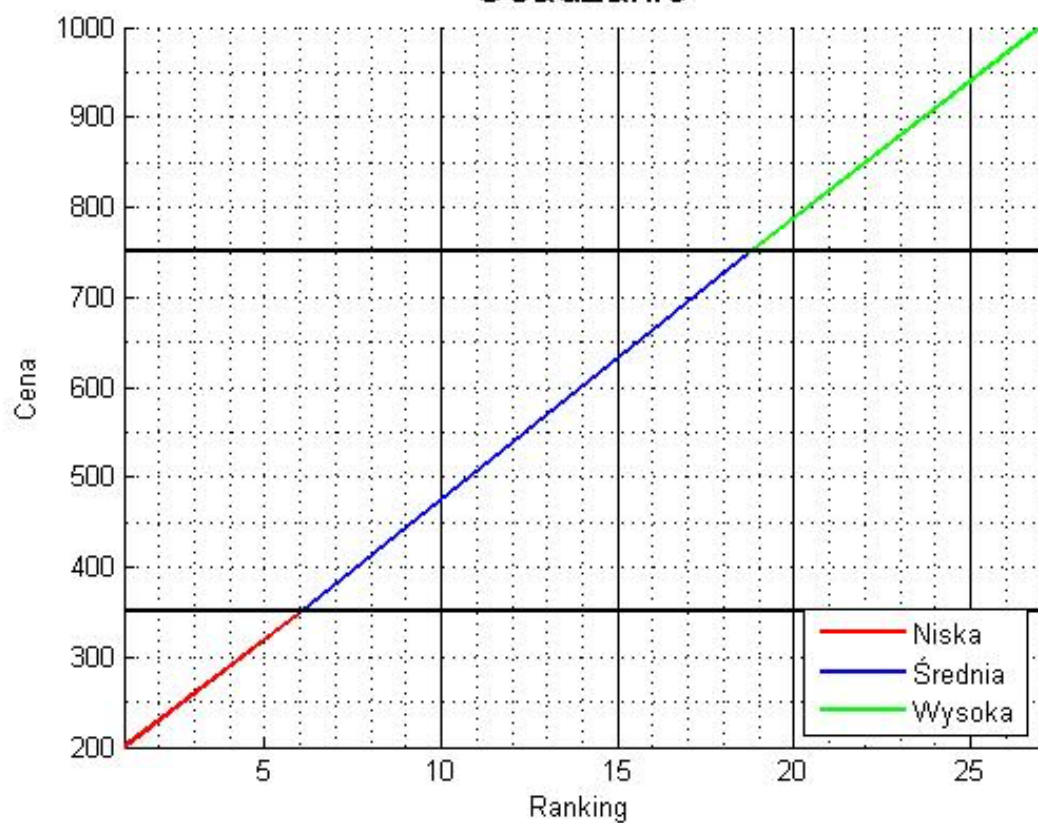


<b>Reguła</b>	<b>Czas pracy na jednym naładowaniu</b>	<b>Rozdzielczość</b>	<b>Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka</b>	<b>Miejsce w rankingu</b>
<b>22</b>	Długi	Słaba	Średnia	22
<b>23</b>	Długi	Średnia	Średnia	23
<b>24</b>	Długi	Dobra	Średnia	24
<b>25</b>	Długi	Słaba	Duża	25
<b>26</b>	Długi	Średnia	Duża	26
<b>27</b>	Długi	Dobra	Duża	27

## 4. Osadzanie

Reguła	Czas pracy na jednym naładowaniu	Rozdzielczość	Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka	Cena	
				Singelton	Lingwistyczna
1	Krótki	Słaba	Mała	200	Niska
2	Krótki	Średnia	Mała	230,77	Niska
3	Krótki	Dobra	Mała	261,54	Niska
4	Krótki	Słaba	Średnia	292,31	Niska
5	Krótki	Średnia	Średnia	323,08	Niska
6	Krótki	Dobra	Średnia	353,85	Niska
7	Krótki	Słaba	Duża	384,62	Średnia
8	Krótki	Średnia	Duża	415,39	Średnia
9	Krótki	Dobra	Duża	446,16	Średnia
10	Średni	Słaba	Mała	476,93	Średnia
11	Średni	Średnia	Mała	507,70	Średnia
12	Średni	Dobra	Mała	538,47	Średnia
13	Średni	Słaba	Średnia	569,24	Średnia
14	Średni	Średnia	Średnia	600,01	Średnia
15	Średni	Dobra	Średnia	630,78	Średnia
16	Średni	Słaba	Duża	661,55	Średnia
17	Średni	Średnia	Duża	692,32	Średnia
18	Średni	Dobra	Duża	723,09	Średnia
19	Długi	Słaba	Mała	753,86	Wysoka
20	Długi	Średnia	Mała	784,63	Wysoka
21	Długi	Dobra	Mała	815,40	Wysoka
22	Długi	Słaba	Średnia	846,17	Wysoka
23	Długi	Średnia	Średnia	876,94	Wysoka
24	Długi	Dobra	Średnia	907,71	Wysoka
25	Długi	Słaba	Duża	938,48	Wysoka
26	Długi	Średnia	Duża	969,25	Wysoka
27	Długi	Dobra	Duża	1000	Wysoka

## Osadzanie



## 5. Weryfikacja poprawności działania systemu

Działanie systemu zostało zweryfikowane poprzez porównanie dwóch różnych zaprezentowanych poniżej przypadków.

	Czas pracy na jednym naładowaniu	Rozdzielczość	Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka
<b>E-book I</b>	210	250	3000
<b>E-book II</b>	60	200	1000

Według autora projektu **E-BOOK I** przedstawia wyższą cenę niż **E-BOOK II**

$$\text{Cena}(\text{E-BOOK I}) > \text{Cen}(\text{E-BOOK II})$$

### 5.1. Przypadek 1

Czas pracy na jednym naładowaniu = 210

Rozdzielczość = 250

Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka = 3000

#### 5.1.1. Fuzyfikacja

**Czas pracy na jednym naładowaniu = 210**

$M_{\mu\text{krótki}}(\text{Czas pracy na jednym naładowaniu} = 210) = 0$

$M_{\mu\text{średni}}(\text{Czas pracy na jednym naładowaniu} = 210) = 0$

$M_{\mu\text{długi}}(\text{Czas pracy na jednym naładowaniu} = 210) = 1$

**Rozdzielczość = 250**

$M_{\mu\text{słaba}}(\text{Rozdzielczość} = 250) = 0$

$M_{\mu\text{średnia}}(\text{Rozdzielczość} = 250) = 1/2$

$M_{\mu\text{dobra}}(\text{Rozdzielczość} = 250) = 1/2$

**Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka = 3000**

$M_{\mu\text{mała}}(\text{Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka} = 3000) = 0$

$M_{\mu\text{średnia}}(\text{Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka} = 3000) = 1/3$

$M_{\mu\text{duża}}(\text{Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka} = 3000) = 2/3$

### 5.1.2. Wnioskowanie

Reguła	Czas pracy na jednym naładowaniu		Rozdzielczość		Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka		Cena singelton	Operator produkt
		aktywacja		aktywacja		aktywacja		
1	Krótki	0	Słaba	0	Mała	0	200	0
2	Krótki	0	Średnia	1/2	Mała	0	230,77	0
3	Krótki	0	Dobra	1/2	Mała	0	261,54	0
4	Krótki	0	Słaba	0	Średnia	1/3	292,31	0
5	Krótki	0	Średnia	1/2	Średnia	1/3	323,08	0
6	Krótki	0	Dobra	1/2	Średnia	1/3	353,85	0
7	Krótki	0	Słaba	0	Duża	2/3	384,62	0
8	Krótki	0	Średnia	1/2	Duża	2/3	415,39	0
9	Krótki	0	Dobra	1/2	Duża	2/3	446,16	0
10	Średni	0	Słaba	0	Mała	0	476,93	0
11	Średni	0	Średnia	1/2	Mała	0	507,70	0
12	Średni	0	Dobra	1/2	Mała	0	538,47	0
13	Średni	0	Słaba	0	Średnia	1/3	569,24	0
14	Średni	0	Średnia	1/2	Średnia	1/3	600,01	0
15	Średni	0	Dobra	1/2	Średnia	1/3	630,78	0
16	Średni	0	Słaba	0	Duża	2/3	661,55	0
17	Średni	0	Średnia	1/2	Duża	2/3	692,32	0
18	Średni	0	Dobra	1/2	Duża	2/3	723,09	0
19	Długi	1	Słaba	0	Mała	0	753,86	0
20	Długi	1	Średnia	1/2	Mała	0	784,63	0
21	Długi	1	Dobra	1/2	Mała	0	815,40	0
22	Długi	1	Słaba	0	Średnia	1/3	846,17	0
23	Długi	1	Średnia	1/2	Średnia	1/3	876,94	1/6
24	Długi	1	Dobra	1/2	Średnia	1/3	907,71	1/6
25	Długi	1	Słaba	0	Duża	2/3	938,48	0
26	Długi	1	Średnia	1/2	Duża	2/3	969,25	1/3
27	Długi	1	Dobra	1/2	Duża	2/3	1000	1/3

### 5.1.3. Wyostrzenie

Użyty został operator maksimum oraz metoda singletonów.

$$M_{\mu_{cena}} = 1/3M_{\mu_{wysoka}} + 1/3M_{\mu_{wysoka}} + 1/6M_{\mu_{wysoka}} + 1/6M_{\mu_{wysoka}} = 1/3M_{\mu_{wysoka}}$$

$$\text{Wartość ceny} = (1/3 * 1000) : 1/3 = 1000$$

### 5.2. Przypadek 2

Czas pracy na jednym naładowaniu = 60

Rozdzielczość = 200

Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka = 1000

#### 5.2.1. Fuzyfikacja

**Czas pracy na jednym naładowaniu = 60**

$M_{\mu_{krótki}}(\text{Czas pracy na jednym naładowaniu} = 60) = 9/10$

$M_{\mu_{średni}}(\text{Czas pracy na jednym naładowaniu} = 60) = 1/10$

$M_{\mu_{długi}}(\text{Czas pracy na jednym naładowaniu} = 60) = 0$

**Rozdzielczość = 200**

$M_{\mu_{słaba}}(\text{Rozdzielczość} = 200) = 0$

$M_{\mu_{średnia}}(\text{Rozdzielczość} = 200) = 1$

$M_{\mu_{dobra}}(\text{Rozdzielczość} = 200) = 0$

**Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka = 1000**

$M_{\mu_{mała}}(\text{Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka} = 1000) = 10/13$

$M_{\mu_{średnia}}(\text{Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka} = 1000) = 3/13$

$M_{\mu_{duża}}(\text{Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka} = 1000) = 0$

## 5.2.2. Wnioskowanie

Reguła	Czas pracy na jednym naładowaniu		Rozdzielczość		Liczba książek, która mieści się w pamięci wbudowanej e-booka		Cena singelton	Operator produkt
		aktywacja		aktywacja		aktywacja		
1	Krótki	9/10	Słaba	0	Mała	10/13	200	0
2	Krótki	9/10	Średnia	1	Mała	10/13	230,77	9/13
3	Krótki	9/10	Dobra	0	Mała	10/13	261,54	0
4	Krótki	9/10	Słaba	0	Średnia	3/13	292,31	0
5	Krótki	9/10	Średnia	1	Średnia	3/13	323,08	27/130
6	Krótki	9/10	Dobra	0	Średnia	3/13	353,85	0
7	Krótki	9/10	Słaba	0	Duża	0	384,62	0
8	Krótki	9/10	Średnia	1	Duża	0	415,39	0
9	Krótki	9/10	Dobra	0	Duża	0	446,16	0
10	Krótki	1/10	Słaba	0	Mała	10/13	476,93	0
11	Krótki	1/10	Średnia	1	Mała	10/13	507,70	1/13
12	Krótki	1/10	Dobra	0	Mała	10/13	538,47	0
13	Krótki	1/10	Słaba	0	Średnia	3/13	569,24	0
14	Krótki	1/10	Średnia	1	Średnia	3/13	600,01	3/130
15	Krótki	1/10	Dobra	0	Średnia	3/13	630,78	0
16	Krótki	1/10	Słaba	0	Duża	0	661,55	0
17	Krótki	1/10	Średnia	1	Duża	0	692,32	0
18	Krótki	1/10	Dobra	0	Duża	0	723,09	0
19	Krótki	0	Słaba	0	Mała	10/13	753,86	0
20	Krótki	0	Średnia	1	Mała	10/13	784,63	0
21	Krótki	0	Dobra	0	Mała	10/13	815,40	0
22	Krótki	0	Słaba	0	Średnia	3/13	846,17	0
23	Krótki	0	Średnia	1	Średnia	3/13	876,94	0
24	Krótki	0	Dobra	0	Średnia	3/13	907,71	0
25	Krótki	0	Słaba	0	Duża	0	938,48	0
26	Krótki	0	Średnia	1	Duża	0	969,25	0
27	Krótki	0	Dobra	0	Duża	0	1000	0

### 5.2.3. Wyostrzenie

Użyty został operator maksimum oraz metoda singletonów.

$$M_{\mu_{cena}} = 9/13M_{\mu_{niska}} + 27/130M_{\mu_{niska}} + 1/13M_{\mu_{\text{średnia}}} + 3/130M_{\mu_{\text{średnia}}} = 9/13M_{\mu_{niska}} + 1/13M_{\mu_{\text{średnia}}}$$

$$Cena = ((9/13 * 200) + (1/13 * 500)) : (9/13 + 1/13) = 230$$

### 5.3. Wyniki

Weryfikacja potwierdziła poprawność działania systemu:

$$1000 > 230$$

$$Cena(E-BOOK I) > Cena(E-BOOK II)$$

