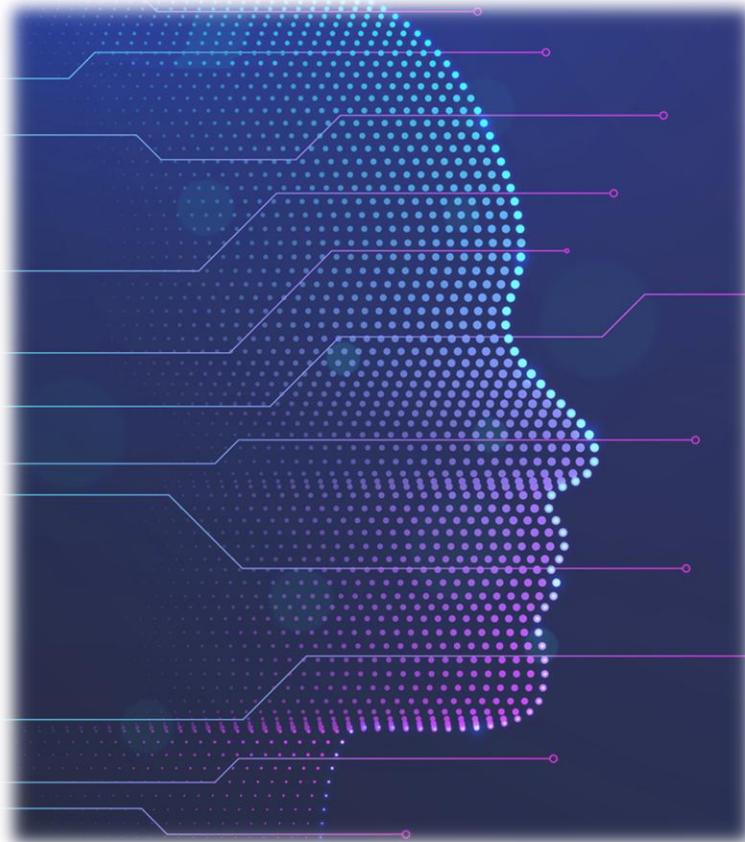


Inteligencja obliczeniowa w analizie danych



**Logika rozmyta
Wnioskowanie rozmyte**

Prof. dr hab. inż. Norbert Skoczylas

Gdzie jesteśmy

Algorytmy heurystyczne

Algorytmy probabilistyczne

Algorytmy genetyczne

Strategie ewolucyjne

Metody roju cząstek,
mrówkowe, symulowane
wyżarzanie...

Logika rozmyta

Rozmyte systemy wnioskujące

Sterowanie rozmyte

Sztuczne sieci neuronowe

Filary inteligencji
obliczeniowej

Algorytmy
probabilistyczne

Obliczenia
ewolucyjne

**Logika
rozmyta**

Sztuczne
sieci neuronowe

Zademonstrujmy przebieg procesu wnioskowania rozmytego na przykładzie ...

Przykład sercu bliski –

ile browarków planujemy spożyć
podczas długiego weekendu majowego ..

(oczywiście tylko warstwa merytoryczna jest
wartościowa – nie promujemy spożywania alkoholu ☺)

KROK 1: wybór zmiennych wejściowych i wyjściowych

Ustalamy, jakie czynniki mają wpływ na proces wnioskowania
– od czego powinien zależeć wynik ..

... złożmy, że dla przykładowego problemu najważniejsze są:

dwie zmienne wejściowe:

zasoby nadmiarowej gotówki

oraz

średnia prognozowana temperatura

(pragnienie wzrasta wraz z temperaturą,
czemu sprzyjają imprezy pod gołym niebem,
jednak braki budżetowe mogą ograniczyć fantazję ..)
a proces wnioskowania dotyczy

jednej zmiennej wyjściowej:

planowanej ilości browarków

KROK 2: określenie fizycznych dziedzin (nośników zbiorów rozmych) dla wybranych zmiennych

Optymistycznie założmy, że możemy zaszaleć i na weekendowy relaks przewidujemy budżet do 1000 PLN... , natomiast wiosna zapowiada się gorąca, z temperaturami sięgającymi 30°C.

zmienne wejściowe:

- ✓ budżet 0-1000 PLN
- ✓ prognozowana temperatura: 0-30 °C

zmienna wyjściowa:

- ✓ planowana ilość browarków 0-10 (dziennie ! Przedział umiarkowany - nie promujemy zachowań skrajnych ..)

KROK 3: wybór i nazwanie zmiennych lingwistycznych opisujących każdą ze zmiennych wejściowych/wyjściowych

Uznajmy, że właściwą **liczbą zmiennych lingwistycznych** do opisu parametrów wejściowych jest

3 dla zmiennej **budżet**

oraz

4 dla zmiennej **temperatura.**

Zmienne lingwistyczne opisujące **budżet** nazwijmy następująco:

Mały, Średni, Duży.

Zmienne lingwistyczne opisujące **prognozowaną temperaturę** nazwijmy następująco:

Niska, Średnia, Optymalna, Gorąca.

Liczbe zmiennych lingwistycznych dla zmiennej wyjściowej – ilość_browarków określmy na 5 i nazwijmy je:

Bardzo_Mało, Mało, Średnio, Dużo, Bardzo_Dużo

KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych

Dla potrzeb przykładu wybierzmy najprostszy kształt funkcji przynależności – trójkątny.

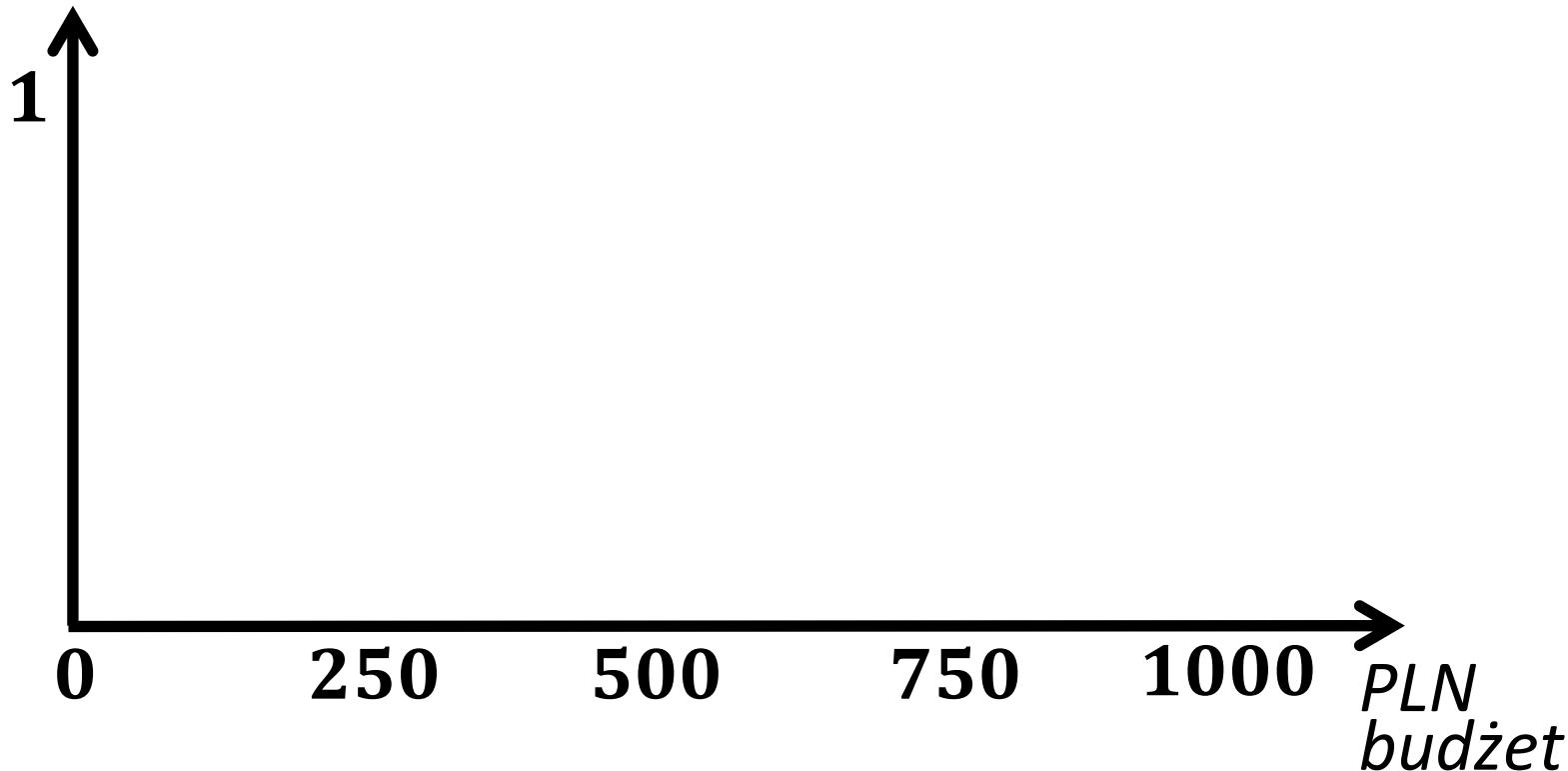
Każdorazowo oś pionowa określa stopień przynależności w granicach od 0 do 1.

Kreślenie funkcji przynależności polega na skodyfikowaniu subtelnych odczuć naszych, bądź eksperta, związanych z umiejscowieniem w fizycznej dziedzinie zaproponowanych zmiennych lingwistycznych.

KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **Budżet**:
Mały, **Średni**, **Duży**.

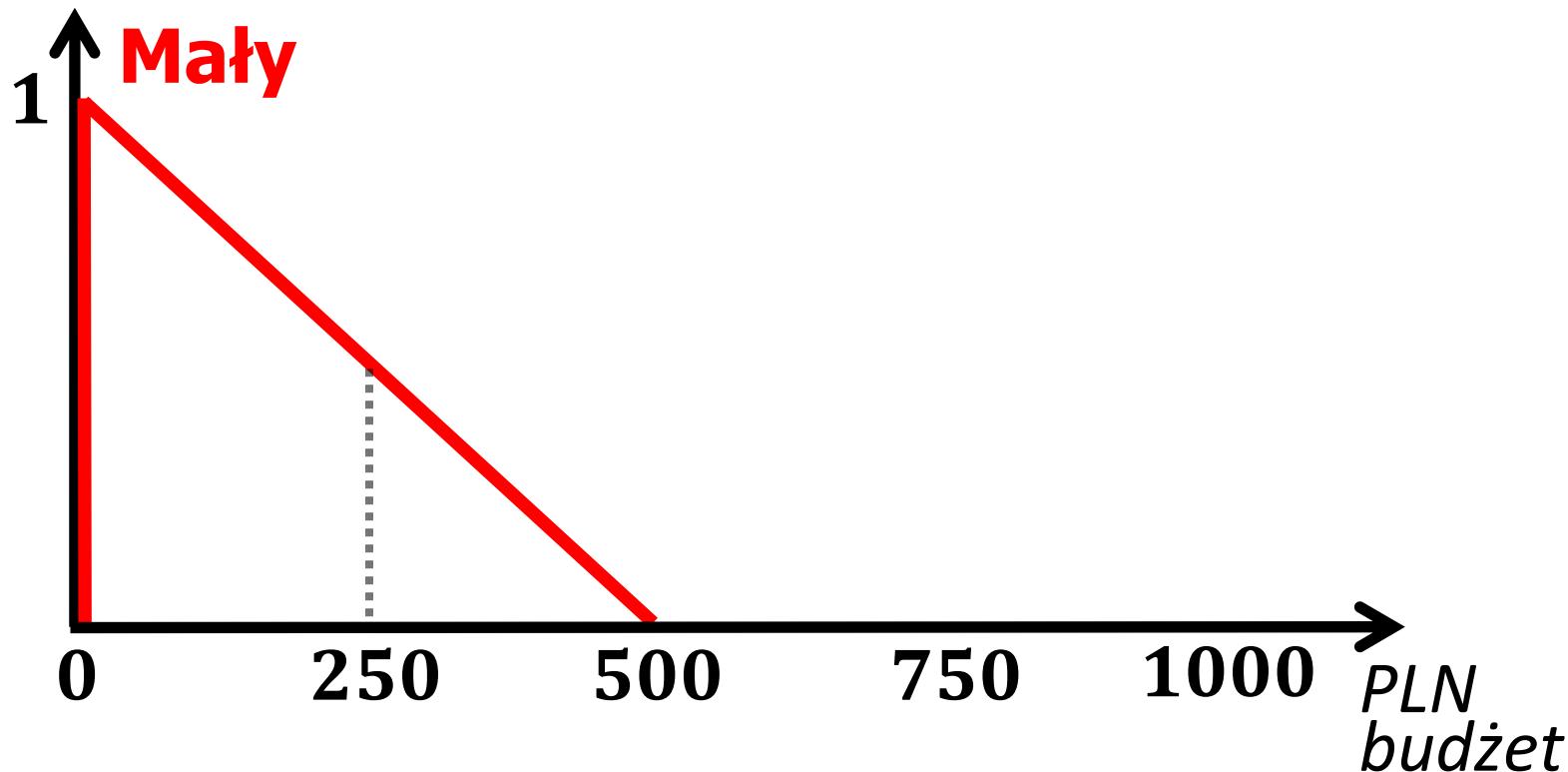
Nośnik zbioru rozmytego budżet – [0-1000] PLN



KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **Budżet**:
Mały, Średni, Duży.

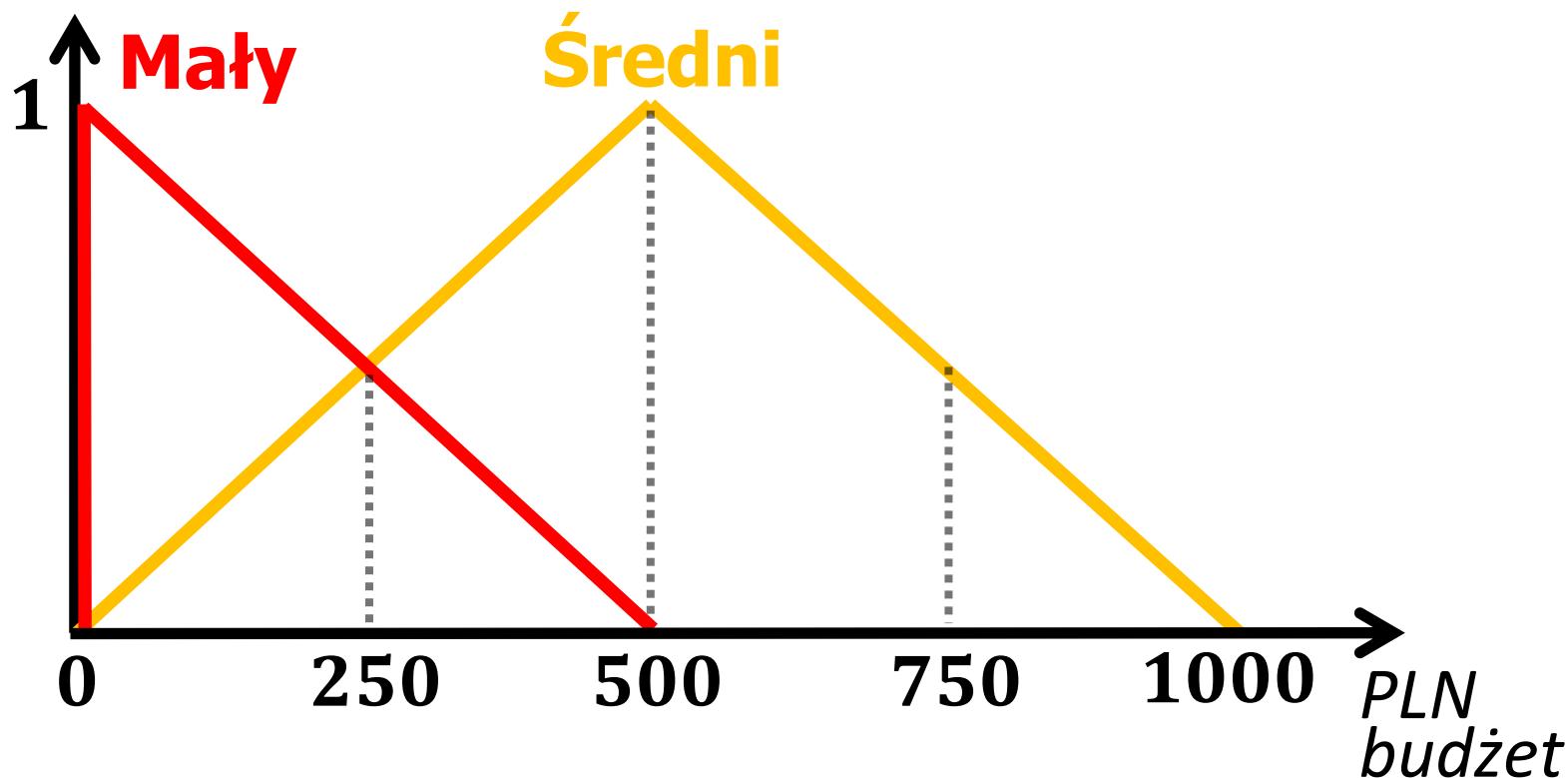
Nośnik zbioru rozmytego budżet – [0-1000] PLN



KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **Budżet**:
Mały, Średni, Duży.

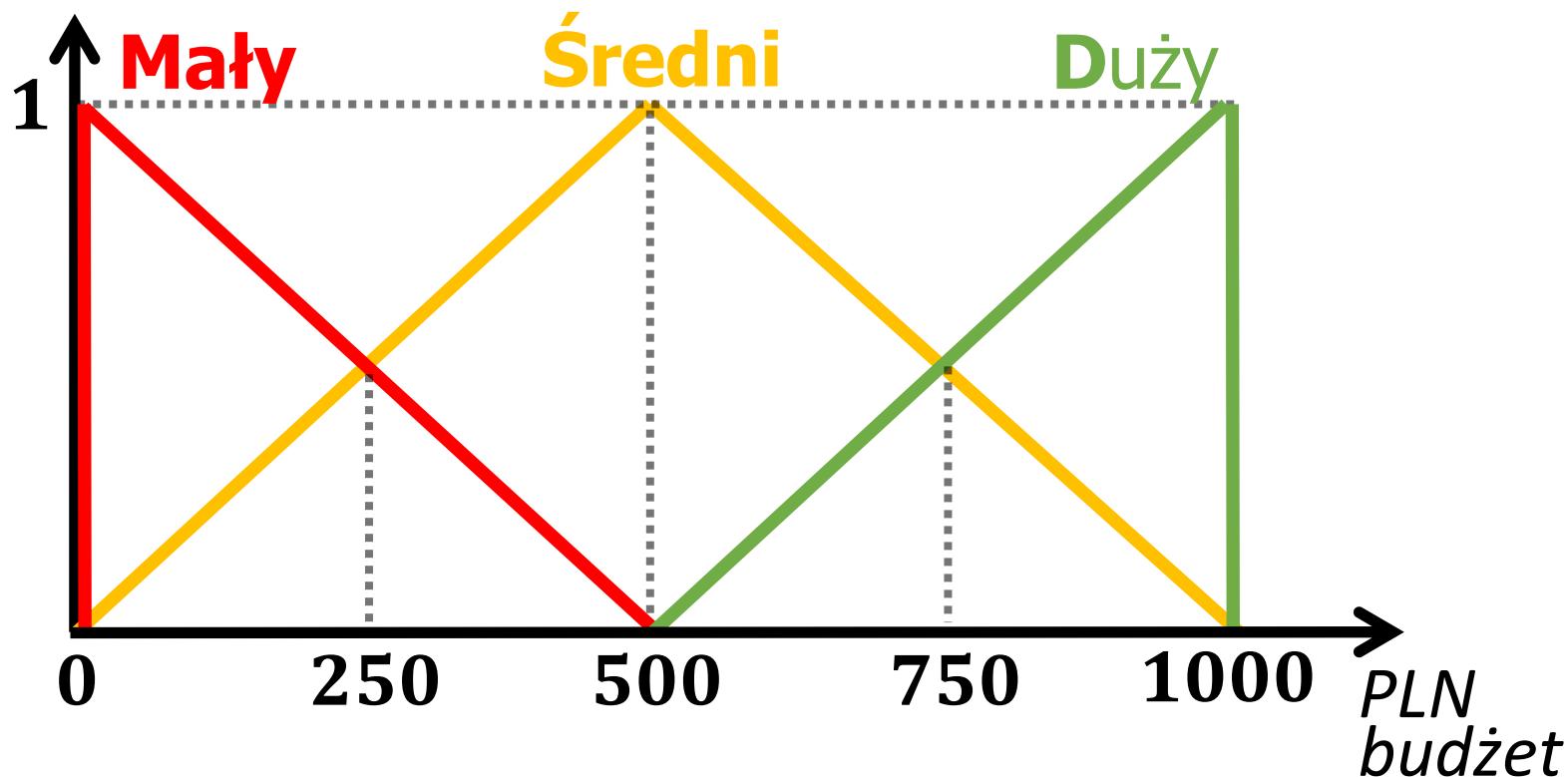
Nośnik zbioru rozmytego budżet – [0-1000] PLN



KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **Budżet**:
Mały, **Średni**, **Duży**.

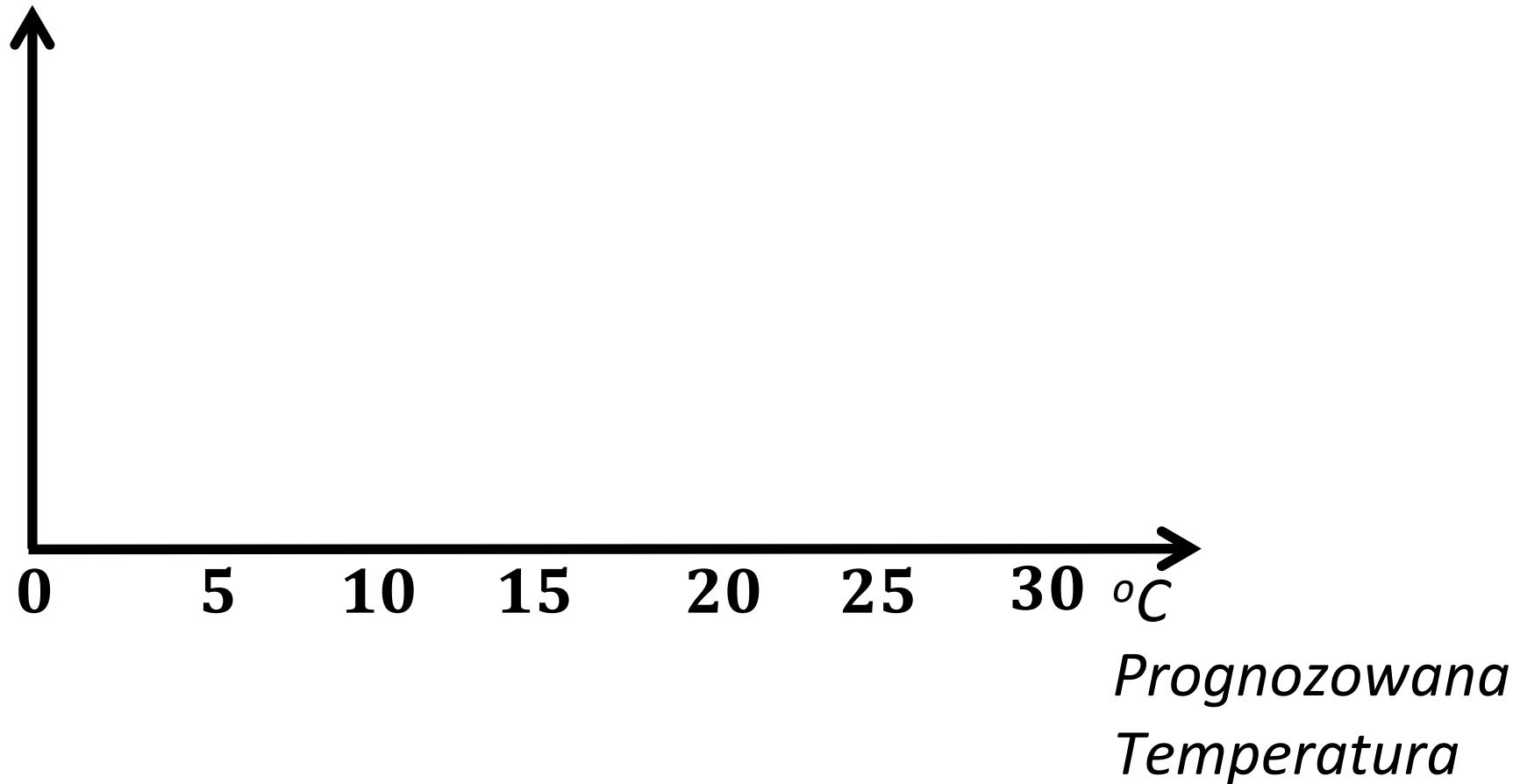
Nośnik zbioru rozmytego budżet – [0-1000] PLN



KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **Prognozowaną Temperaturę:**
Niska, Średnia, Optymalna, Gorąca.

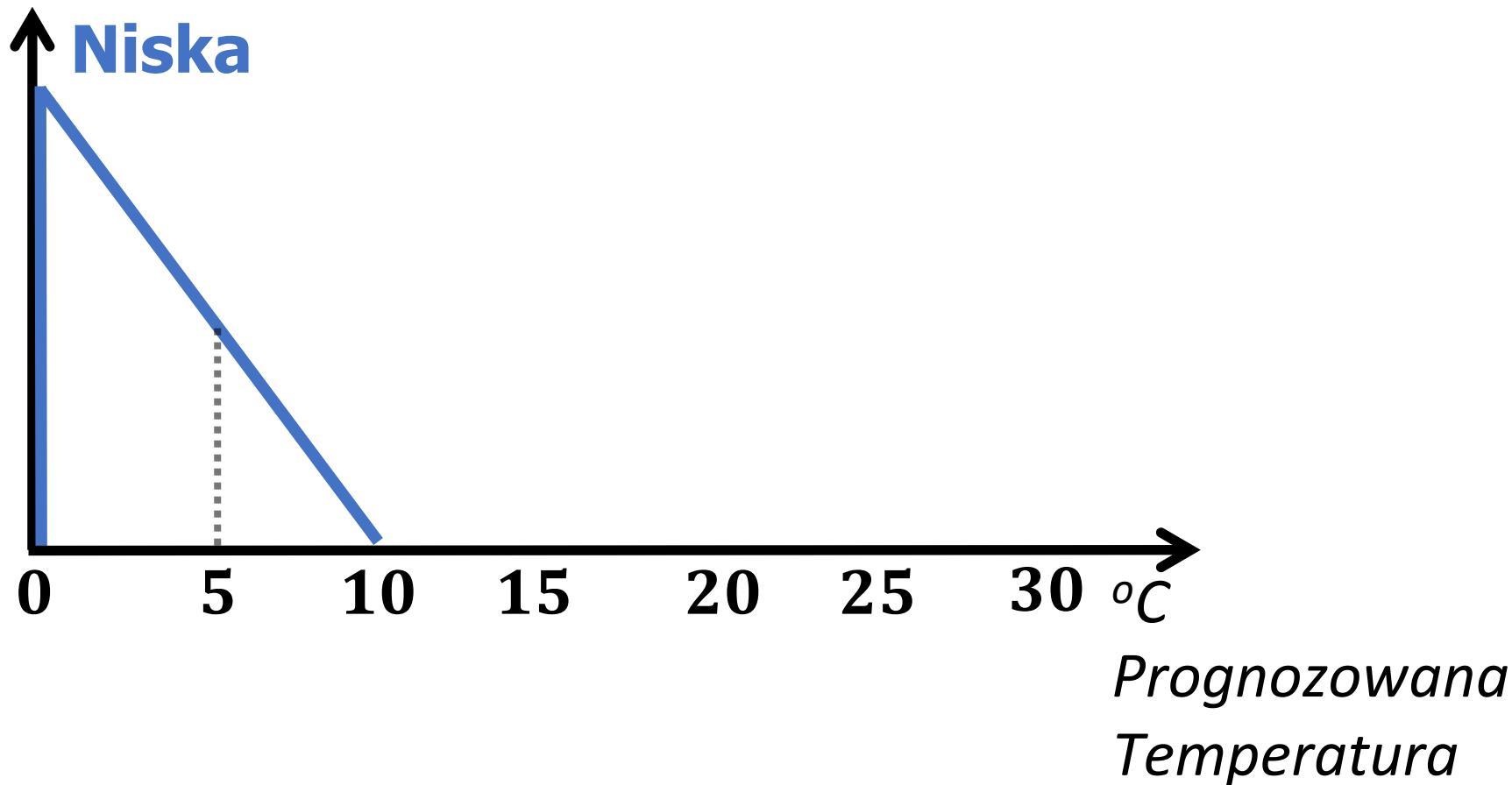
Nośnik zbioru rozmytego Prognozowana_Temperatura – [0-30] °C



KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące Prognozowaną Temperaturę:
Niska, Średnia, Optymalna, Gorąca.

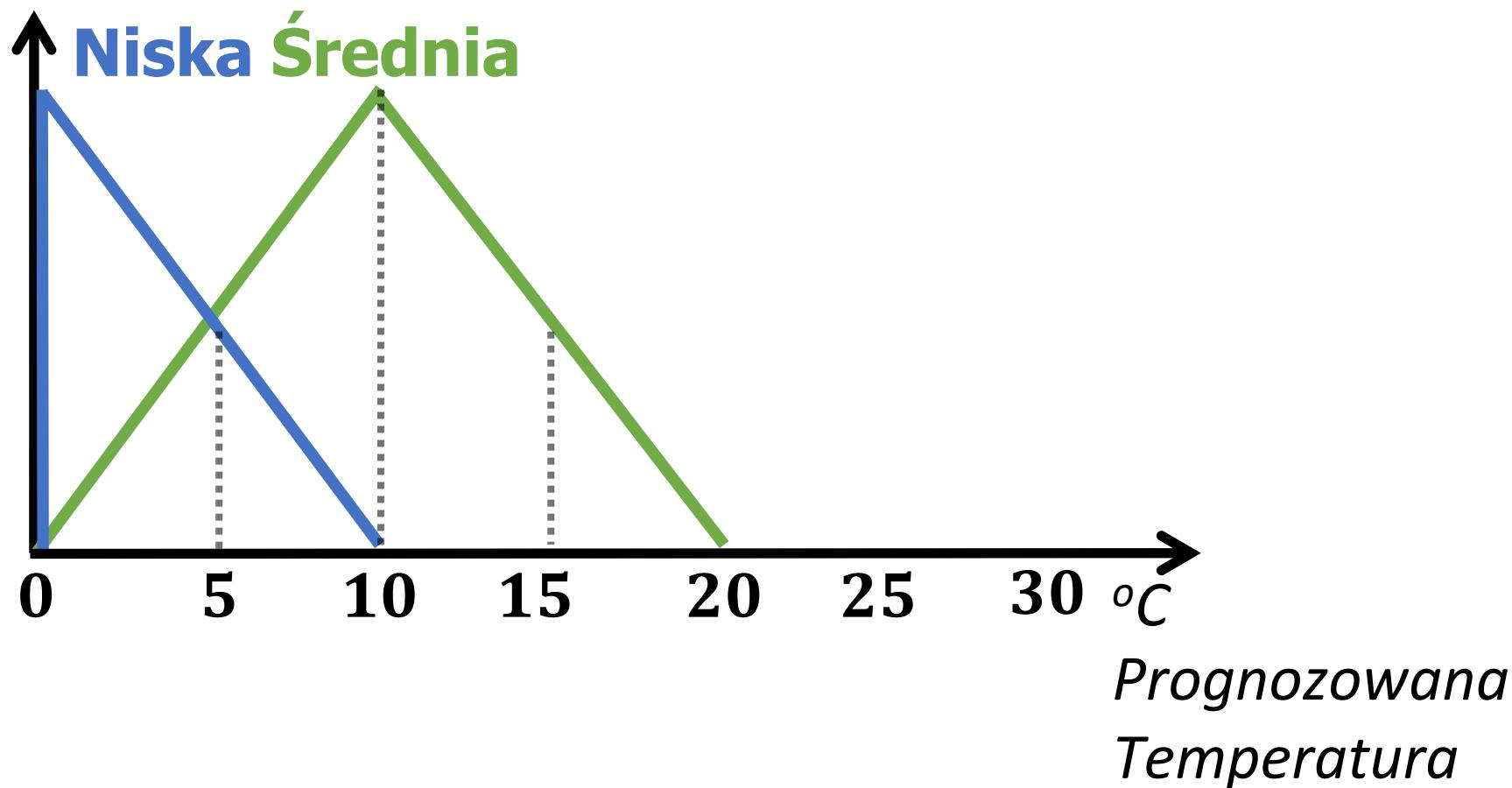
Nośnik zbioru rozmytego Prognozowana_Temperatura – [0-30] °C



KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące Prognozowaną Temperaturę:
Niska, Średnia, Optymalna, Gorąca.

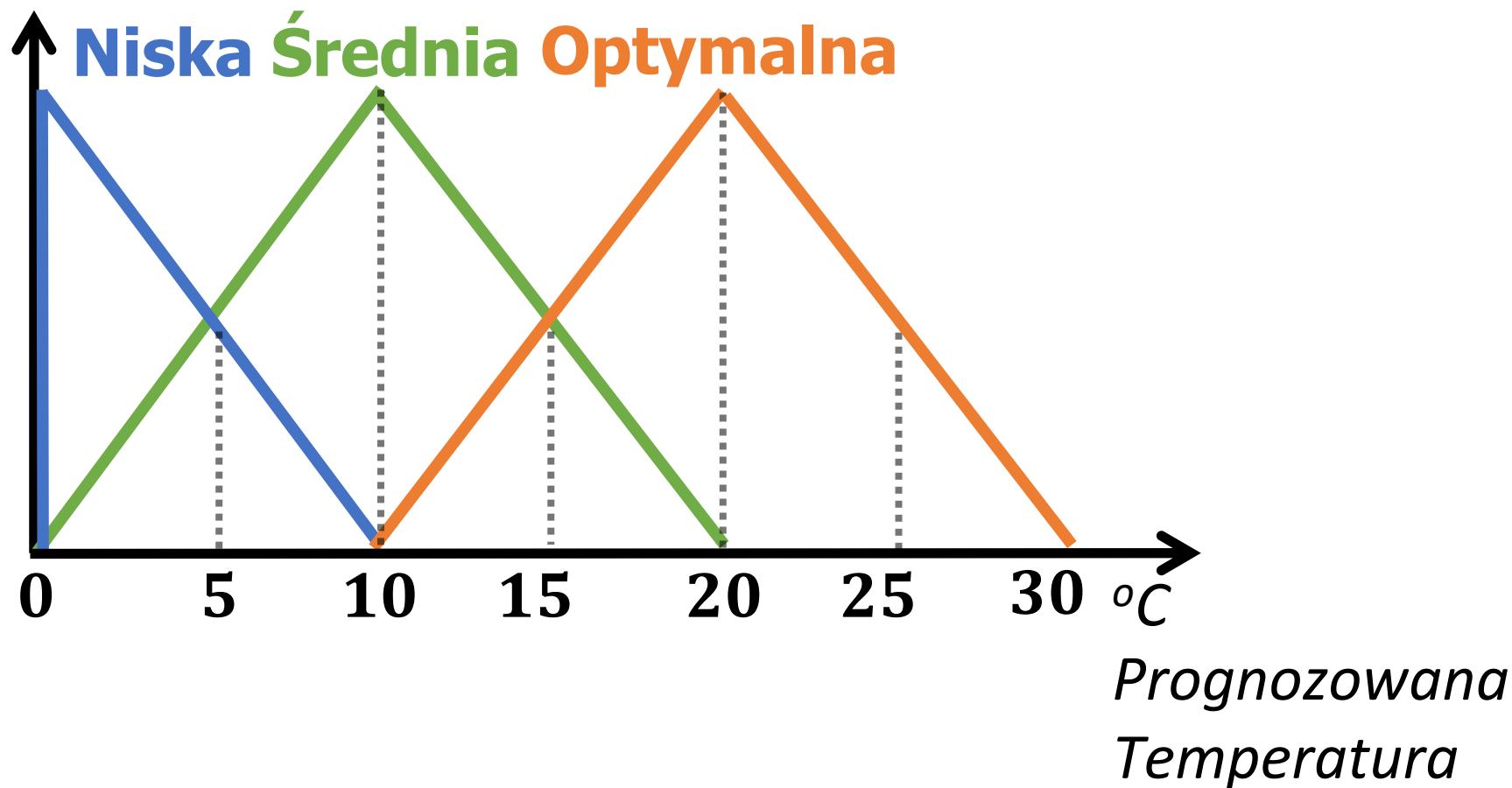
Nośnik zbioru rozmytego Prognozowana_Temperatura – [0-30] °C



KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące Prognozowaną Temperaturę:
Niska, Średnia, Optymalna, Gorąca.

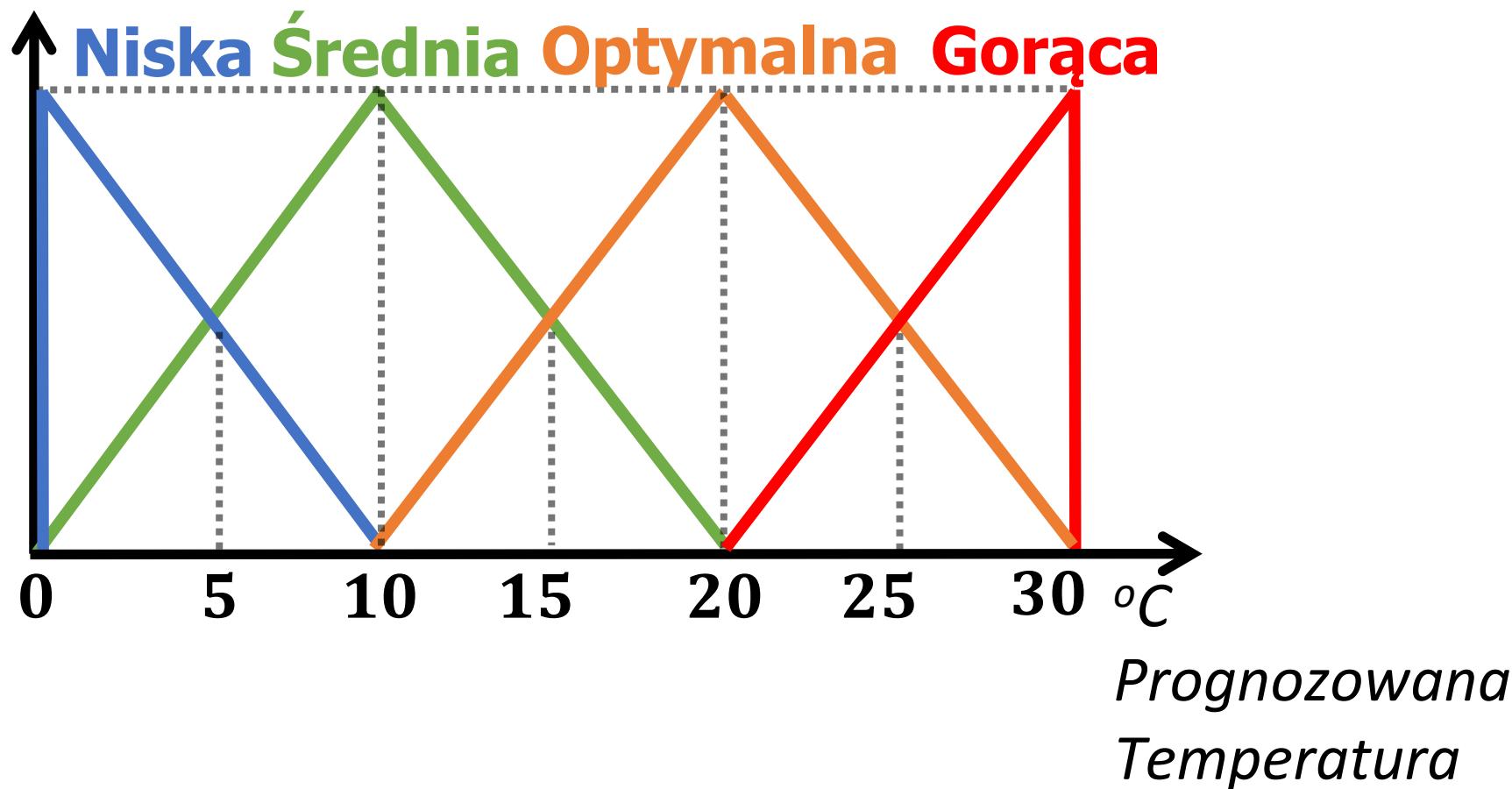
Nośnik zbioru rozmytego Prognozowana_Temperatura – [0-30] °C



KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące Prognozowaną Temperaturę:
Niska, Średnia, Optymalna, Gorąca.

Nośnik zbioru rozmytego Prognozowana_Temperatura – [0-30] °C

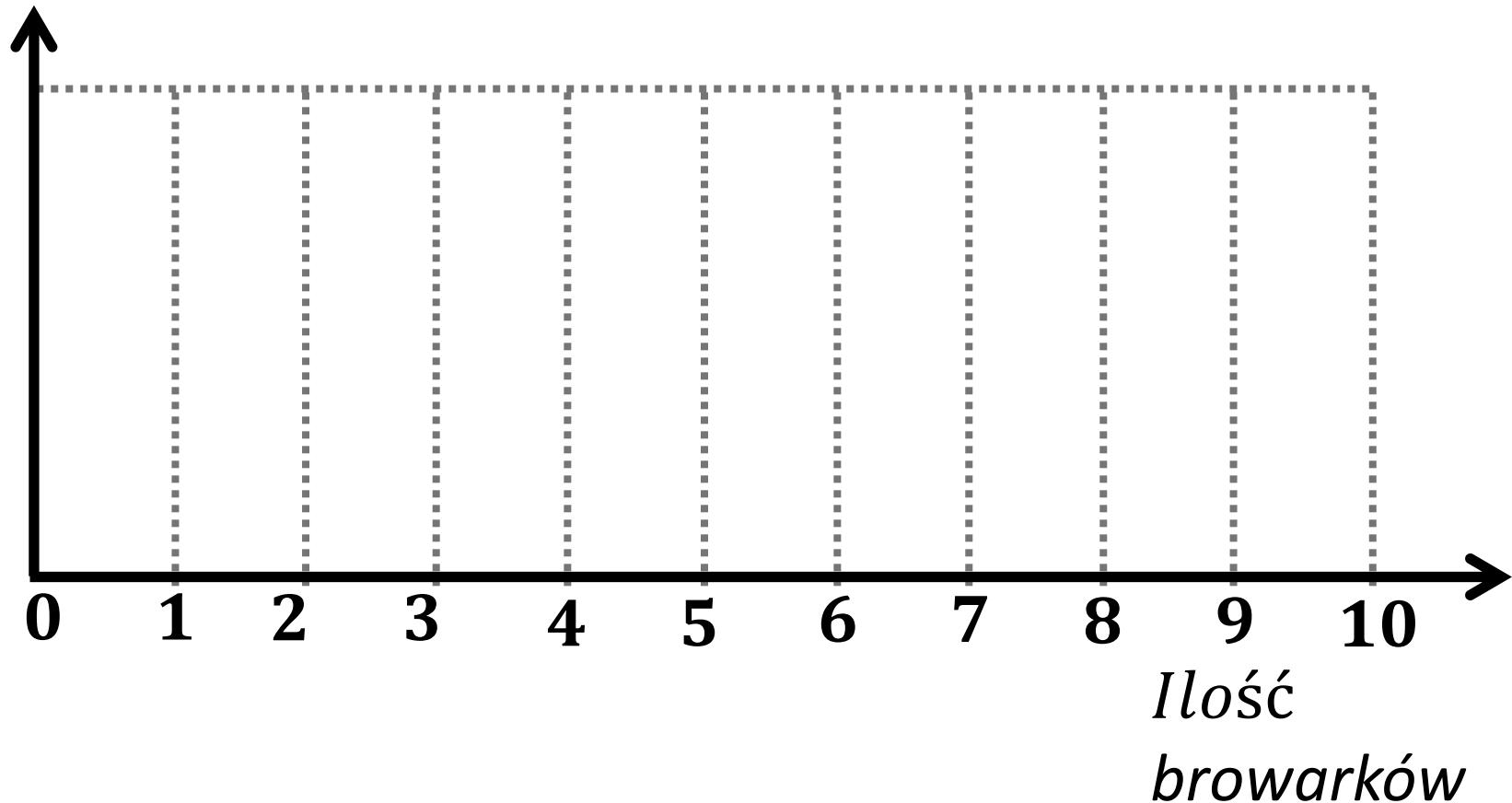


KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **ilość_browarków**:

Bardzo_Mało, Mało, Średnio, Duże, Bardzo_Duże.

Nośnik zbioru rozmytego **ilość_browarków**: [0-10]

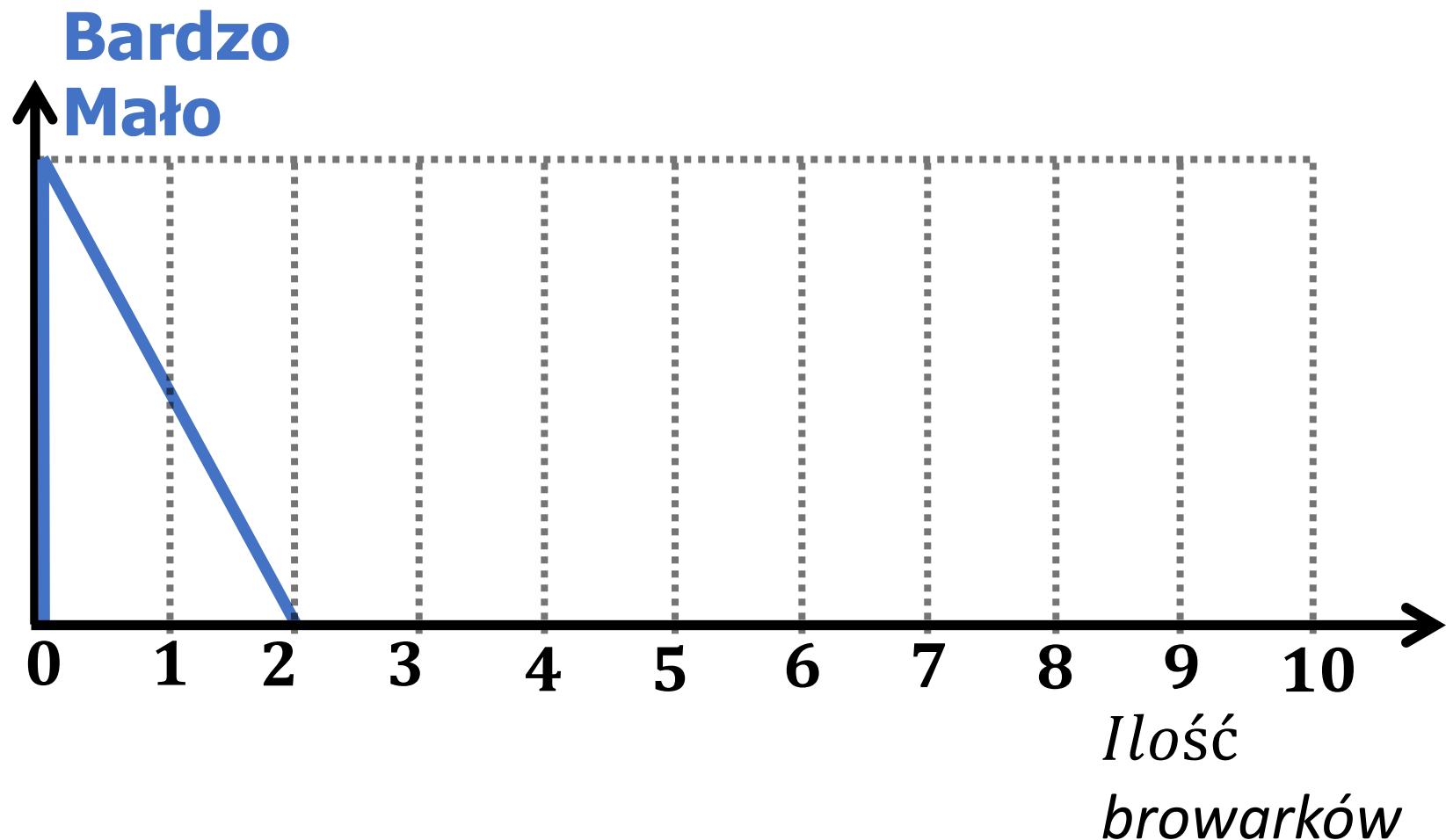


KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **ilość_browarków**:

Bardzo_Mało, Mało, Średnio, Duże, Bardzo_Duże.

Nośnik zbioru rozmytego **ilość_browarków**: [0-10]

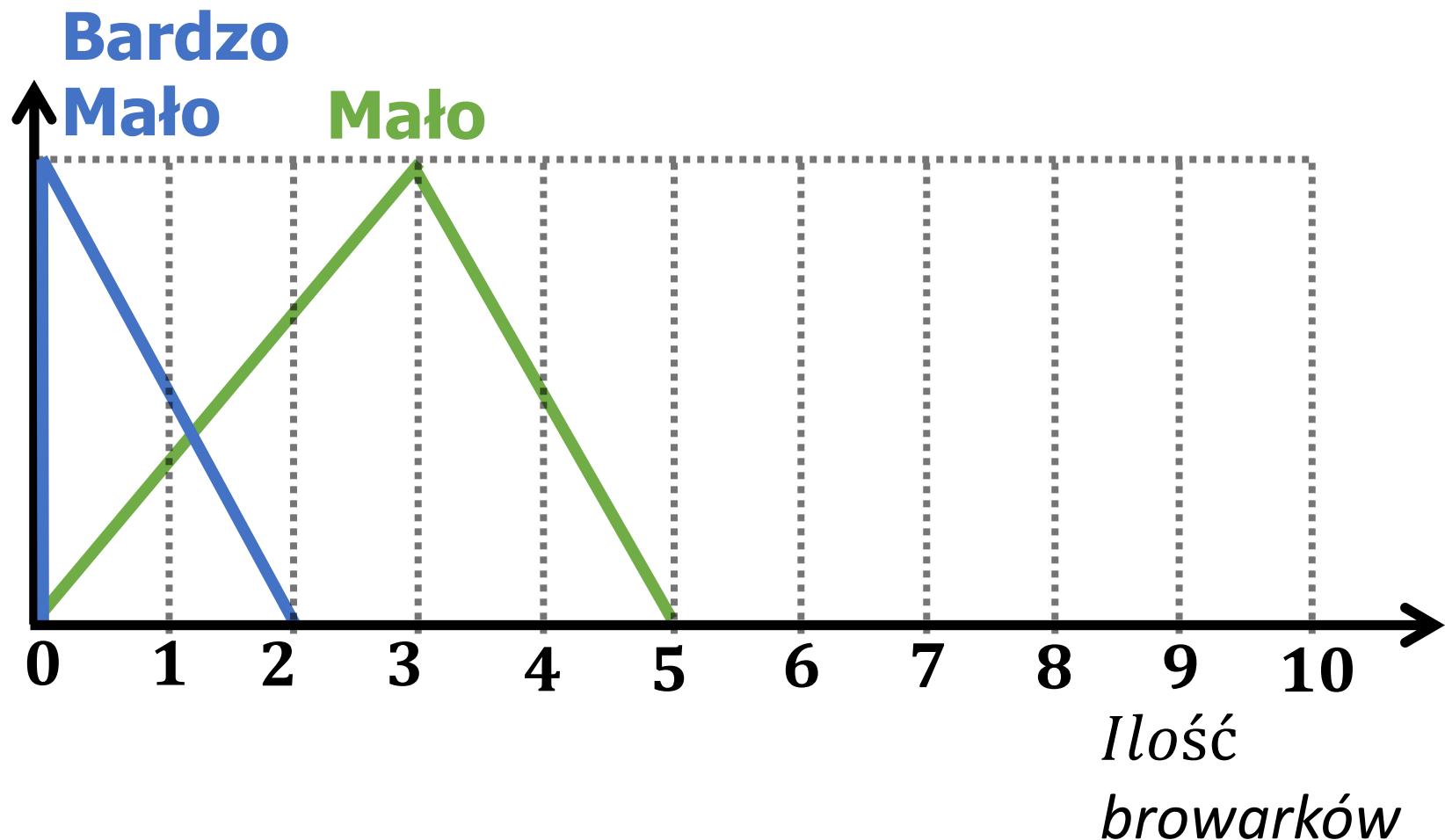


KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **ilość_browarków**:

Bardzo_Mało, Mało, Średnio, Duże, Bardzo_Duże.

Nośnik zbioru rozmytego **ilość_browarków**: [0-10]

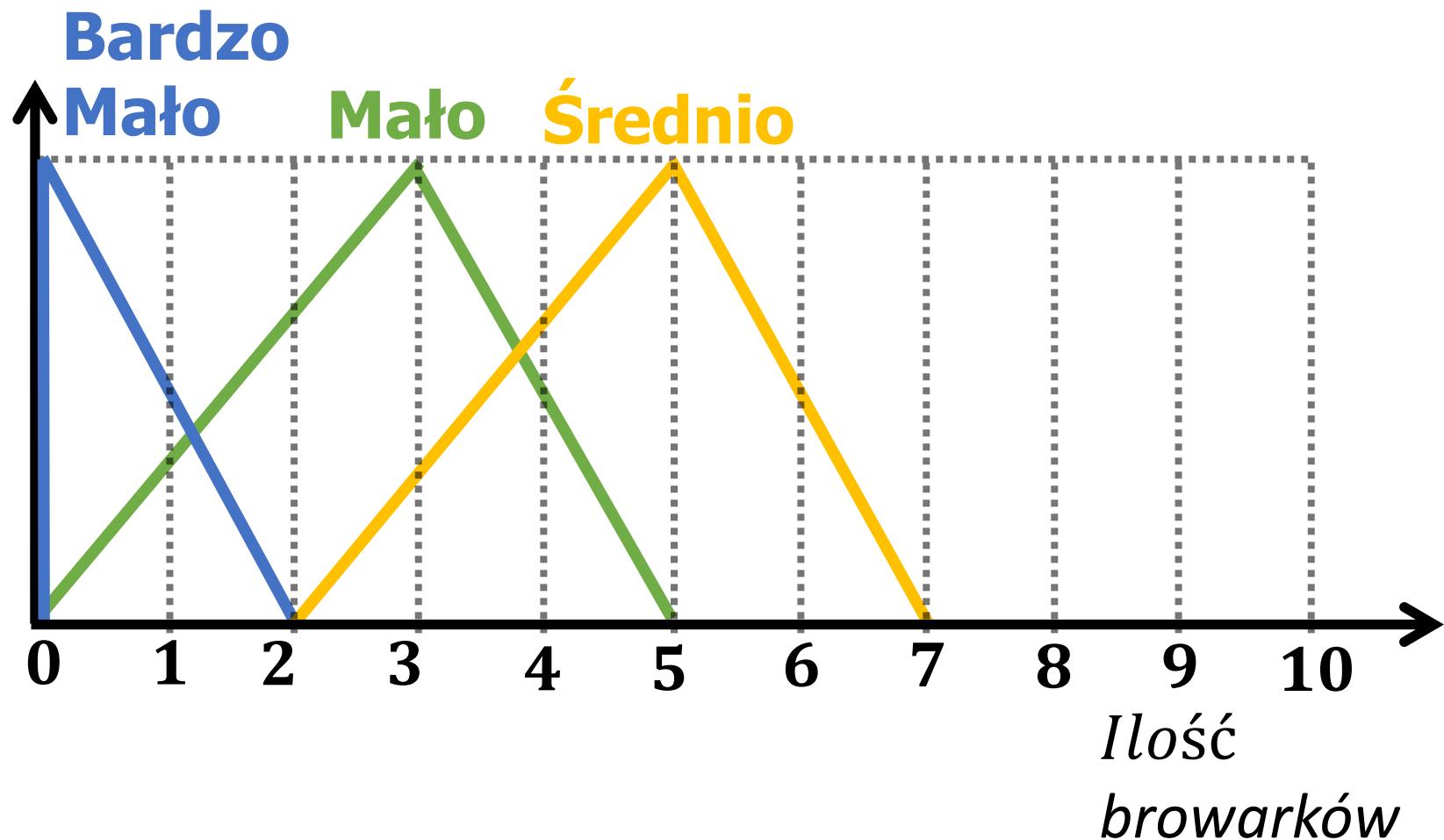


KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **ilość_browarków**:

Bardzo_Mało, Mało, Średnio, Duże, Bardzo_Duże.

Nośnik zbioru rozmytego **ilość_browarków**: [0-10]



KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **ilość_browarków**:

Bardzo_Mało, Mało, Średnio, Duże, Bardzo_Duże.

Nośnik zbioru rozmytego **ilość_browarków**: [0-10]



KROK 4: wyznaczenie funkcji przynależności dla zdefiniowanych zmiennych lingwistycznych ...

Zmienne lingwistyczne opisujące **ilość_browarków**:

Bardzo_Mało, Mało, Średnio, Dużo, Bardzo_Duże.

Nośnik zbioru rozmytego **ilość_browarków**: [0-10]



KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

Okręślamy reguły wiążące ze sobą zmienne wejściowe w związki typu:
JESLI twierdzenie rozmyte pierwsze **WTEDY** twierdzenie rozmyte drugie,
przy czym twierdzenia rozmyte pierwsze zawierają najczęściej koniunkcje
wszystkich kombinacji pojęć lingwistycznych dla danych zmiennych
wejściowych.

przykładowo

JEŻELI **Bużet** jest *Duży* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Gorąca*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Bardzo Duża*

JEŻELI **Bużet** jest *Mały* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Niska*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Bardzo Mała*

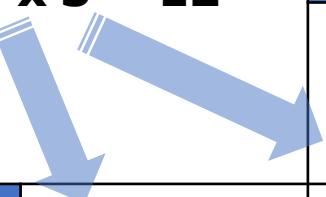
.....

KROK 5 c.d...

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

Pełna baza reguł – wszystkie kombinacje zmiennych lingwistycznych wejściowych !

W naszym
przykładzie :
 $4 \times 3 = 12$



		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA				M	Mało
	ŚREDNIA				Ś	Średnio
	OPTY-MALNA				D	Dużo
	GORĄCA				BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM			M	Mało
	ŚREDNIA				S	Średnio
	OPTY-MALNA				D	Dużo
	GORĄCA				BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM			M	Mało
	ŚREDNIA	BM			Ś	Średnio
	OPTY-MALNA				D	Dużo
	GORĄCA				BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM			M	Mało
	ŚREDNIA	BM			S	Średnio
	OPTY-MALNA	M			D	Dużo
	GORĄCA				BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM			M	Mało
	ŚREDNIA	BM			Ś	Średnio
	OPTY-MALNA	M			D	Dużo
	GORĄCA	Ś			BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM	M		M	Mało
	ŚREDNIA	BM			S	Średnio
	OPTY-MALNA	M			D	Dużo
	GORĄCA	S			BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM	M		M	Mało
	ŚREDNIA	BM	M		S	Średnio
	OPTY-MALNA	M			D	Dużo
	GORĄCA	S			BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM	M		M	Mało
	ŚREDNIA	BM	M		S	Średnio
	OPTY-MALNA	M	S		D	Dużo
	GORĄCA	S			BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM	M		M	Mało
	ŚREDNIA	BM	M		S	Średnio
	OPTY-MALNA	M	S		D	Dużo
	GORĄCA	S	D		BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM	M	S	M	Mało
	ŚREDNIA	BM	M		S	Średnio
	OPTY-MALNA	M	S		D	Dużo
	GORĄCA	S	D		BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM	M	S	M	Mało
	ŚREDNIA	BM	M	D	S	Średnio
	OPTY-MALNA	M	S		D	Dużo
	GORĄCA	S	D		BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM	M	S	M	Mało
	ŚREDNIA	BM	M	D	S	Średnio
	OPTY-MALNA	M	S	BD	D	Dużo
	GORĄCA	S	D		BD	Bardzo Dużo

KROK 5: wyznaczenie bazy reguł ...

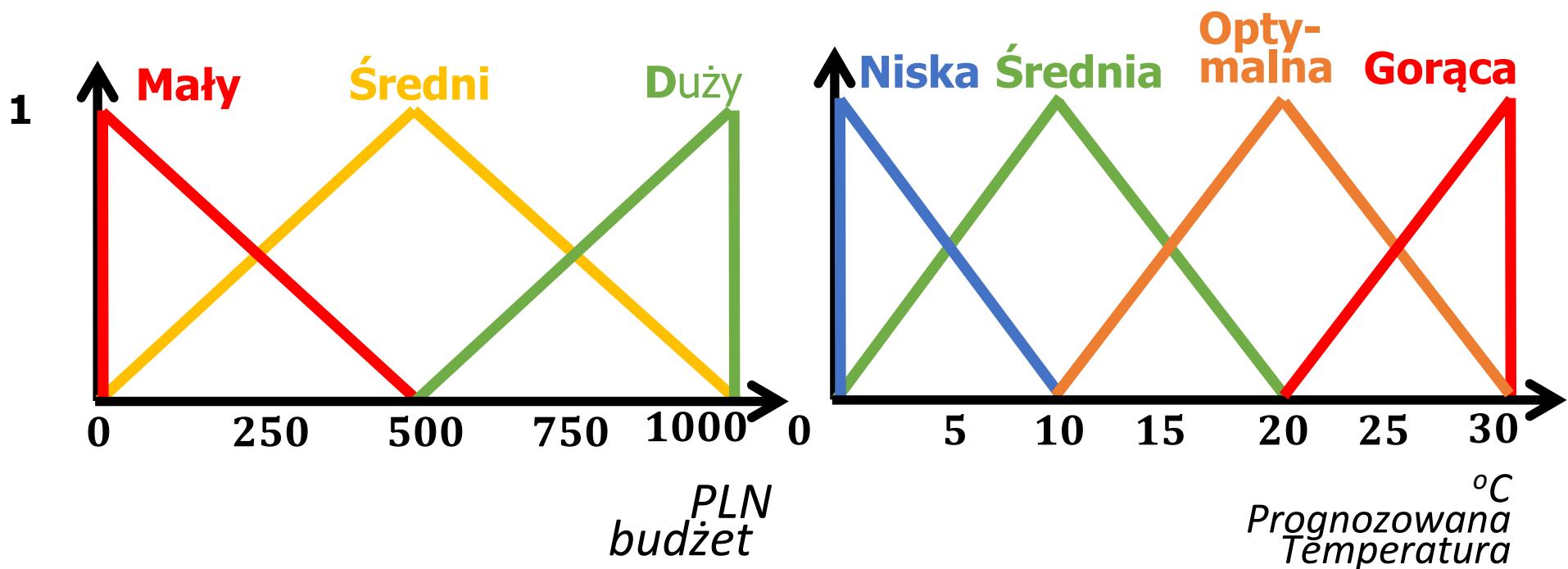
		BUDŻET			Ilość Browarków	
		MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	BM	Bardzo Mało
PROGNOZOWANA TEMPERATURA	NISKA	BM	M	S	M	Mało
	ŚREDNIA	BM	M	D	S	Średnio
	OPTY-MALNA	M	S	BD	D	Dużo
	GORĄCA	S	D	BD	BD	Bardzo Dużo

Opis procesu wnioskowania

dla rozważanego przez nas systemu rozmytego

Załóżmy, że wartości zmiennych wejściowych to:

- ✓ budżet= 600 PLN,
- ✓ Prognozowana_Temperatura= 17°C

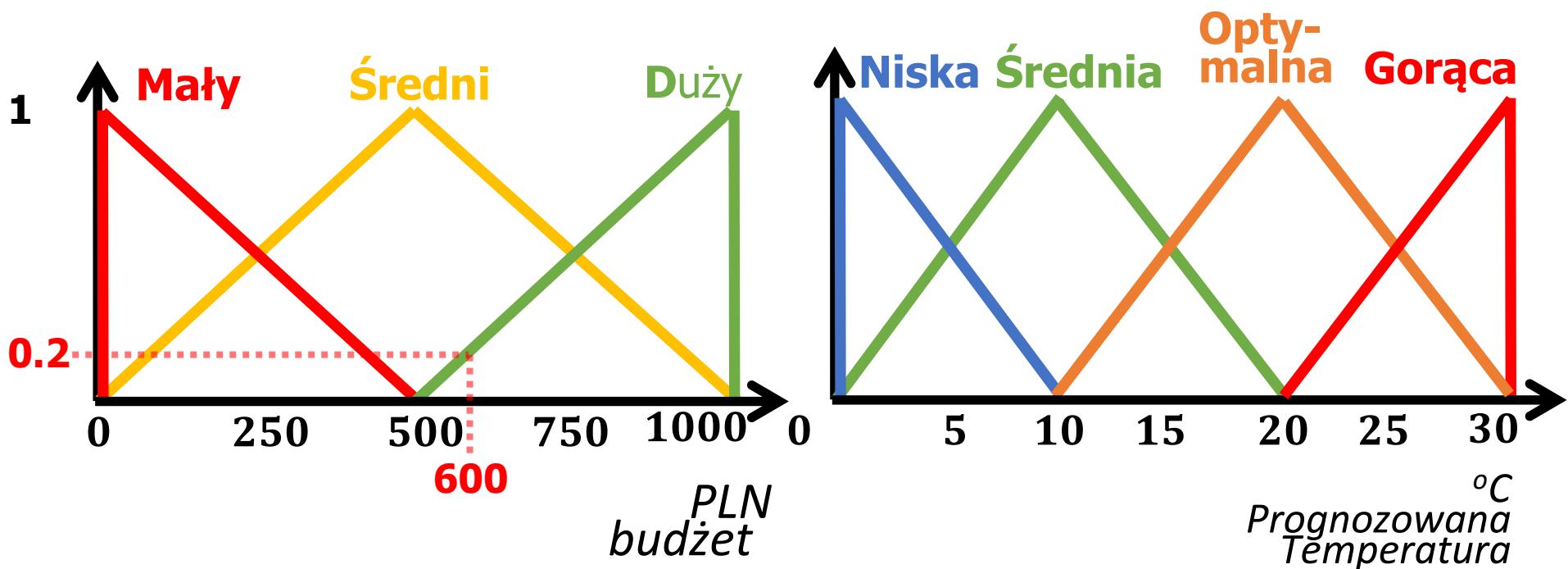


Opis procesu wnioskowania

dla rozważanego przez nas systemu rozmytego

Załóżmy, że wartości zmiennych wejściowych to:

- ✓ budżet= **600 PLN**,
- ✓ Prognozowana_Temperatura= **17°C**

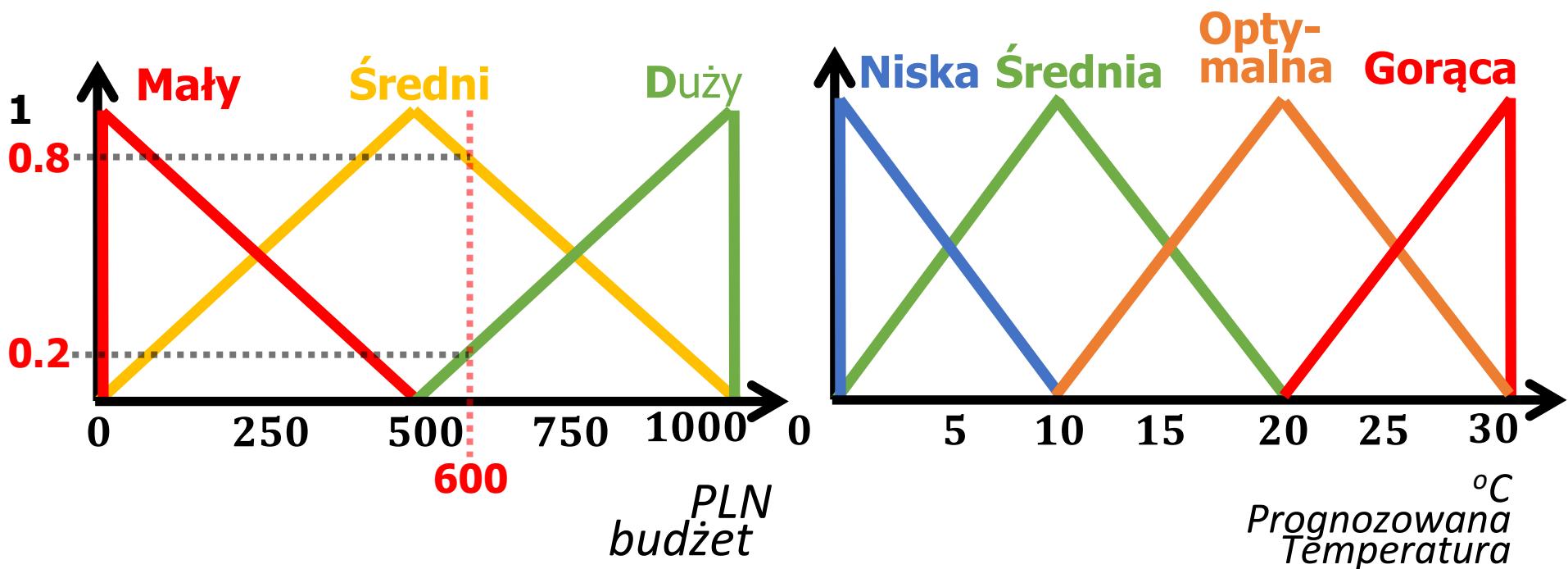


Opis procesu wnioskowania

dla rozważanego przez nas systemu rozmytego

Załóżmy, że wartości zmiennych wejściowych to:

- ✓ budżet= **600 PLN**,
- ✓ Prognozowana_Temperatura= **17°C**

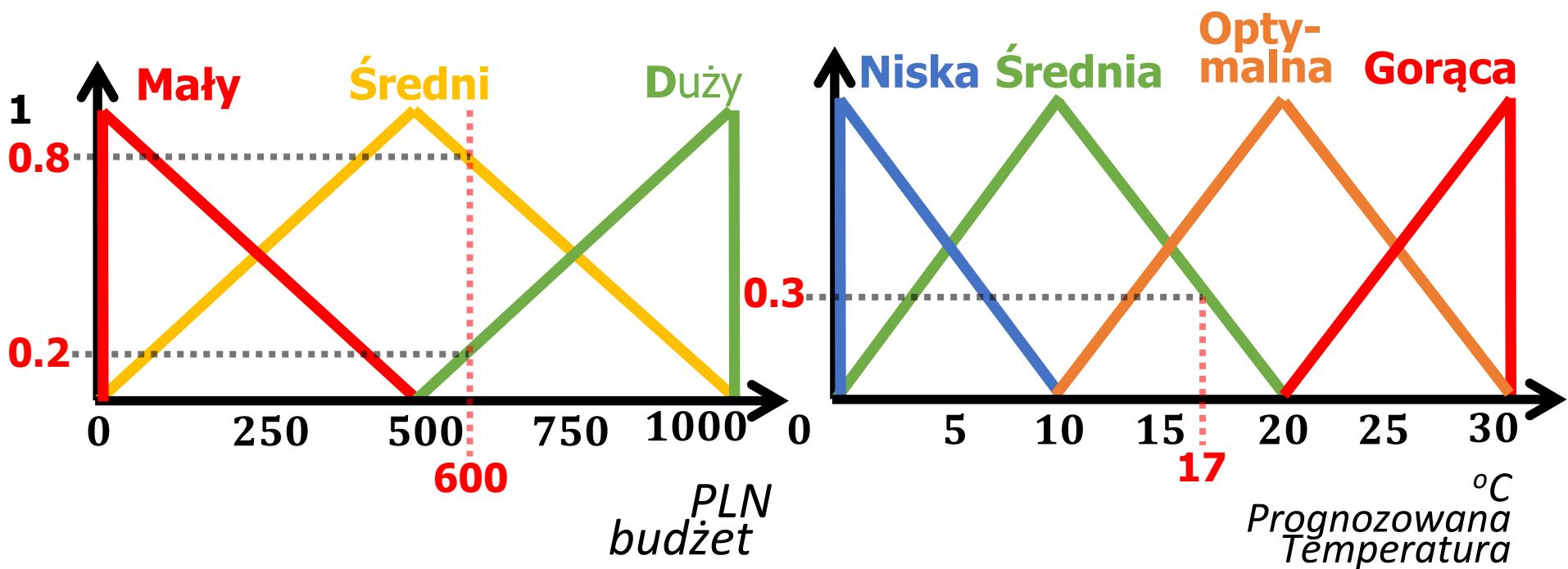


Opis procesu wnioskowania

dla rozważanego przez nas systemu rozmytego

Załóżmy, że wartości zmiennych wejściowych to:

- ✓ budżet= **600 PLN**,
- ✓ Prognozowana_Temperatura= **17°C**

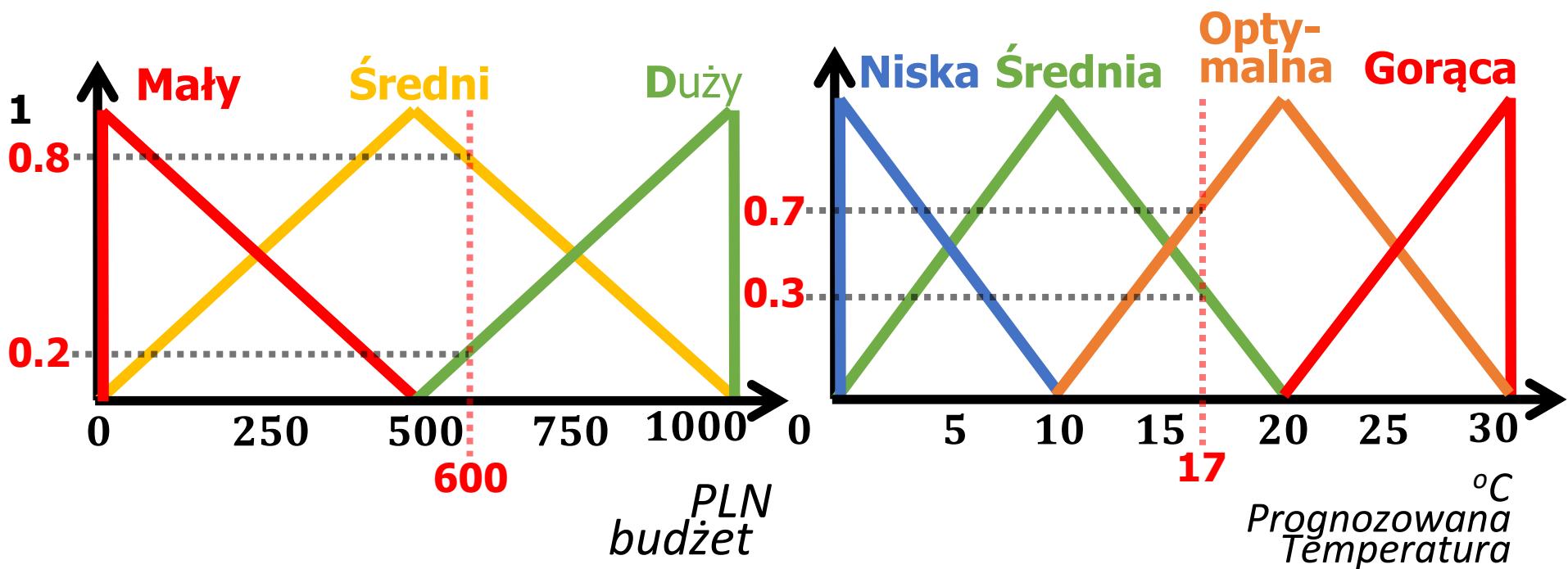


Opis procesu wnioskowania

dla rozważanego przez nas systemu rozmytego

Załóżmy, że wartości zmiennych wejściowych to:

- ✓ budżet= **600 PLN**,
- ✓ Prognozowana_Temperatura= **17°C**



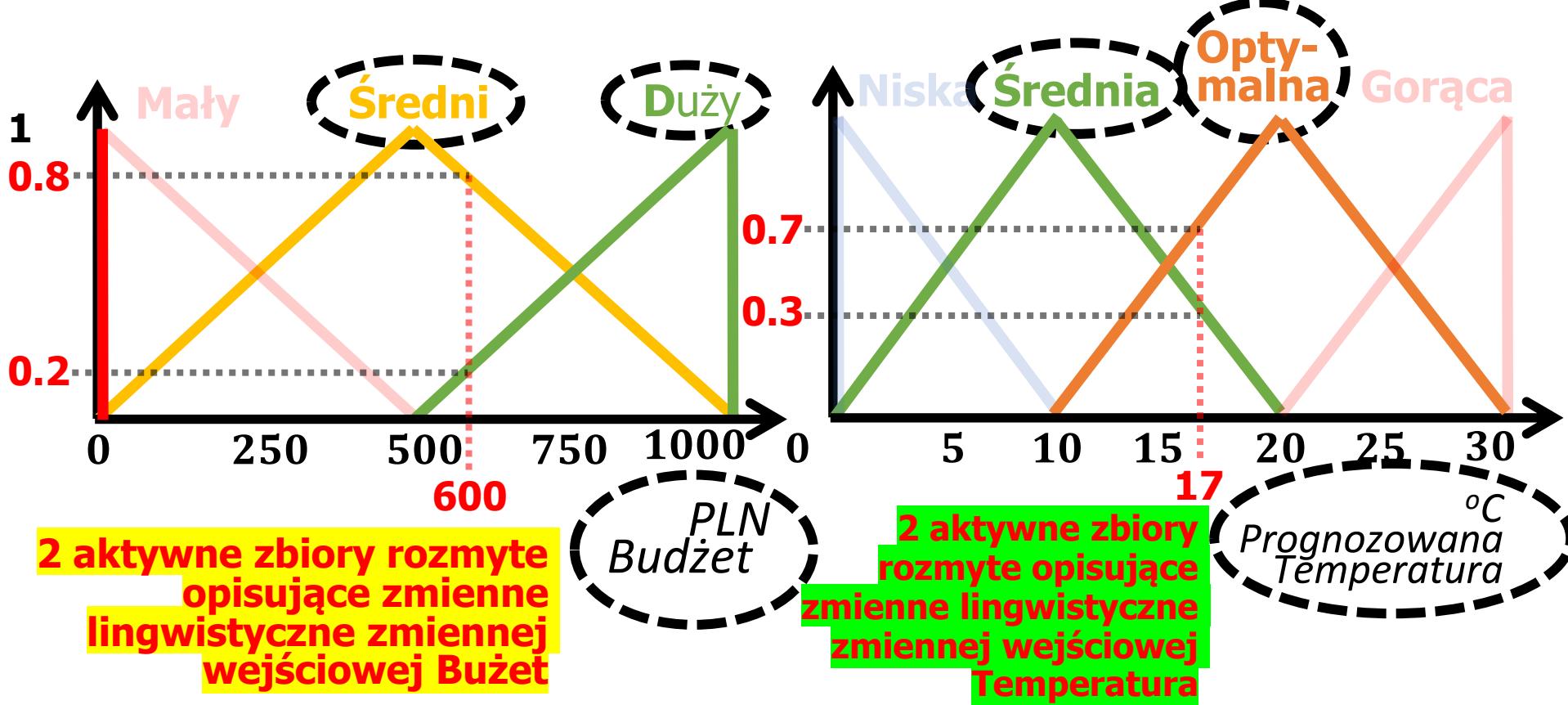
Opis procesu wnioskowania

dla rozważanego przez nas systemu rozmytego

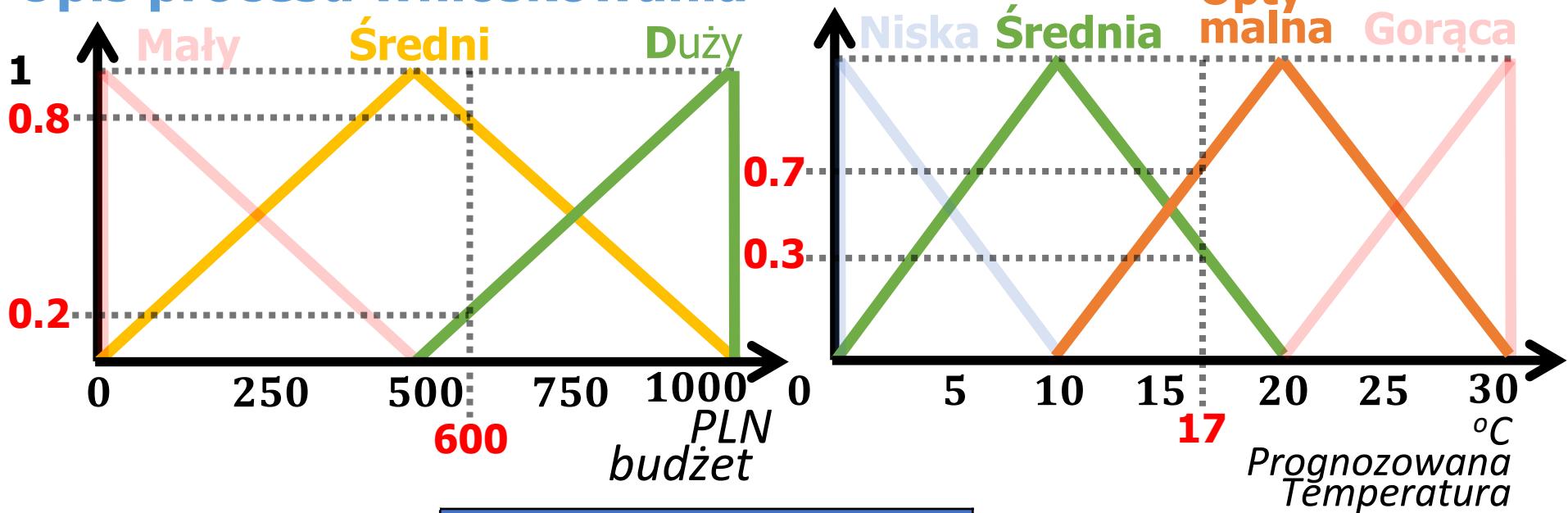
Założymy, że wartości zmiennych wejściowych to:

- ✓ Budżet= 600 PLN,
- ✓ Prognozowana_Temperatura= 17°C

Razem 4 zbiory rozmyte opisujące zmienne lingwistyczne wejściowe ze stopniem przynależności >0



Opis procesu wnioskowania



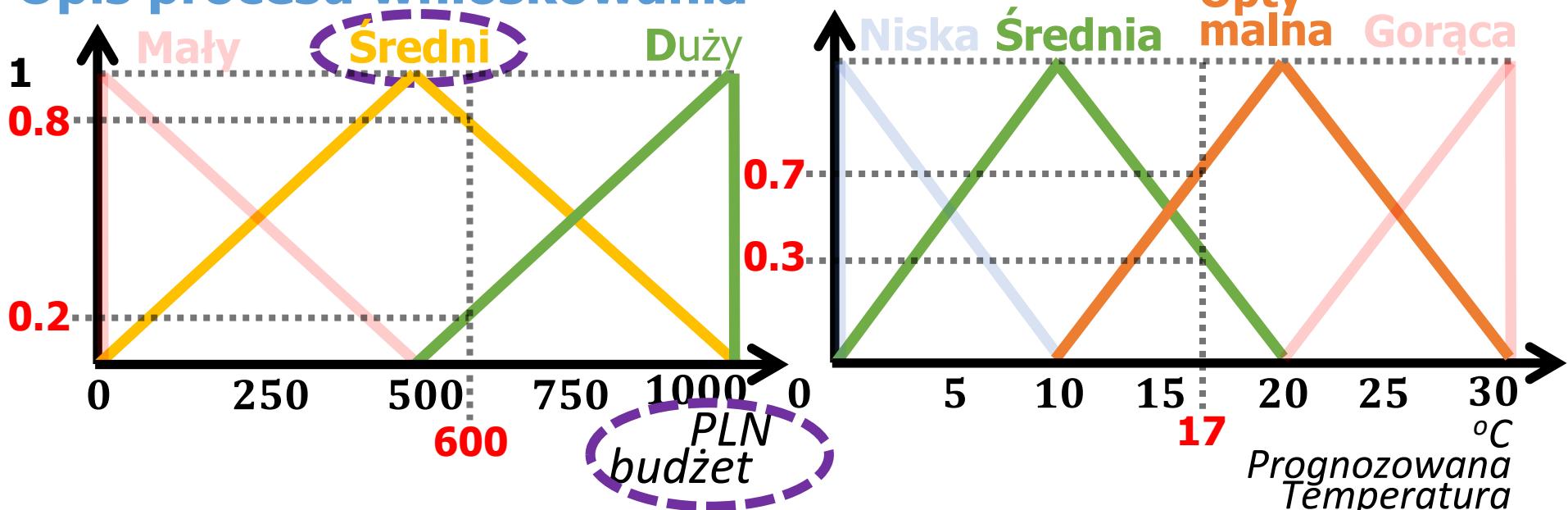
BUDŻET

PROGNOZOWANA TEMPERATURA	BUDŻET		
	MAŁY	ŚREDNI	DUŻY
	BM	M	Ś
	BM	M	D
	M	Ś	BD
	Ś	D	BD

Ilość Browarków

BM	Bardzo Mało
M	Mało
Ś	Średnio
D	Dużo
BD	Bardzo Dużo

Opis procesu wnioskowania



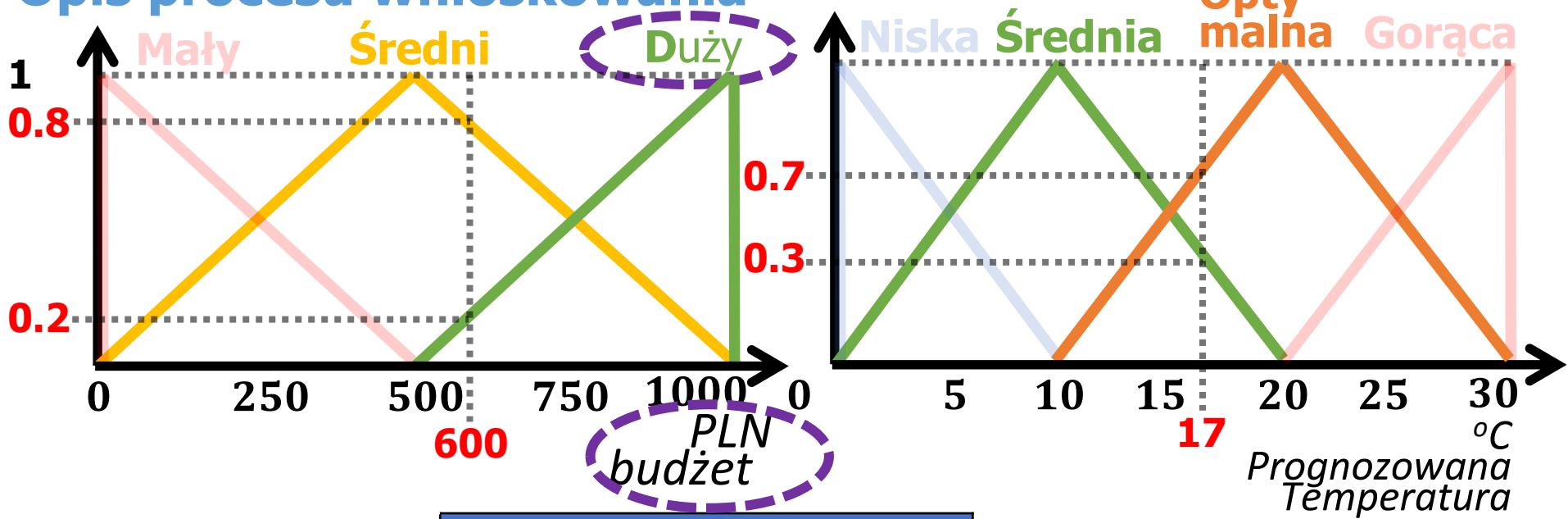
BUDŻET

PROGNOZOWANA TEMPERATURA	BUDŻET		
	MAŁY	ŚREDNI	DUŻY
NISKA	BM	M	Ś
ŚREDNIA	BM	M	D
OPTY-MALNA	M	Ś	BD
GORĄCA	Ś	D	BD

Ilość Browarków

BM	Bardzo Mało
M	Mało
Ś	Średnio
D	Dużo
BD	Bardzo Dużo

Opis procesu wnioskowania



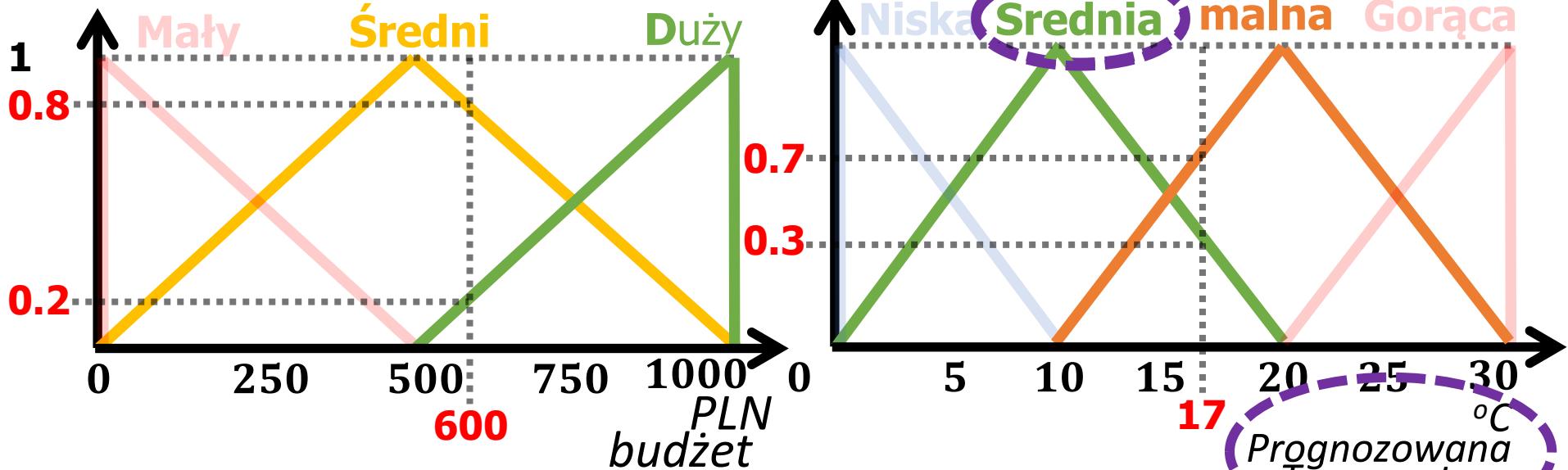
BUDŻET

PROGNOZOWANA TEMPERATURA	MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	
	NISKA	BM	M	S
	ŚREDNIA	BM	M	D
	OPTY-MALNA	M	S	BD
	GORĄCA	S	D	BD

Ilość Browarków

BM	Bardzo Mało
M	Mało
S	Średnio
D	Duże
BD	Bardzo Duże

Opis procesu wnioskowania

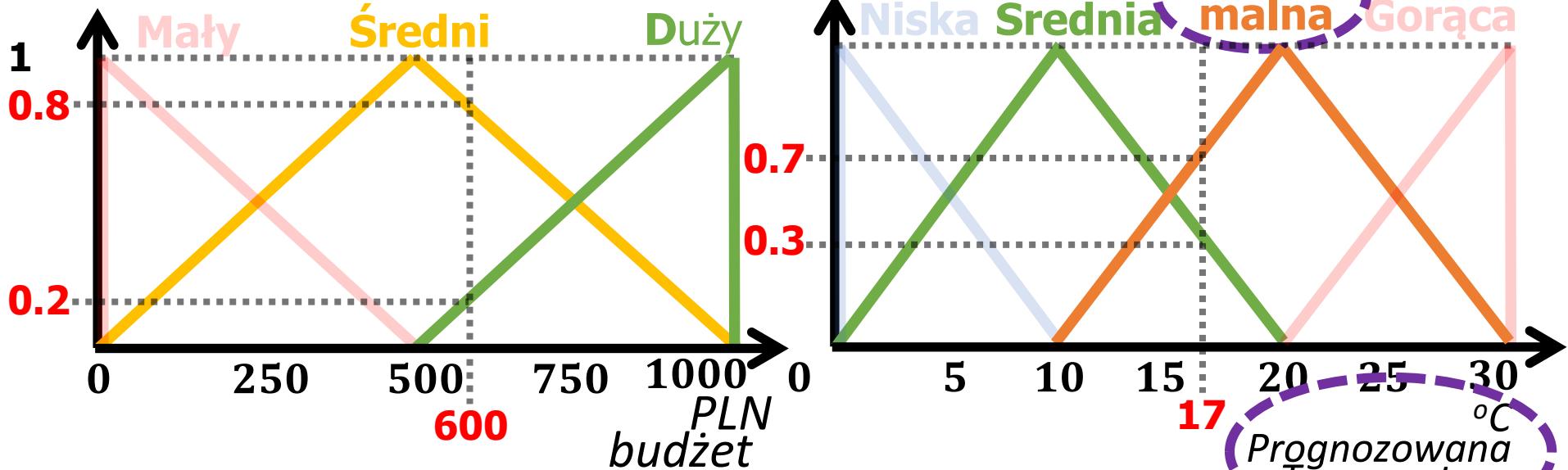


BUDŻET

PROGNOZOWANA TEMPERATURA	MAŁY	ŚREDNI	DUŻY	
	NISKA	BM	M	Ś
	ŚREDNIA	BM	M	D
	OPTY-MALNA	M	Ś	BD
	GORĄCA	Ś	D	BD

Ilość Browarków

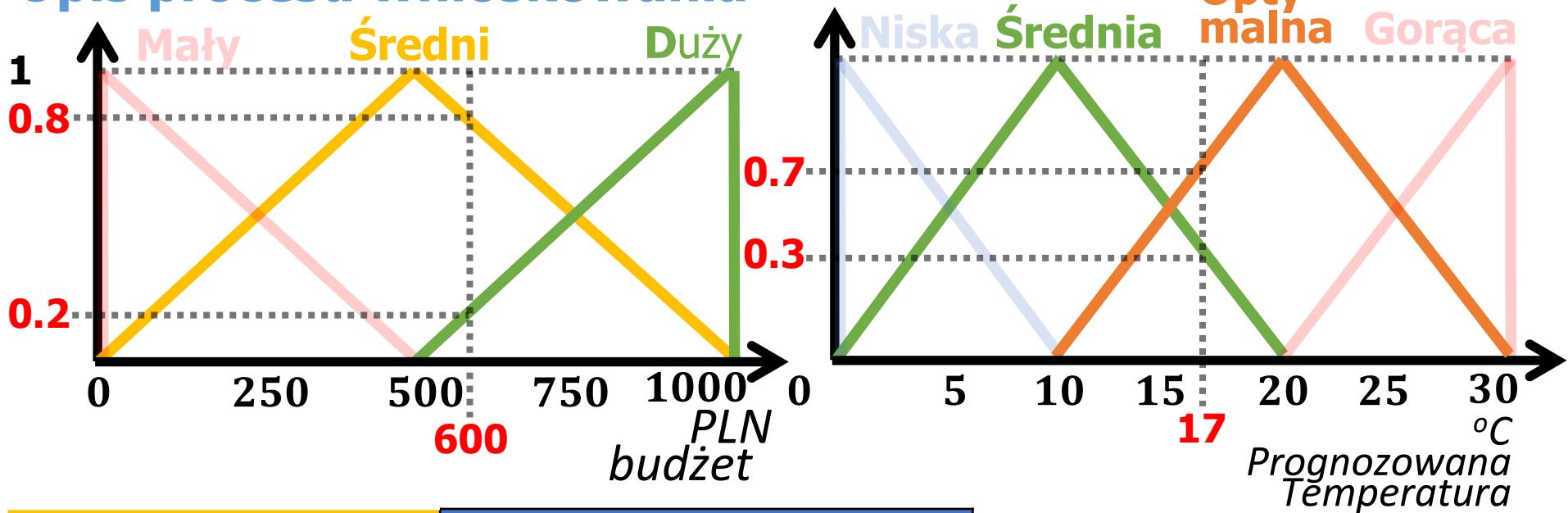
Opis procesu wnioskowania



BUDŻET			
	MAŁY	ŚREDNI	DUŻY
NISKA	BM	M	S
ŚREDNIA	BM	M	D
OPTY-MALNA	M	S	BD
GORĄCA	S	D	BD

Ilość Browarków	
BM	Bardzo Mało
M	Mało
S	Średnio
D	Duże
BD	Bardzo Duże

Opis procesu wnioskowania



4 reguły aktywowane !

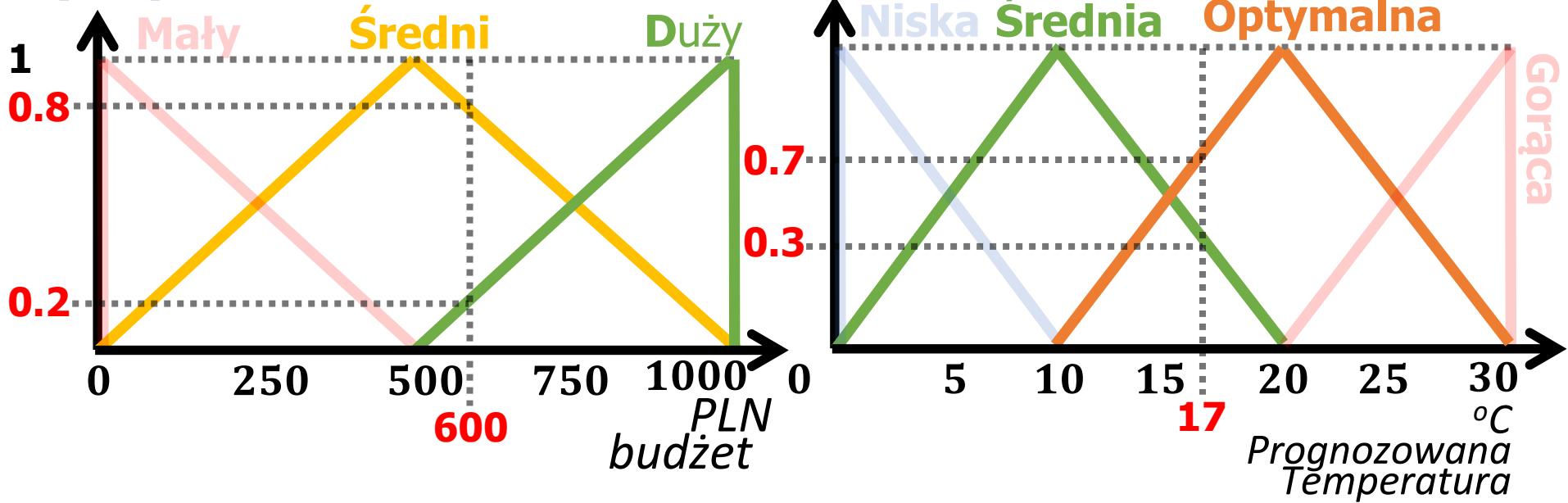
BUDŻET

PROGNOZOWANA TEMPERATURA	MAŁY	ŚREDNI	DUŻY
	NISKA	BM	M
ŚREDNIA	BM	M	D
OPTY-MALNA	M	S	BD
GORĄCA	S	D	BD

Ilość Browarków

BM	Bardzo Mało
M	Mało
S	Średnio
D	Dużo
BD	Bardzo Dużo

Opis procesu wnioskowania



JEŻELI **Bużet** jest **Średni** ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest **Średnia**
 WTEDY **Ilość_Browarków** jest **Mała** $\min\{0.8, 0.3\} = 0.3$

JEŻELI **Bużet** jest **Średni** ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest **Optymalna**
 WTEDY **Ilość_Browarków** jest **Średnia** $\min\{0.8, 0.7\} = 0.7$

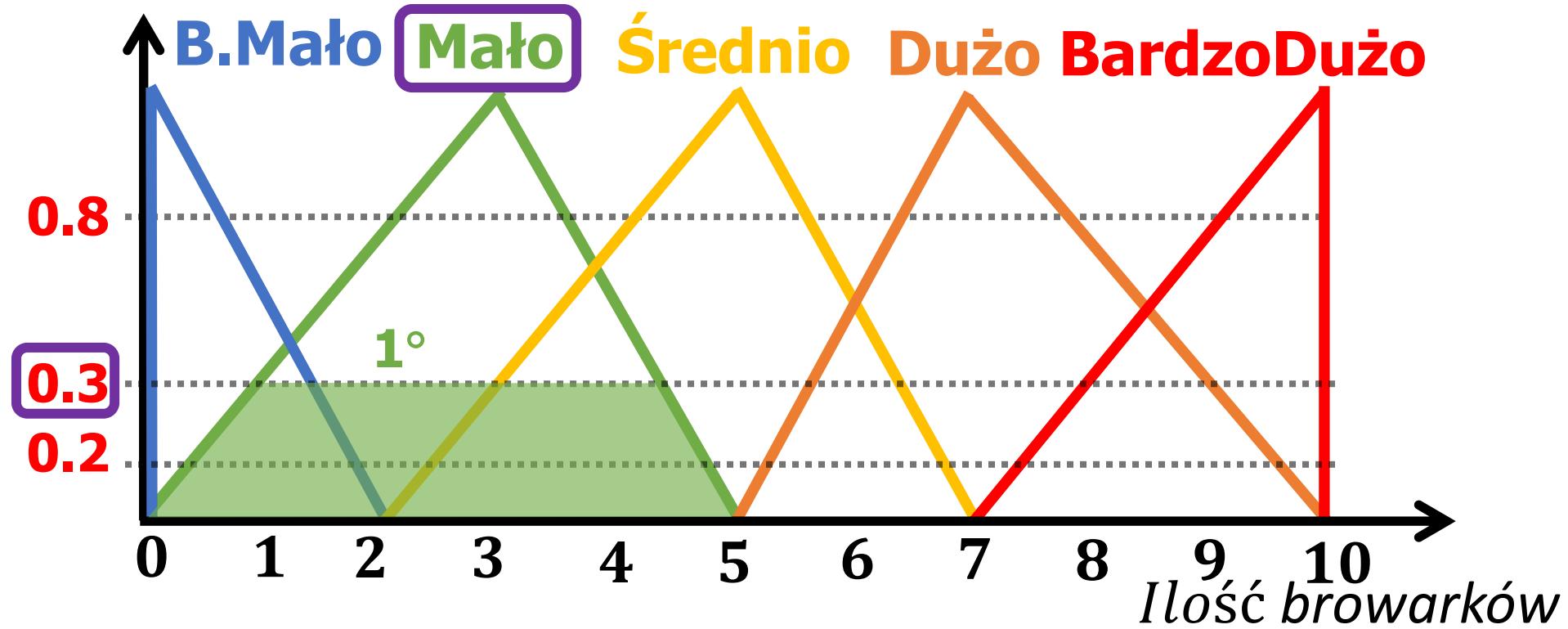
JEŻELI **Bużet** jest **Duży** ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest **Średnia**
 WTEDY **Ilość_Browarków** jest **Duża** $\min\{0.2, 0.3\} = 0.2$

JEŻELI **Bużet** jest **Duży** ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest **Optymalna**
 WTEDY **Ilość_Browarków** jest **Bardzo_Duża** $\min\{0.2, 0.7\} = 0.2$

Opis procesu wnioskowania

$$(A \cup B)(x) = \max\{A(x), B(x)\}, x \in X$$

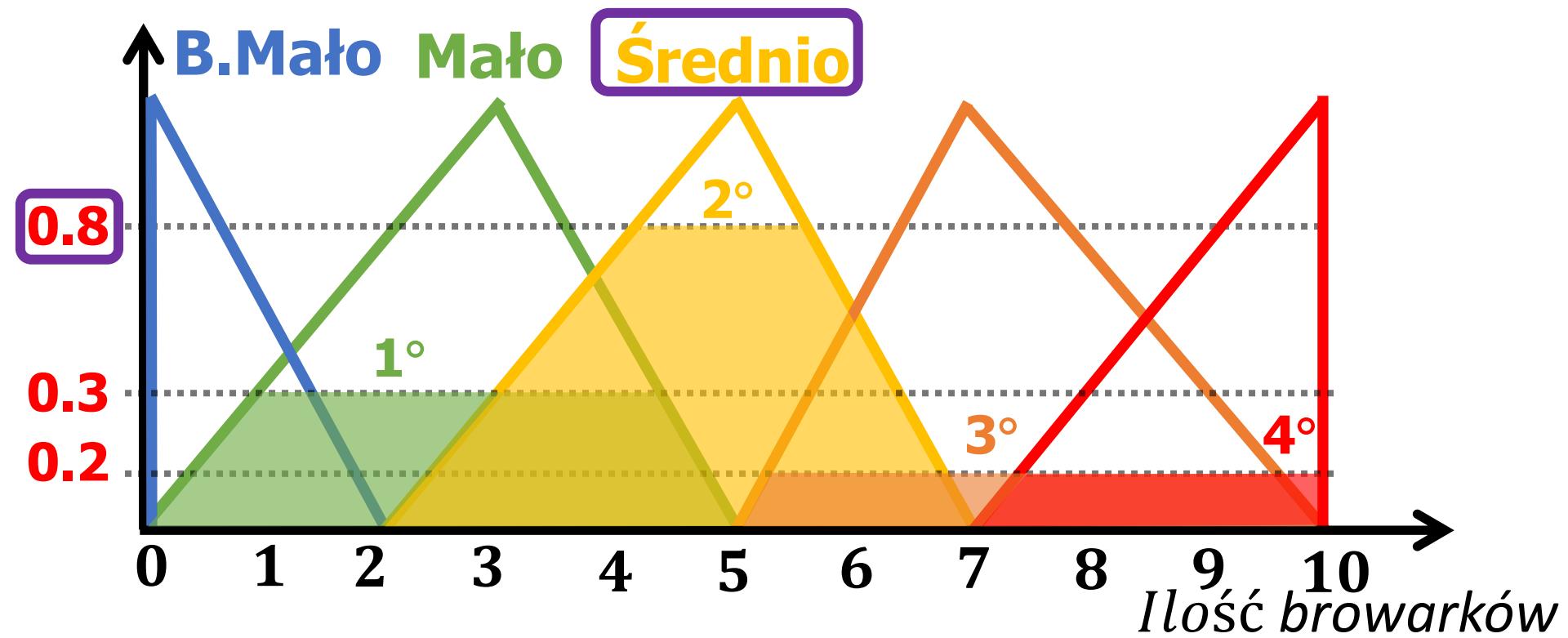
1° JEŻELI **Bużet** jest *Średni* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Średnia*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Mała* $\min\{0.8, 0.3\} = 0.3$



Opis procesu wnioskowania

$$(A \cup B)(x) = \max\{A(x), B(x)\}, x \in X$$

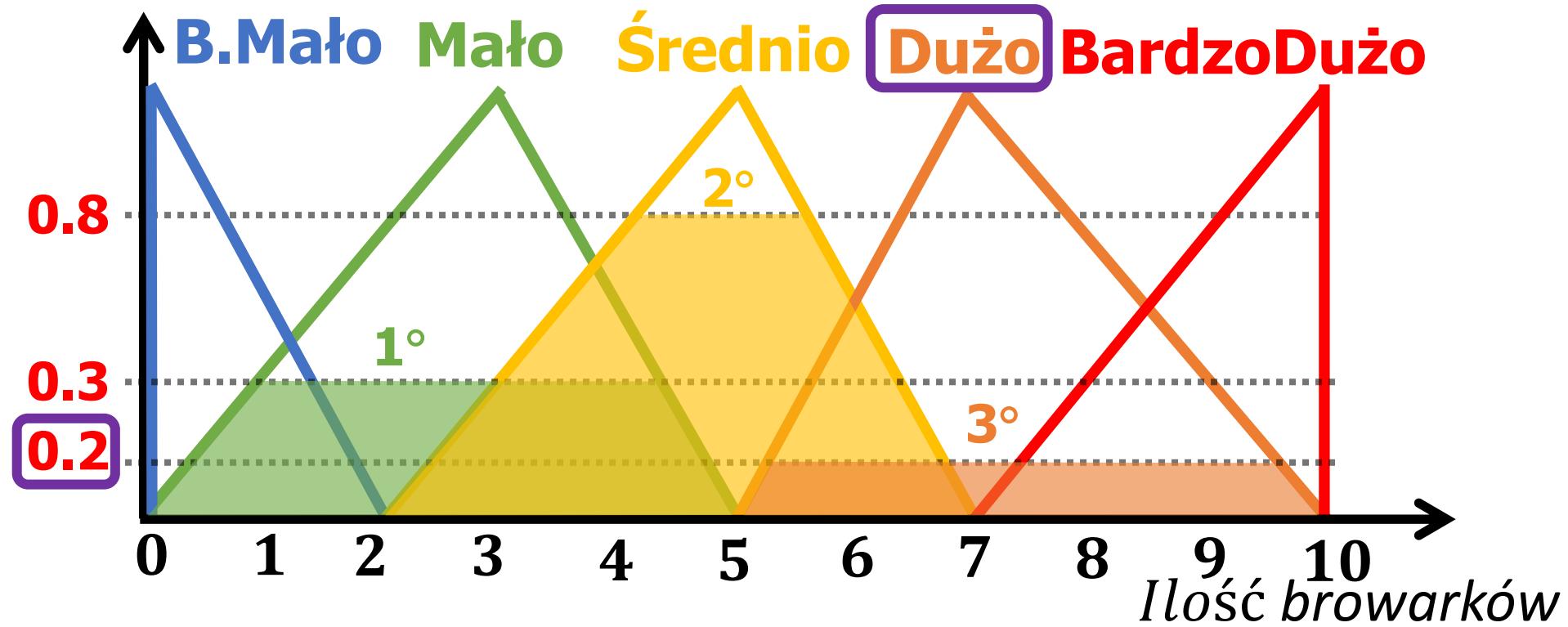
- 1° JEŻELI **Bużet** jest *Średni* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Średnia*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Mała* $\min\{0.8, 0.3\} = 0.3$
- 2° JEŻELI **Bużet** jest *Średni* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Optymalna*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Średnia* $\min\{0.8, 0.7\} = 0.7$



Opis procesu wnioskowania

$$(A \cup B)(x) = \max\{A(x), B(x)\}, x \in X$$

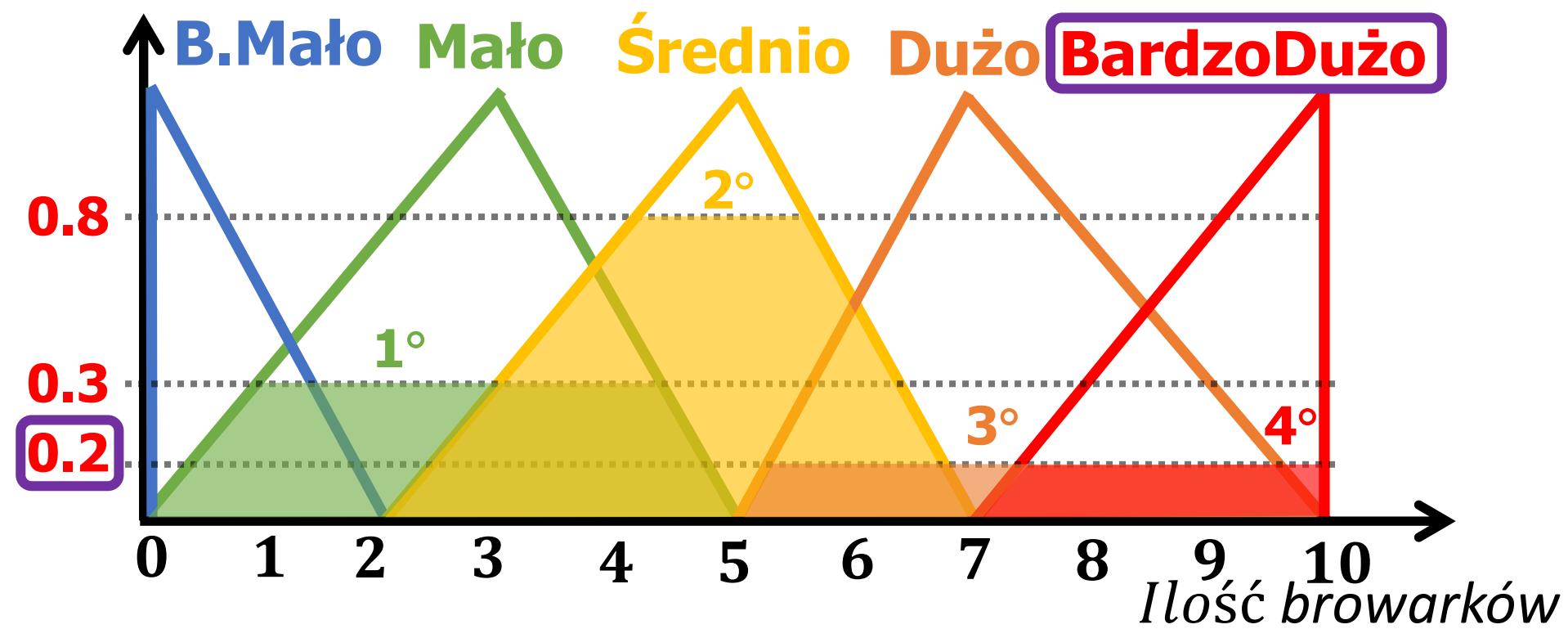
- 1° JEŻELI **Bużet** jest *Średni* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Średnia*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Mała* $\min\{0.8, 0.3\} = 0.3$
- 2° JEŻELI **Bużet** jest *Średni* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Optymalna*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Średnia* $\min\{0.8, 0.7\} = 0.7$
- 3° JEŻELI **Bużet** jest *Duży* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Średnia*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Duża* $\min\{0.2, 0.3\} = 0.2$



Opis procesu wnioskowania

$$(A \cup B)(x) = \max\{A(x), B(x)\}, x \in X$$

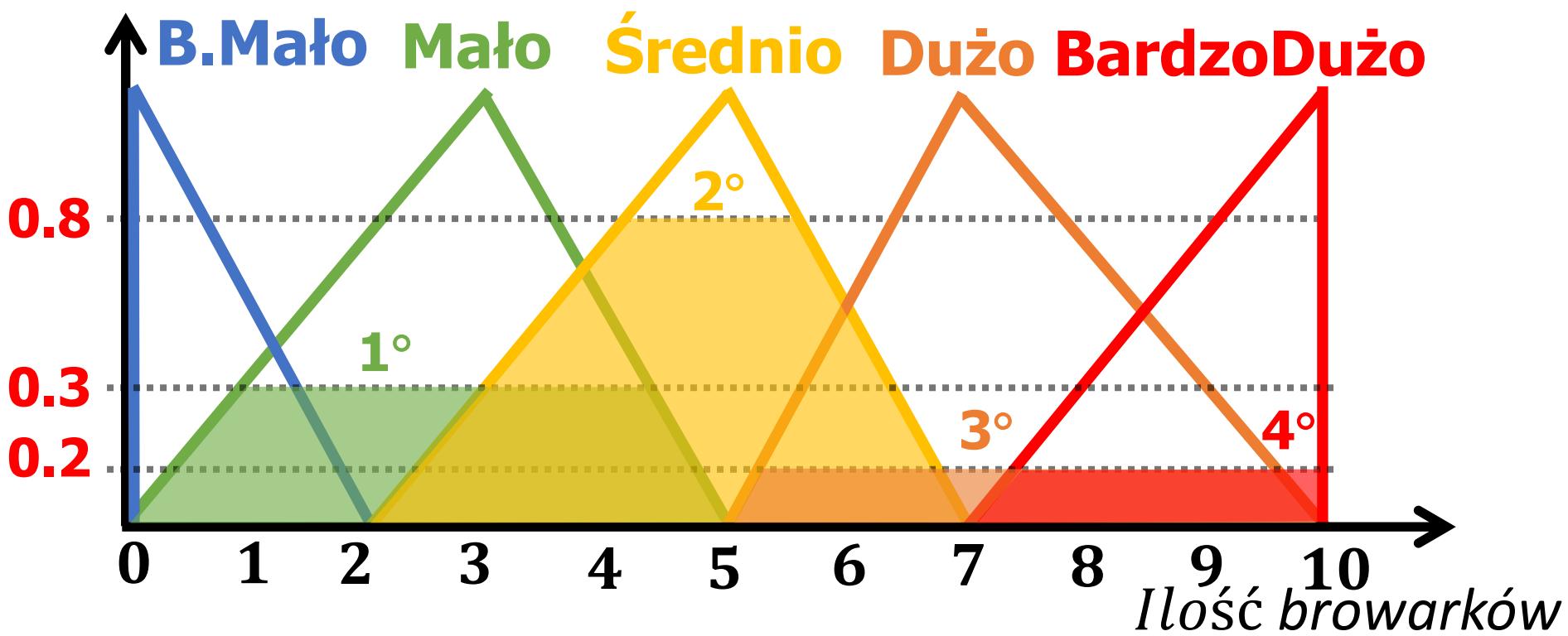
- 1° JEŻELI **Bużet** jest *Średni* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Średnia*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Mała* $\min\{0.8, 0.3\}=0.3$
- 2° JEŻELI **Bużet** jest *Średni* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Optymalna*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Średnia* $\min\{0.8, 0.7\}=0.7$
- 3° JEŻELI **Bużet** jest *Duży* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Średnia*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Duża* $\min\{0.2, 0.3\}=0.2$
- 4° JEŻELI **Bużet** jest *Duży* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Optymalna*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Bardzo_Duża* $\min\{0.2, 0.7\}=0.2$



Opis procesu wnioskowania

$$(A \cup B)(x) = \max\{A(x), B(x)\}, x \in X$$

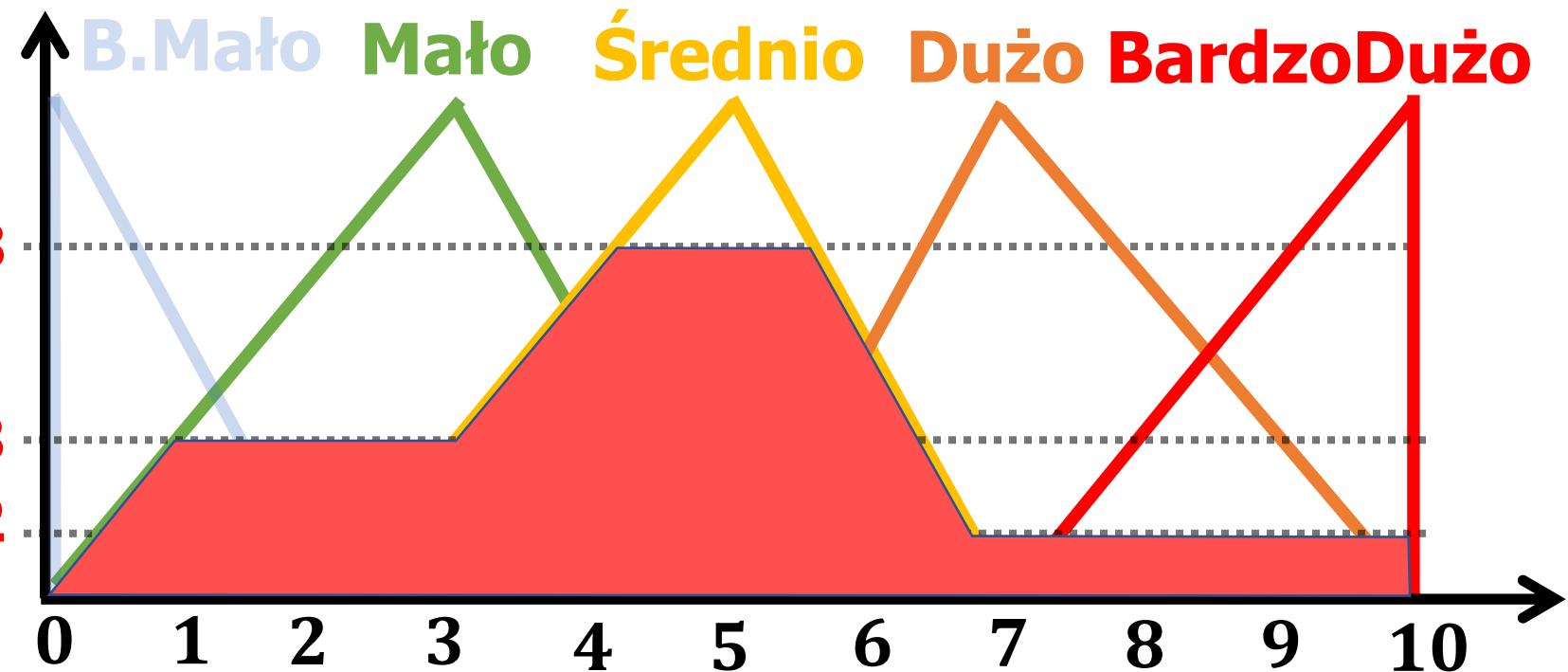
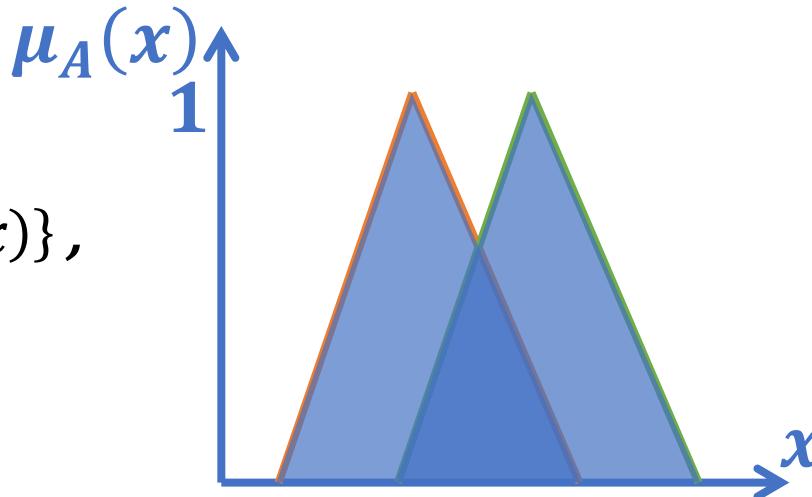
- 1° JEŻELI **Bużet** jest *Średni* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Średnia*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Mała* $\min\{0.8, 0.3\}=0.3$
- 2° JEŻELI **Bużet** jest *Średni* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Optymalna*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Średnia* $\min\{0.8, 0.7\}=0.7$
- 3° JEŻELI **Bużet** jest *Duży* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Średnia*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Duża* $\min\{0.2, 0.3\}=0.2$
- 4° JEŻELI **Bużet** jest *Duży* ORAZ **Prognozowana_Temperatura** jest *Optymalna*
WTEDY **Ilość_Browarków** jest *Bardzo_Duża* $\min\{0.2, 0.7\}=0.2$



Opis procesu wnioskowania

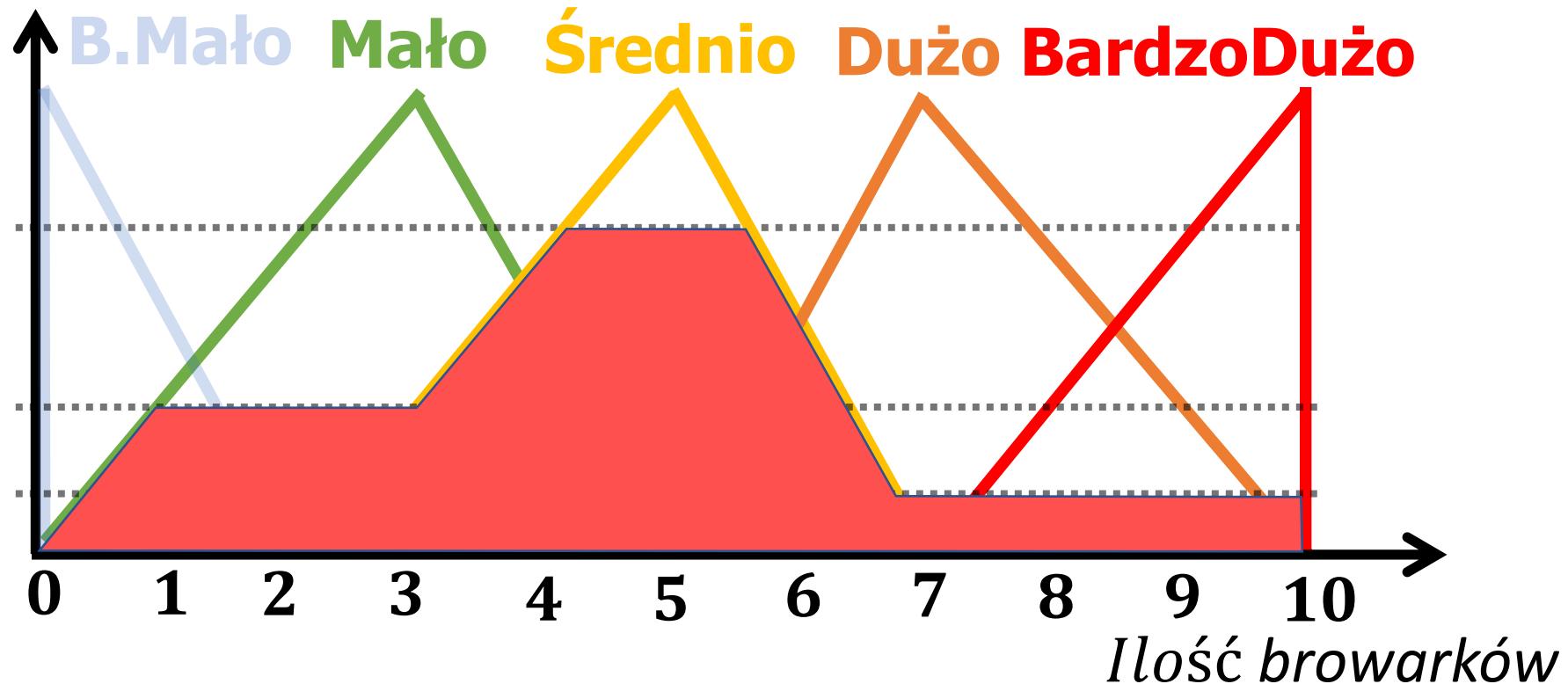
$$(A \cup B)(x) = \max\{A(x), B(x)\}, x \in X$$

$$(A \cup B)(x) = \max\{A(x), B(x)\}, x \in X$$



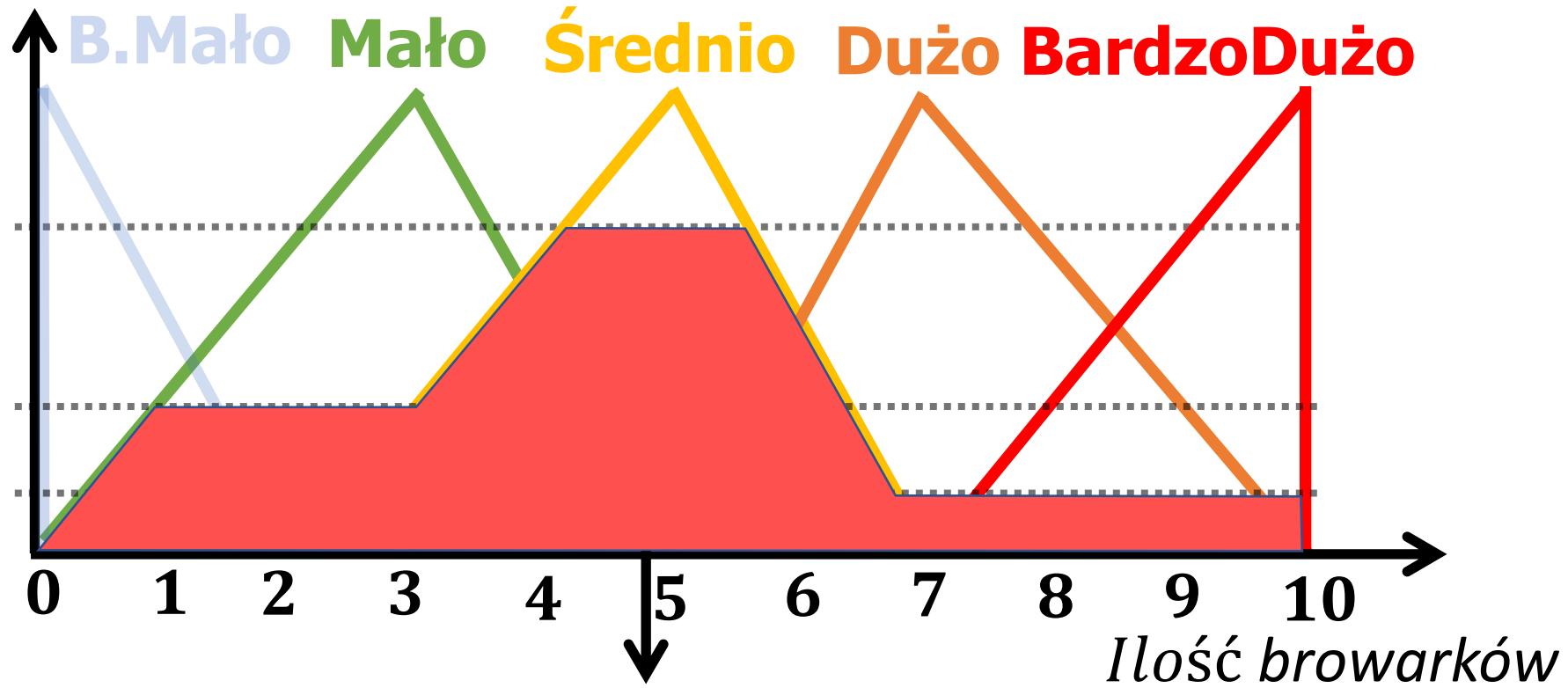
Opis procesu wnioskowania

Defuzzyfikacja



Opis procesu wnioskowania

Defuzzyfikacja

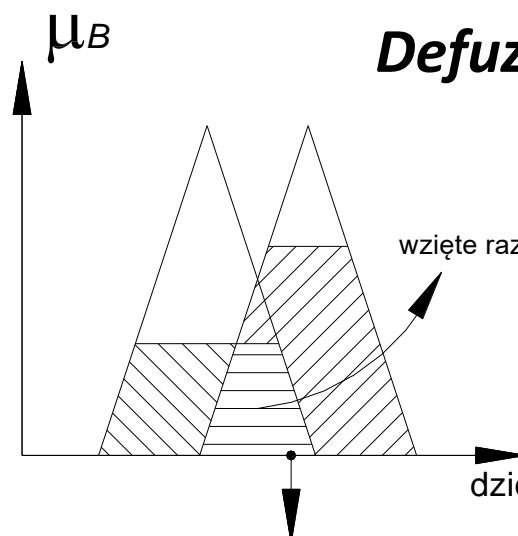


Defuzzyfikacja 4.8

metodą
środka
ciężkości

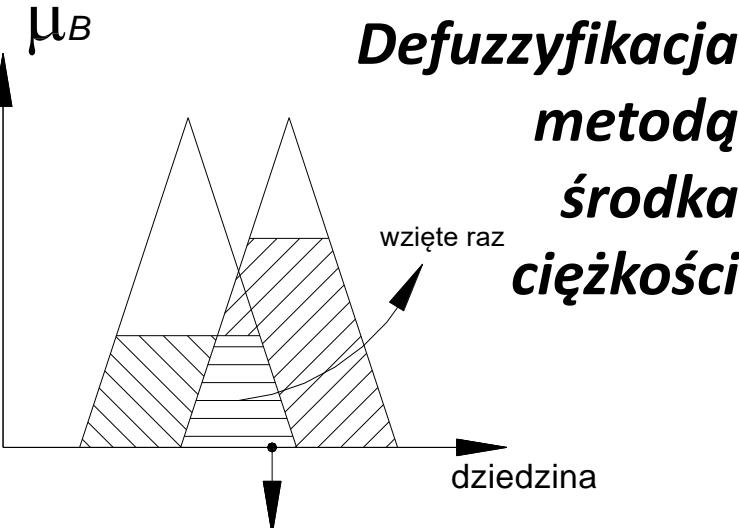
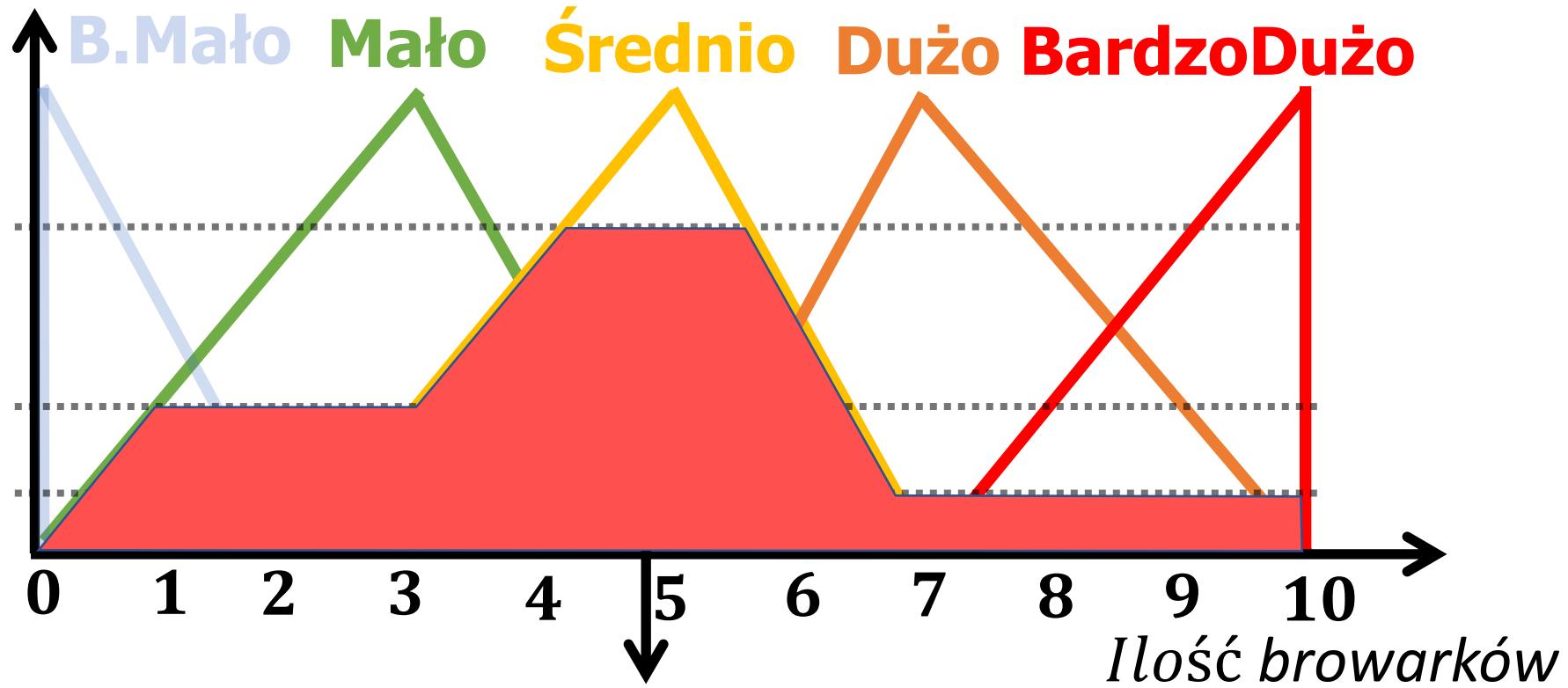
wzięte raz

dziedzina



Opis procesu wnioskowania

Defuzzyfikacja

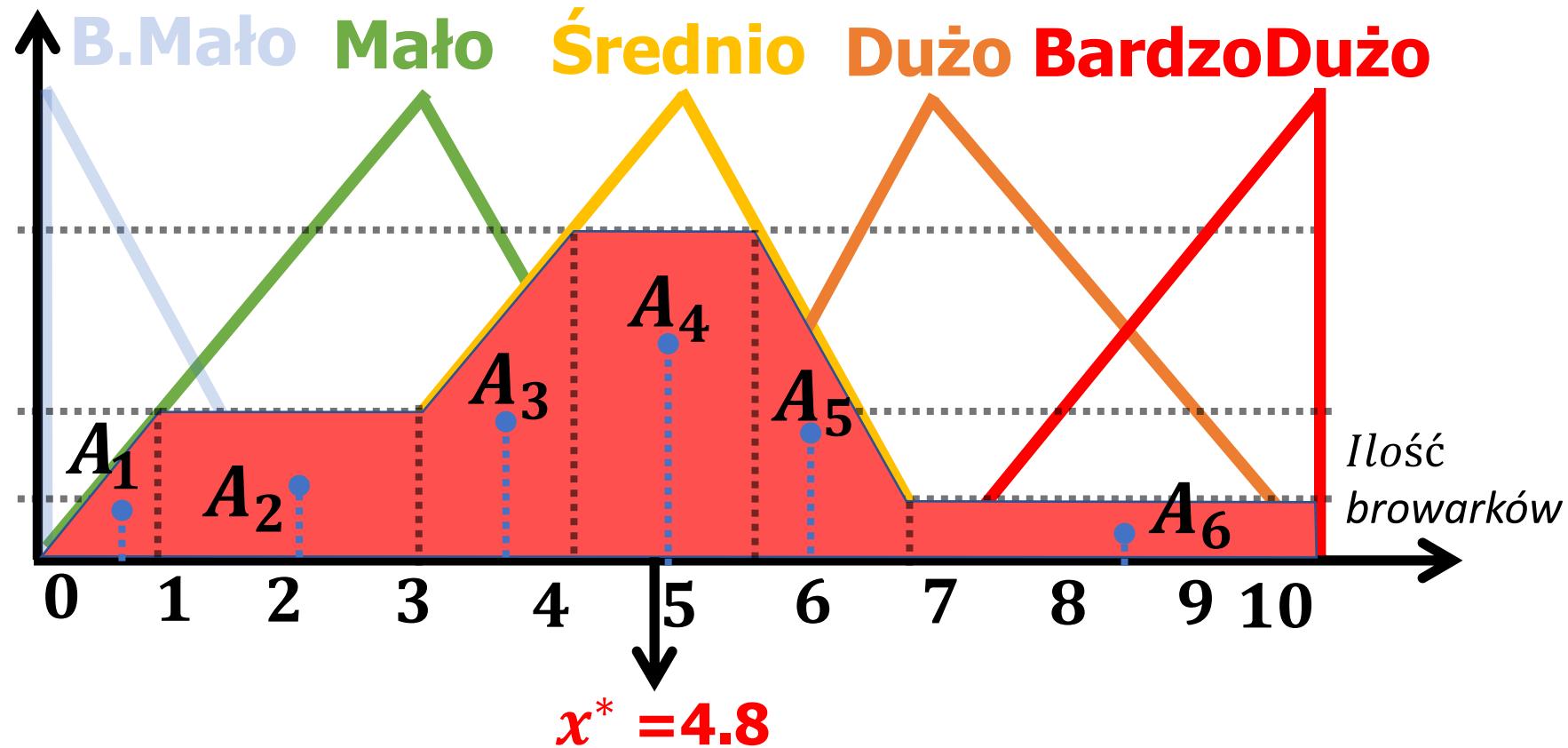


W efekcie wnioskowania, jeśli:

- ✓ budżet= 600 PLN,
- ✓ Temperatura= 17°C

Przewidywana ilość browarków
które należałyby spożyć wynosi
4.8!

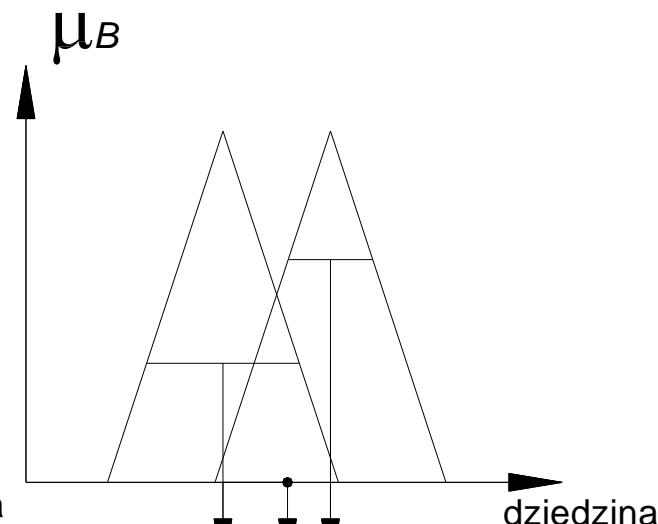
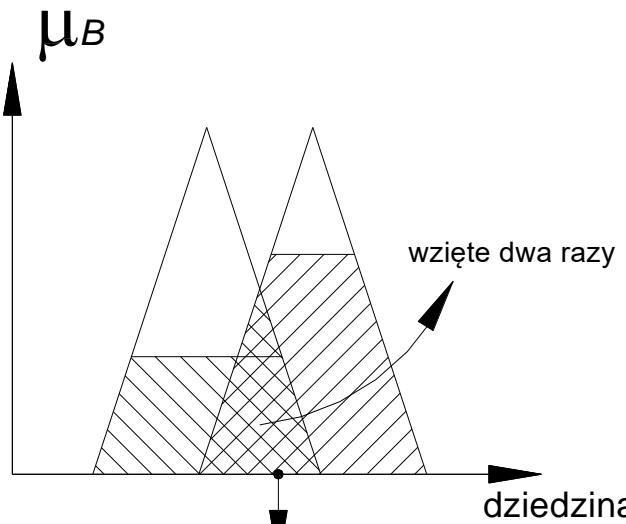
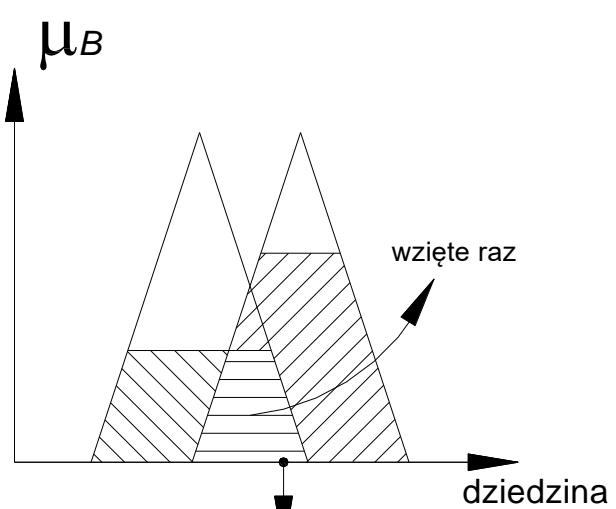
Defuzzyfikacja metodą środka ciężkości – jak policzyć ?



$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$A_i = \int \mu_G(x) dx$$

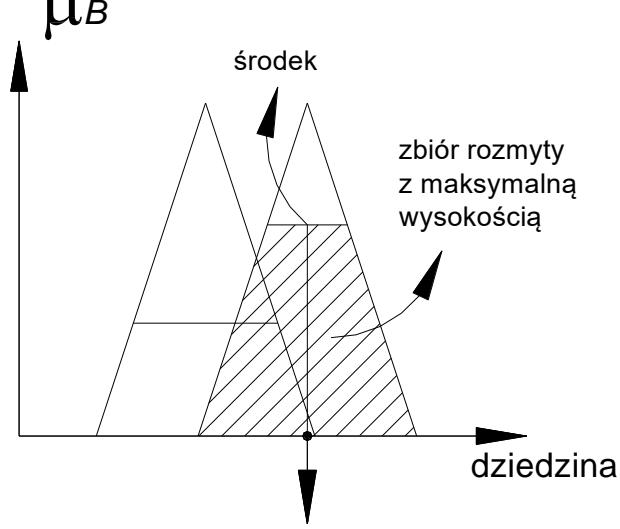
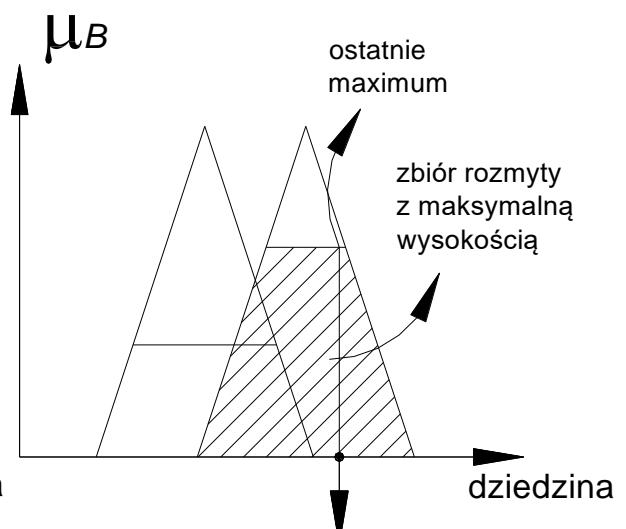
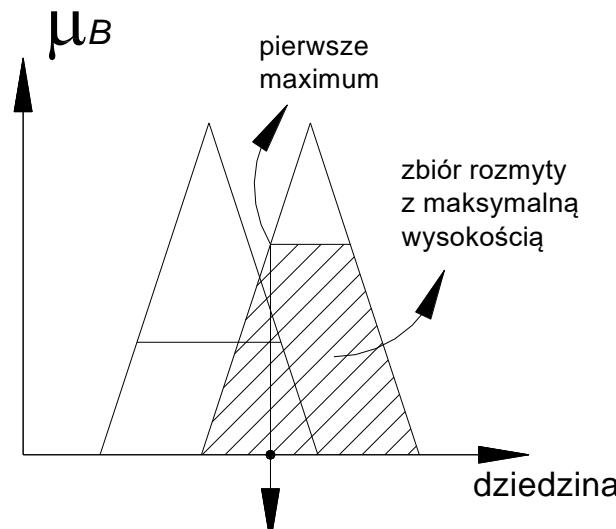
albo jedna z metod ..



Metoda środka ciężkości

Metoda środka sum

Metoda wysokości



**Metoda pierwszy
z największych**

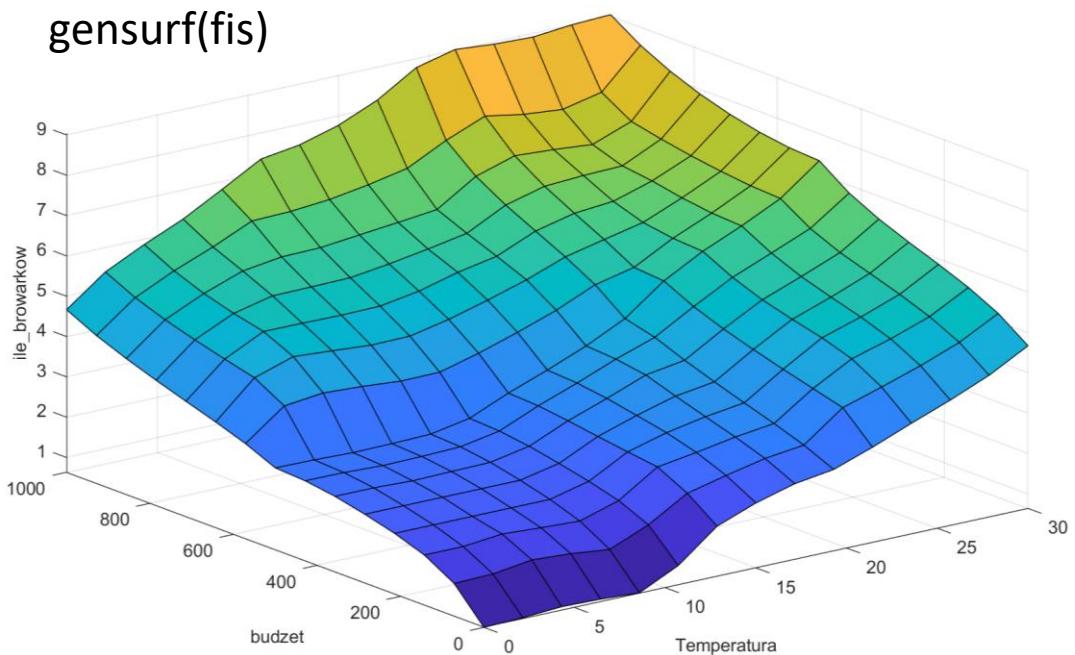
**Metoda ostatni
z największych**

**Metoda środkowy
z największych**

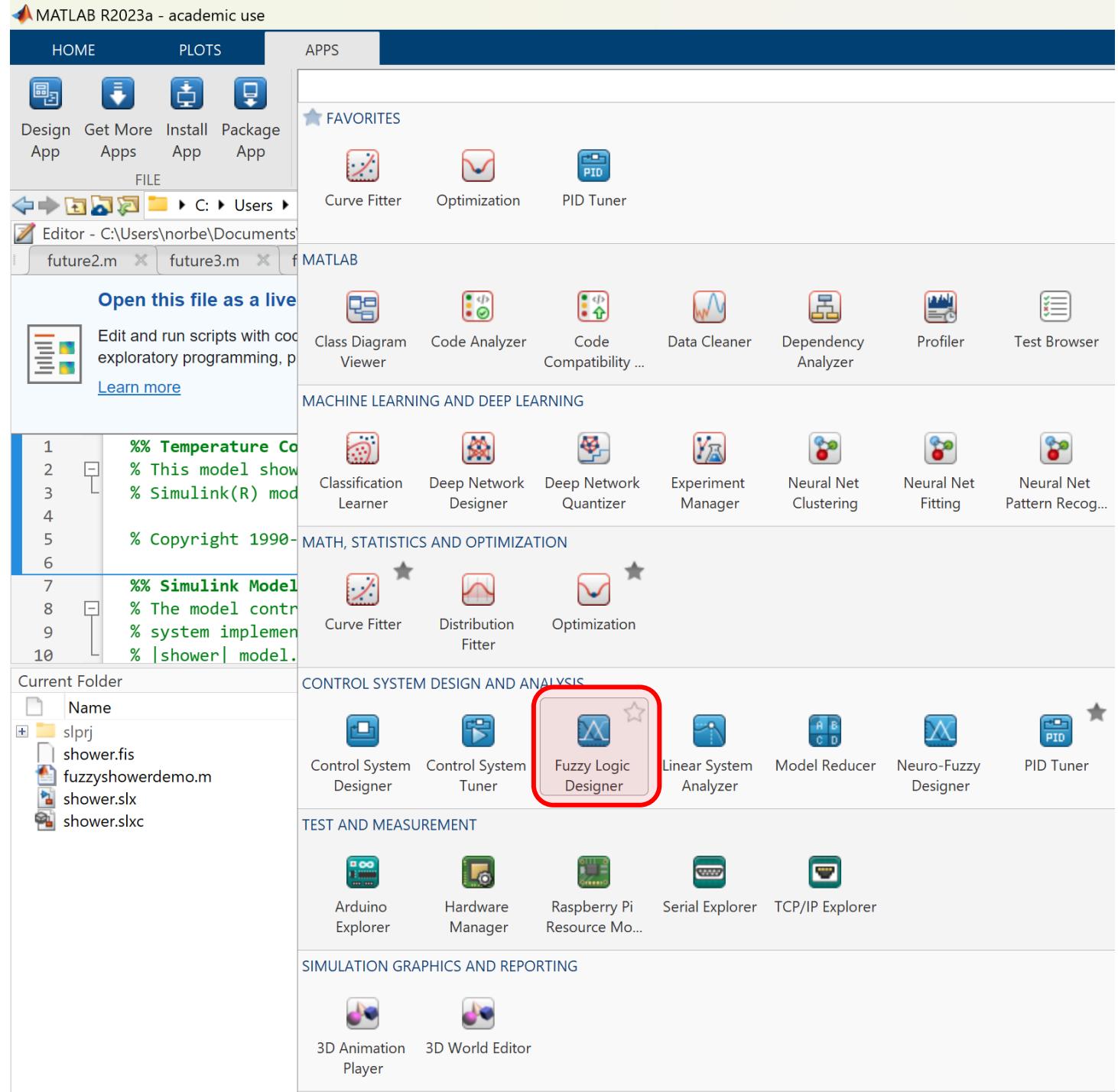
Można także budować i konfigurować system z linii poleceń – dobry opis w dokumentacji matlaba „Build Fuzzy Systems at the Command Line”

```
fis = readfis('browarki');
evalfis(fis,[17 600])
ans =
```

4.7969

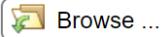


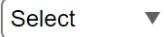
Krótkie info jak korzystać z Fuzzy Logic Designer w Matlabie



MATLAB® Fuzzy Logic Designer

Open

Open from File  Browse ...

Open from Workspace  Select ▾

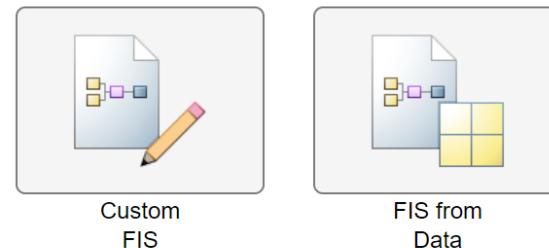
Recent Files

-  [browarki — kopia](#)
-  [browarki](#)

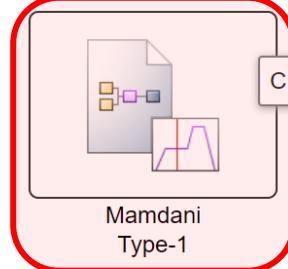
Create

Generate rules automatically

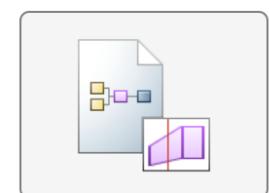
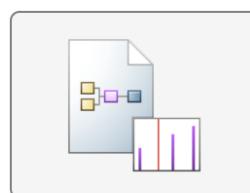
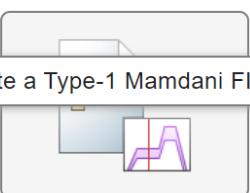
▼ General Fuzzy Inference Systems (FIS)



▼ Template Fuzzy Inference Systems (FIS)



Create a Type-1 Mamdani FIS



Learn

-  [Get Started](#)
-  [Mamdani and Sugeno Systems](#)
-  [Type-2 Fuzzy Inference Systems](#)
-  [Fuzzy Logic Designer](#)
-  [Build Fuzzy Systems Using App](#)
-  [Define Fuzzy Rules Using App](#)
-  [Define Membership Functions Using App](#)
-  [Tune Fuzzy Systems Using App](#)

Jeśli chcemy dodać kolejne wejście (domyślnie dostajemy 2 wejście i jedno wyjście) ...

Fuzzy Logic Designer: mamdanitype1

DESIGN TUNING

FILE ADD COMPONENTS

CONVERT FIS

SIMULATION

DESIGNS EXPORT

DESIGN BROWSER

Set Active Design

Active Design Type Compare

✓ mamdanitype1 Mamdani Type-1

SYSTEM BROWSER

mamdanitype1

- Inputs
- Outputs
- Rules

Fuzzy Inference System (FIS) Plot Membership Function (MF) Editor Rule Editor

System: mamdanitype1

input1 (3 MFs)

Mamdani Type 1

output1 (3 MFs)

input2 (3 MFs)

PROPERTY EDITOR: FIS

Type: Mamdani Type-1

Name: mamdanitype1

And method: min

Or method: max

Implication method: min

Aggregation method: max

Defuzzification method: centroid

Inputs: 2

Outputs: 1

Rules: 9

Number of Samples: 101

Input Data: Select

Output Data: Select

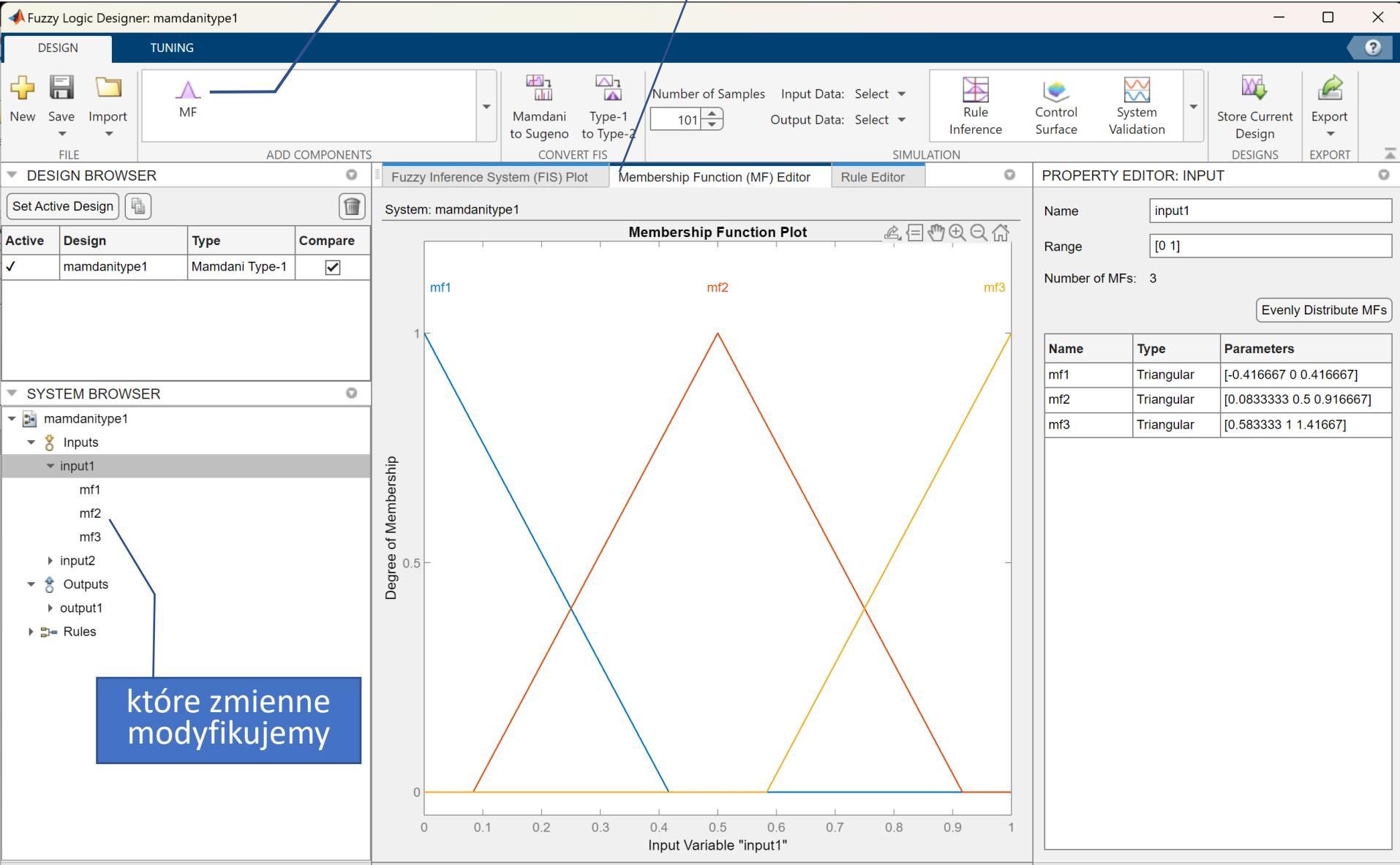
Rule Inference Control Surface System Validation

Store Current Design Export

System: mamdanitype1: 2 input, 1 output, 9 rules

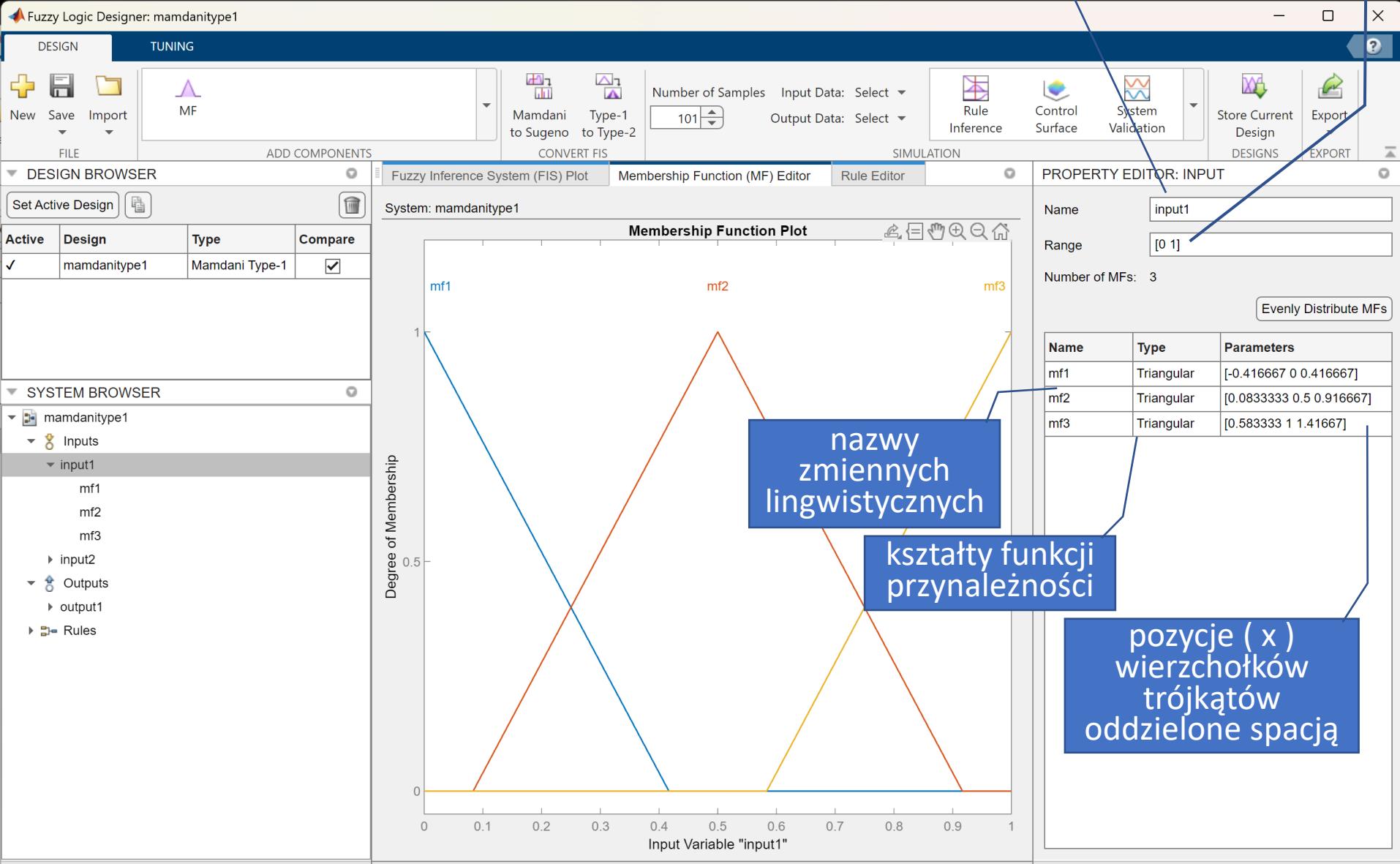
jeśli chcemy dodać kolejną zmienną lingwistyczną opisaną funkcją przynależności do któregoś z wejść, bądź wyjść

edytacja funkcji przynależności opisujących zmienne lingwistyczne



fizyczne dziedziny wejść –
„nośnik zbiorów rozmytych”

nazwy wejść
(i wyjść)



Fuzzy Logic Designer: mamdanitype1

DESIGN **TUNING**

FILE **ADD COMPONENTS**

CONVERT FIS

SIMULATION

DESIGN BROWSER

Set Active Design

System: mamdanitype1

edycja bazy reguł

PROPERTY EDITOR: RULE

	Rule	Weight	Name
1	If input1 is mf1 and input2 is mf1 then output1 is mf1	1	rule1
2	If input1 is mf2 and input2 is mf1 then output1 is mf1	1	rule2
3	If input1 is mf3 and input2 is mf1 then output1 is mf1	1	rule3
4	If input1 is mf1 and input2 is mf2 then output1 is mf1	1	rule4
5	If input1 is mf2 and input2 is mf2 then output1 is mf1	1	rule5
6	If input1 is mf3 and input2 is mf2 then output1 is mf1	1	rule6
7	If input1 is mf1 and input2 is mf3 then output1 is mf1	1	rule7
8	If input1 is mf2 and input2 is mf3 then output1 is mf1	1	rule8
9	If input1 is mf3 and input2 is mf3 then output1 is mf1	1	rule9

SYSTEM BROWSER

- mamdanitype1
 - Inputs
 - input1
 - mf1
 - mf2
 - mf3
 - input2
 - Outputs
 - output1
 - Rules
 - rule1
 - rule2
 - rule3
 - rule4
 - rule5
 - rule6
 - rule7
 - rule8
 - rule9

Connection And Or

If

input1 is mf1 and
input2 is mf1

Then

output1 is mf1

pierwsza część reguły rozmytej

wynik reguły rozmytej

DESIGN **TUNING**

FILE **ADD COMPONENTS**

Mamdani Type-1
to Sugeno to Type-2

Number of Samples: 101 Input Data: Select Output Data: Select

SIMULATION

DESIGNS **EXPORT**

PROPERTY EDITOR: RULES

Number of rules: 12 [View in Rule Editor](#)

Rule

1 If (Temperatura is Niska) and (budzet is maly) then (ile_browarkow is BMalo)
 2 If (Temperatura is Niska) and (budzet is sredni) then (ile_browarkow is BSrednio)
 3 If (Temperatura is Niska) and (budzet is Duzy) then (ile_browarkow is BDuzo)
 4 If (Temperatura is Srednia) and (budzet is maly) then (ile_browarkow is Malo)
 5 If (Temperatura is Srednia) and (budzet is sredni) then (ile_browarkow is Srednio)
 6 If (Temperatura is Srednia) and (budzet is Duzy) then (ile_browarkow is Duzo)
 7 If (Temperatura is Goraca) and (budzet is maly) then (ile_browarkow is BMalo)
 8 If (Temperatura is Goraca) and (budzet is sredni) then (ile_browarkow is BSrednio)
 9 If (Temperatura is Goraca) and (budzet is Duzy) then (ile_browarkow is BDuzo)
 10 If (Temperatura is Optymalna) and (budzet is maly) then (ile_browarkow is BMalo)
 11 If (Temperatura is Optymalna) and (budzet is sredni) then (ile_browarkow is BSrednio)
 12 If (Temperatura is Optymalna) and (budzet is Duzy) then (ile_browarkow is BDuzo)

Preview

Name:
 Weight:
 Description:

Fuzzy Inference System (FIS) Plot **Membership Function (MF) Editor** **Rule Editor**

System: browarki

Tak to wygląda dla przykładu z wykładu – (ten o majowym długim weekendzie)

Temperatura (4 MFs)

ile_browarkow (5 MFs)

Mamdani Type 1

System browarki: 2 input, 1 output, 12 rules

DESIGN BROWSER

Set Active Design

Active	Design	Type	Compare
✓	browarki	Mamdani Type-1	<input checked="" type="checkbox"/>

SYSTEM BROWSER

- browarki
 - Inputs
 - Temperatura
 - Niska
 - Srednia
 - Goraca
 - Optymalna
 - budzet
 - maly
 - sredni
 - Duzy
 - Outputs
 - ile_browarkow
 - BMalo
 - Srednio
 - BDuzo
 - Malo
 - Duzo
- Rules
 - rule1
 - rule2
 - rule3
 - rule4
 - rule5
 - rule6
 - rule7
 - rule8
 - rule9

DESIGN **TUNING**

FILE ADD COMPONENTS

Mamdani Type-1
to Sugeno to Type-2

Number of Samples: 101 Input Data: Select Output Data: Select

SIMULATION

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name: Temperatura
Range: [0 30]
Number of MFs: 4

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
Niska	Triangular	[0 0 10]
Srednia	Triangular	[0 10 20]
Goraca	Triangular	[20 30 30]
Optymalna	Triangular	[10 20 30]

Fuzzy Inference System (FIS) Plot **Membership Function (MF) Editor** **Rule Editor**

System: browarki

Membership Function Plot

Degree of Membership

Input Variable "Temperatura"

Niska Srednia Optymalna Goraca

The plot shows four triangular membership functions defined over the input variable "Temperatura" from 0 to 30. The membership degrees range from 0 to 1. The functions are labeled as follows:

- Niska**: Red triangle, starting at (0, 1) and ending at (10, 0).
- Srednia**: Orange triangle, starting at (5, 0) and ending at (15, 0).
- Optymalna**: Purple triangle, starting at (10, 0) and ending at (20, 1).
- Goraca**: Yellow triangle, starting at (20, 0) and ending at (30, 1).

The x-axis is labeled "Input Variable \"Temperatura\"". The y-axis is labeled "Degree of Membership".

SYSTEM BROWSER

- browarki
 - Inputs
 - Temperatura
 - Niska
 - Srednia
 - Goraca
 - Optymalna
 - budget
 - maly
 - sredni
 - Duzu
 - Outputs
 - ile_browarkow
 - BMalo
 - Srednio
 - BDuzo
 - Malo
 - Duzo
 - Rules
 - rule1
 - rule2
 - rule3
 - rule4
 - rule5
 - rule6
 - rule7
 - rule8
 - rule9

DESIGN **TUNING**

FILE ADD COMPONENTS

Mamdani Type-1
to Sugeno to Type-2

Number of Samples: 101 Input Data: Select Output Data: Select

SIMULATION

Rule Inference Control Surface System Validation

Store Current Design Export

DESIGN BROWSER

Set Active Design

Active	Design	Type	Compare
✓	browarki	Mamdani Type-1	<input checked="" type="checkbox"/>

SYSTEM BROWSER

- browarki
 - Inputs
 - Temperatura
 - Niska
 - Srednia
 - Goraca
 - Optymalna
 - budzet
 - maly
 - sredni
 - Duzy
 - Outputs
 - ile_browarkow
 - BMalo
 - Srednio
 - BDuzy
 - Malo
 - Duzy
 - Rules
 - rule1
 - rule2
 - rule3
 - rule4
 - rule5
 - rule6
 - rule7
 - rule8
 - rule9

Fuzzy Inference System (FIS) Plot Membership Function (MF) Editor Rule Editor

System: browarki

Membership Function Plot

Degree of Membership

Input Variable "budzet"

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name	Range
budzet	[0 1000]

Number of MFs: 3

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
maly	Triangular	[0 0 500]
sredni	Triangular	[0 500 1000]
Duzy	Triangular	[500 1000 1000]

DESIGN **TUNING**

FILE ADD COMPONENTS

Mamdani Type-1
to Sugeno to Type-2

Number of Samples: 101 Input Data: Select Output Data: Select

SIMULATION

DESIGNS **EXPORT**

PROPERTY EDITOR: OUTPUT

System: browarki

Membership Function Plot

BMalo Malo Srednio Duzo BDuzo

Degree of Membership

Output Variable "ile_browarkow"

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
BMalo	Triangular	[0 0 2]
Srednio	Triangular	[2 5 7]
BDuzo	Triangular	[7 10 10]
Malo	Triangular	[0 3 5]
Duzo	Triangular	[5 7 10]

DESIGN BROWSER

Set Active Design **browarki**

Active Design Type Compare

✓ browarki Mamdani Type-1

SYSTEM BROWSER

- browarki
 - Inputs
 - Temperatura
 - Niska
 - Srednia
 - Goraca
 - Optymalna
 - budget
 - maly
 - sredni
 - Duzu
 - Outputs
 - ile_browarkow
 - BMalo
 - Srednio
 - BDuzo
 - Malo
 - Duzo
- Rules
 - rule1
 - rule2
 - rule3
 - rule4
 - rule5
 - rule6
 - rule7
 - rule8
 - rule9

DESIGN **TUNING**

FILE **ADD COMPONENTS**

Mamdani Type-1
to Sugeno to Type-2

Number of Samples: 101 Input Data: Select Output Data: Select

SIMULATION

PROPERTY EDITOR: OUTPUT

DESIGNS **EXPORT**

DESIGN BROWSER

Set Active Design: browarki

Active	Design	Type	Compare
✓	browarki	Mamdani Type-1	<input checked="" type="checkbox"/>

SYSTEM BROWSER

- browarki
 - Inputs
 - Temperatura
 - Niska
 - Srednia
 - Goraca
 - Optymalna
 - budget
 - maly
 - sredni
 - Duzy
 - Outputs
 - ile_browarkow
 - BMalo
 - Srednio
 - BDuzo
 - Malo
 - Duzo
- Rules
 - rule1
 - rule2
 - rule3
 - rule4
 - rule5
 - rule6
 - rule7
 - rule8
 - rule9

Fuzzy Inference System (FIS) Plot **Membership Function (MF) Editor** **Rule Editor**

System: browarki

Add All Possible Rules Clear All Rules

	Rule	W..	Name
1	If Temperatura is Niska and budget is maly then ile_browarkow is BMalo	1	rule1
2	If Temperatura is Niska and budget is sredni then ile_browarkow is Malo	1	rule2
3	If Temperatura is Niska and budget is Duzy then ile_browarkow is Srednio	1	rule3
4	If Temperatura is Srednia and budget is maly then ile_browarkow is BMalo	1	rule4
5	If Temperatura is Srednia and budget is sredni then ile_browarkow is Malo	1	rule5
6	If Temperatura is Srednia and budget is Duzy then ile_browarkow is Duzo	1	rule6
7	If Temperatura is Goraca and budget is maly then ile_browarkow is Srednio	1	rule7
8	If Temperatura is Goraca and budget is sredni then ile_browarkow is Duzo	1	rule8
9	If Temperatura is Goraca and budget is Duzy then ile_browarkow is BDuzo	1	rule9
10	If Temperatura is Optymalna and budget is maly then ile_browarkow is Malo	1	rule10
11	If Temperatura is Optymalna and budget is sredni then ile_browarkow is Srednio	1	rule11
12	If Temperatura is Optymalna and budget is Duzy then ile_browarkow is BDuzo	1	rule12

PROPERTY EDITOR: OUTPUT

Name: ile_browarkow
Range: [0 10]
Number of MFs: 5

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
BMalo	Triangular	[0 0 2]
Srednio	Triangular	[2 5 7]
BDuzo	Triangular	[7 10 10]
Malo	Triangular	[0 3 5]
Duzo	Triangular	[5 7 10]

DESIGN **TUNING**

FILE ADD COMPONENTS **CONVERT FIS**

Number of Samples: 101 Input Data: Select Output Data: Select

SIMULATION

DESIGNS **EXPORT**

DESIGN BROWSER

Set Active Design: brawarki

Active	Design	Type	Compare
✓	brawarki	Mamdani Type-1	<input checked="" type="checkbox"/>

SYSTEM BROWSER

- brawarki
 - Inputs
 - Temperatura
 - Niska
 - Srednia
 - Goraca
 - Optymalna
 - budget
 - maly
 - sredni
 - Duzy
 - Outputs
 - ile_brawarkow
 - BMalo
 - Srednio
 - BDuzo
 - Malo
 - Duzo
- Rules
 - rule1
 - rule2
 - rule3
 - rule4
 - rule5
 - rule6
 - rule7
 - rule8
 - rule9

Rule Inference

System: brawarki

Input values: [17 600]

Temperatura = 17 budget = 600 ile_brawarkow = 4.8

AND (min)

PROPERTY EDITOR: OUTPUT

Name	Type	Parameters
BMalo	Triangular	[0 0 2]
Srednio	Triangular	[2 5 7]
BDuzo	Triangular	[7 10 10]
Malo	Triangular	[0 3 5]
Duzo	Triangular	[5 7 10]

Evenly Distribute MFs

DESIGN **TUNING**

FILE ADD COMPONENTS

CONVERT FIS

Number of Samples: 101 Input Data: Select Output Data: Select

SIMULATION

DESIGNS **EXPORT**

DESIGN BROWSER

Set Active Design: **browarki**

Active	Design	Type	Compare
✓	browarki	Mamdani Type-1	<input checked="" type="checkbox"/>

SYSTEM BROWSER

- browarki
 - Inputs
 - Temperatura
 - Niska
 - Srednia
 - Goraca
 - Optymalna
 - budget
 - maly
 - sredni
 - Duzy
 - Outputs
 - ile_browarkow
 - BMalo
 - Srednio
 - BDuzo
 - Malo
 - Duzo
- Rules
 - rule1
 - rule2
 - rule3
 - rule4
 - rule5
 - rule6
 - rule7
 - rule8
 - rule9

PROPERTY EDITOR: OUTPUT

Name: ile_browarkow
Range: [0 10]
Number of MFs: 5

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
BMalo	Triangular	[0 0 2]
Srednio	Triangular	[2 5 7]
BDuzo	Triangular	[7 10 10]
Malo	Triangular	[0 3 5]
Duzo	Triangular	[5 7 10]

3D Surface Plot: A 3D surface plot showing the output 'ile_browarkow' as a function of 'Temperatura' (X-axis, 0 to 30) and 'budget' (Y-axis, 0 to 10). The Z-axis represents the output value, ranging from 0 to 10. The surface shows a complex relationship, with values increasing as both inputs increase, particularly at higher temperatures and budgets.

DESIGN

TUNING

Data Source

Data Set

Custom Cost Function

SOURCE

Input Data: Select ▾

Output Data: Select ▾



Tuning
Options

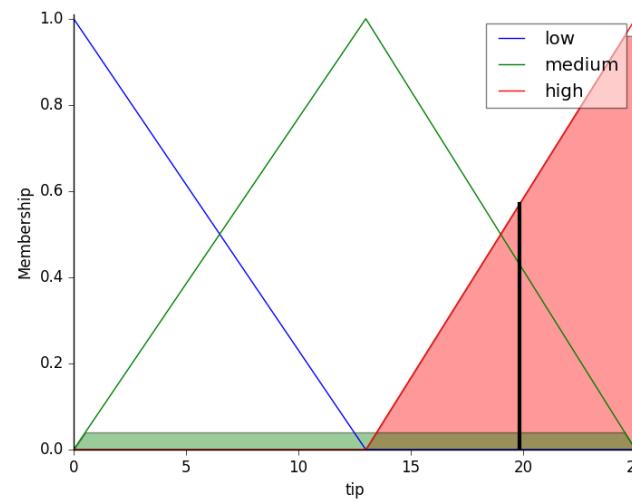
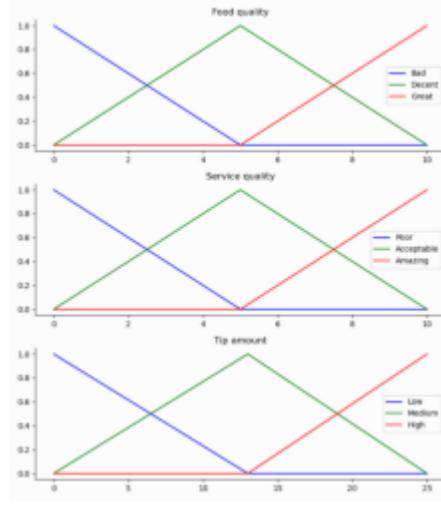
OPTIONS TUNE



Fuzzy
Logic
Toolbox
for
Python.

<https://pythonhosted.org/scikit-fuzzy/>

<https://pythonhosted.org/scikit-fuzzy/api/skfuzzy.html#skfuzzy.trimf>



Propozycje miniprojektów:

- 1) System rozmytej oceny stwarzanego zagrożenia na autostradzie:
 - Zmienne wejściowe:
 - Prędkość
 - Odległość od poprzedzającego auta
 - Zmienna wyjściowa
 - Stwarzane zagrożenie (wyrażone w % [0-100])
- 2) System rozmytej oceny stanu zdrowia pacjenta:
 - Zmienne wejściowe:
 - Temperatura ciała (gorączka)
 - Wartość CRP (białko C-reaktywne)
 - Zmienna wyjściowa
 - Stan zagrożenia zdrowia i życie (wyrażony w % [0-100])

Prawidłowe stężenie CRP w surowicy krwi osób zdrowych wynosi poniżej 5 mg/l. Stężenie powyżej 10 mg/l z dużym prawdopodobieństwem wskazuje na istnienie w organizmie stanu zapalnego. Wynik CRP poniżej 40 mg/l to najczęściej łagodne stany zapalne, infekcje wirusowe. Natomiast wyniki CRP w przedziale 40–200 mg/l zwykle wskazują na infekcje bakteryjne. CRP w przedziale 200–500 mg/l sygnalizuje ciężką infekcję bakteryjną, rozległe oparzenie, zawał serca, możliwość choroby nowotworowej.

Propozycje miniprojektów:

3) System rozmytej oceny wysokości napiwku w restauracji:

- Zmienne wejściowe:
 - Obsługa (jakość obsługi w skali np. 0-10)
 - Smak (jakość serwowanych potraw w skali np. 0-10)
 - Wartość zamówienia (np. PLN) (opcjonalnie)
- Zmienna wyjściowa
 - Wysokość napiwku (wyrażona np. w PLN)

4) System rozmytej oceny BMI:

- Zmienne wejściowe:
 - Waga
 - Wzrost
- Zmienna wyjściowa
 - Ekwiwalent BMI

$$BMI = \text{masa}[kg]/\text{wys}^2[m]$$

Kategoria	BMI (kg/m^2)	Waga ciała	Ryzyko chorób towarzyszących otyłości ^[4]
wygłodzenie	< 16,0	niedowaga	minimalne, ale zwiększyony poziom wystąpienia innych problemów zdrowotnych
wychudzenie	16,0–16,99		
niedowaga	17,0–18,49		
pożądana masa ciała	18,5–24,99	optimum	minimalne
nadwaga	25,0–29,99	nadwaga	średnie
otyłość I stopnia	30,0–34,99		wysokie
otyłość II stopnia (duża)	35,0–39,99		bardzo wysokie
otyłość III stopnia (chorobienna)	≥ 40,0		ekstremalny poziom ryzyka

5) Dowolna własna koncepcja (może np. ekonomiczna?) systemu wnioskowania (proszę przemyśleć, czy potencjalne zmienne lingwistyczne ma wejściu i wyjściu da się łatwo opisać funkcjami przynależności).

Powodzenia

Realizacja w dowolnym środowisku.

Sprawozdanie powinno zawierać opisane:

- funkcje przynależności zmiennych wejściowych i wyjściowych,
- bazę reguł,
- wybór metody defuzzyfikacji,
- przykład ilustrujący fazę wnioskowania dla wybranych wartości wejściowych,
- wykres (izolinie, bądź przestrzenny) prezentujący wyniki (dla przykładu z 3 zmiennymi wejściowymi kilka wykresów („przekrojów”) dla wybranych wartości 3 parametru ..

Powodzenia !

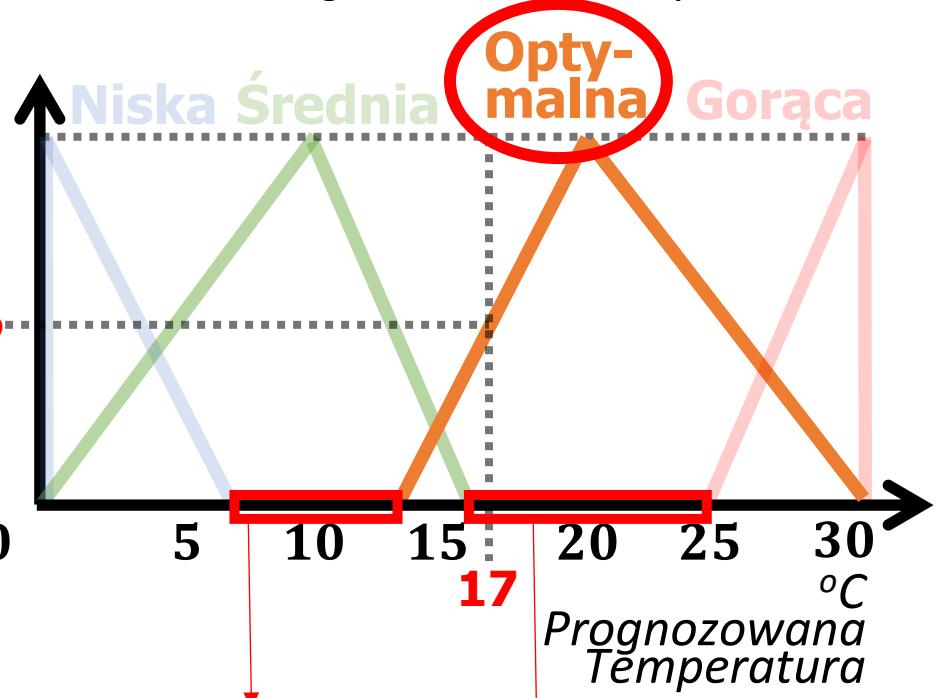
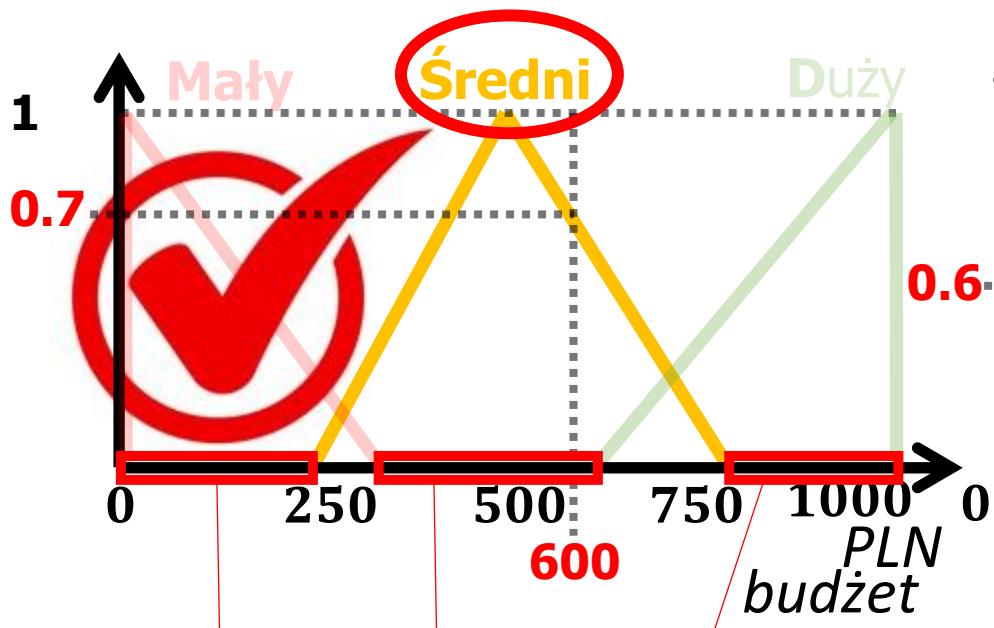
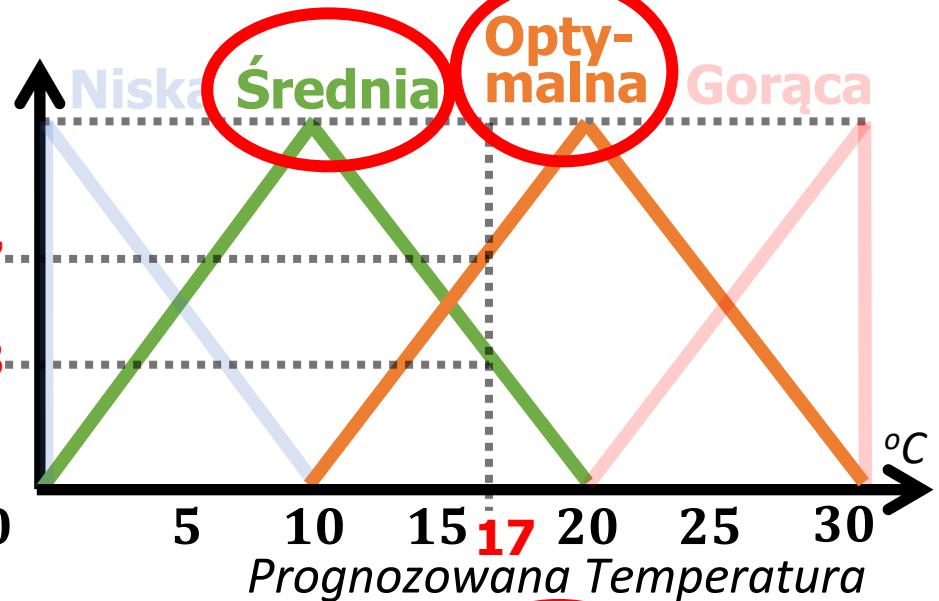
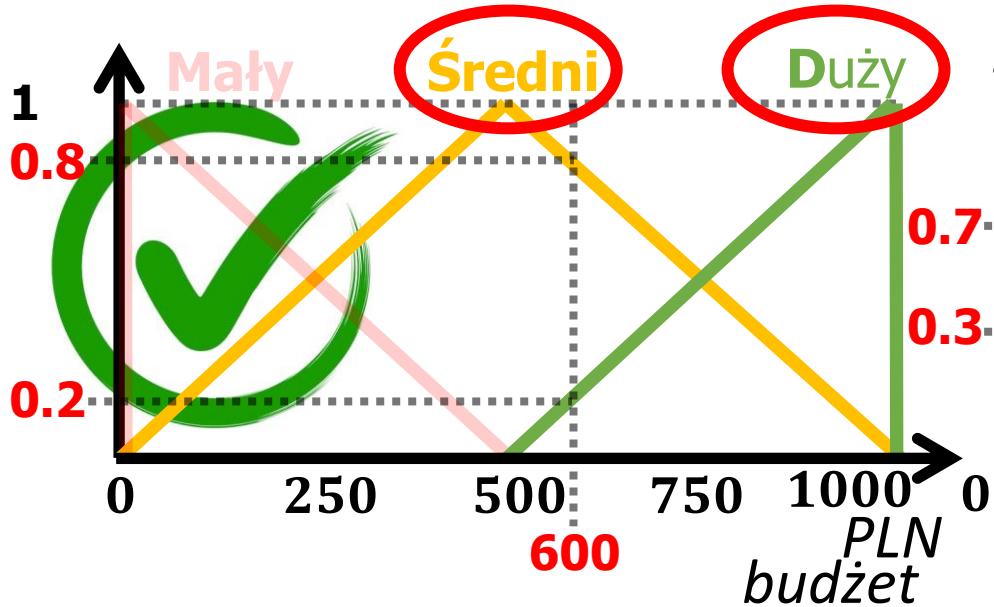
Kilka uwag

Podejmijcie decyzję o ilości funkcji przynależności.

Pamiętajcie, że ilość pozycji w pełnej bazie reguł zależy od ilości wejściowych zmiennych lingwistycznych (np. **a** x **b** x **c** reguł dla 3 wejść przy opisaniu wejść kolejno **a**, **b** i **c** zmiennymi lingwistycznymi).

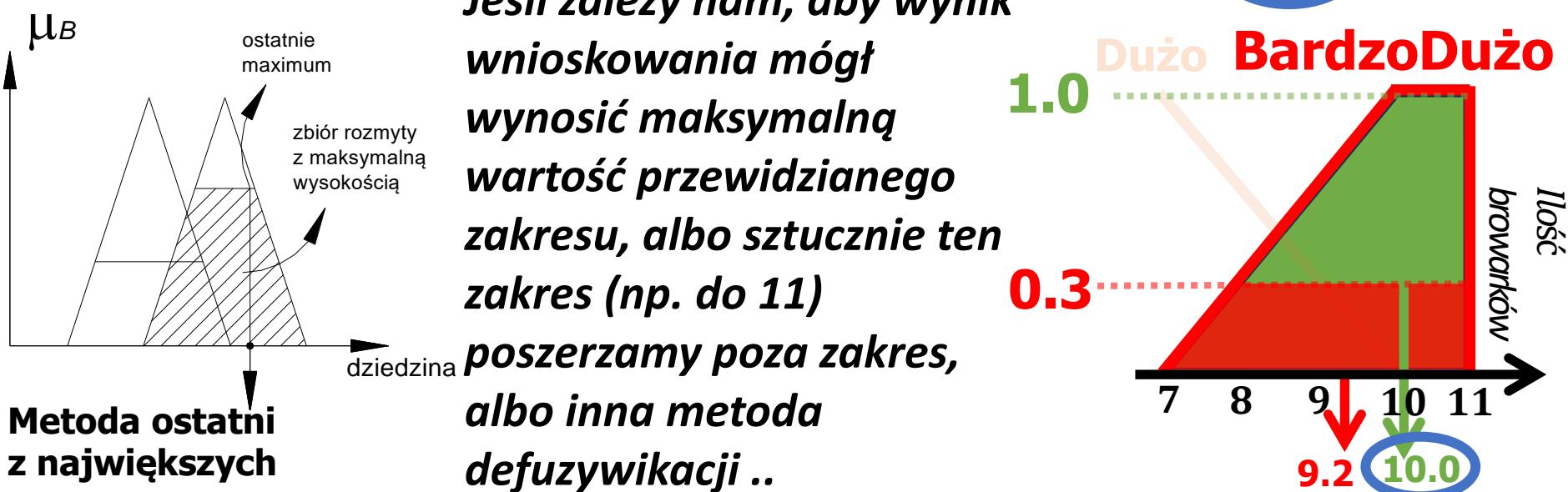
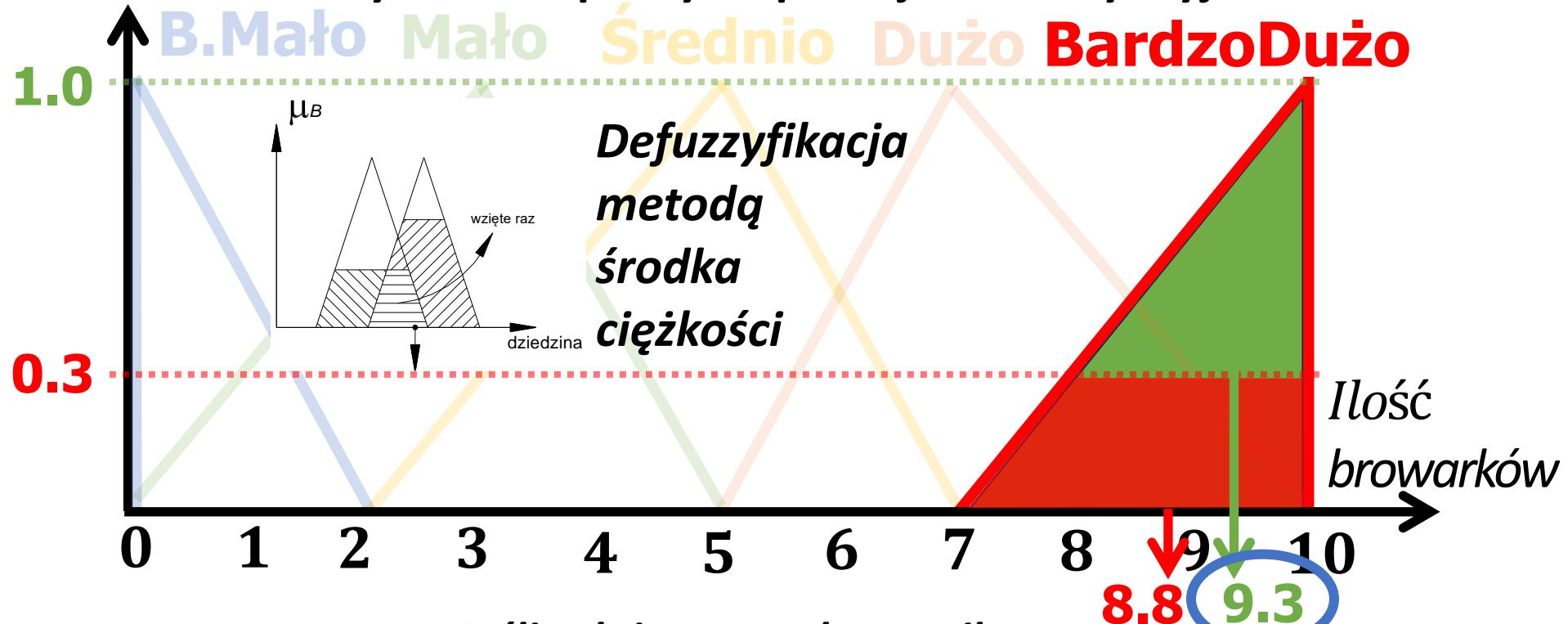
„Bez-kosztowy” jest tylko wybór ilości zmiennych lingwistycznych na wyjściu (nie wzrasta ilość reguł).

Jeśli „sąsiednie” funkcje przynależności na siebie zachodzą wynik jest „bardziej naturalny”



W tych przedziałach wnioskowanie będzie odbywać się tylko na podstawie pojedynczej reguły

Jeśli zależy nam na pokryciu pełnej dziedziny wyjścia



Dzisiejszy wykład :
wstęp do neuro

obligatoryjne laborki –
projekt fuzzy – 8 i 9 maja..

Kolejny wykład neuro 21 maja.. –
analiza przykładów zastosowania

14 maja.. –
mam obronę – wykład odwołany ..

kolejne obligatoryjne laborki –
projekt neuro – 22 i 23 maja..

18 czerwca – termin zero egzaminu

27 czerwca – pierwszy termin egzaminu

Co i kiedy ??

Maj

2025 Czerwiec

2025

Pn	Wt	Śr	Cz	Pt	So	N
1	2	3	4			
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	juwenalia		17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Pn	Wt	Śr	Cz	Pt	So	N
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	sesja		27	

czwartek

piątek

1 1 maja/
genetyczny

2 5 maja/
fuzzy

1 5 czerwca/
neuro

TERMINY
ODDANIA
PROJEKTÓW

TERMINY
ODDANIA
PROJEKTÓW

TERMINY
ODDANIA
PROJEKTÓW

Wszelkie problemy
z genetycznym – piszcie albo przyjdźcie na
nieobligatoryjne, albo do mnie (p.317)

Nazwisko	Imię	Monte	Genetyc	Fuzzy	Neuro	ile oddanych	Ocena z projektów
A	Lucja Weronika	3/21/2025	4/19/2025			2	3
B	Jakub Marcel	3/24/2025				1	2
B	Maja	3/21/2025				1	2
Ch	Jakub Hubert	4/3/2025	3/30/2025			2	3
Ch	Wiktor Jan	3/30/2025				1	2
D	Konrad Adam	4/6/2024				1	2
D	Kamil Stanisław	3/19/2025	4/19/2025			2	3
D	Adam	4/4/2025				1	2
D	Tomasz Piotr	3/31/2025	4/22/2025			2	3
D	Gabriela	3/30/2025				1	2
D	Jan Bartosz	3/21/2025	3/30/2025			2	3
E	Maurycy	4/1/2025				1	2
F	Julia	4/6/2025				1	2
F	Aleksandra	3/27/2025	4/27/2025			2	3
G	Zuzanna Ewa	4/6/2025				1	2
G	Patrycja	3/19/2025				1	2
G	Mikołaj	4/6/2025				1	2
G	Konrad Wojciech	4/3/2025	4/26/2025			2	3
G	Jakub	3/19/2025				1	2
H	Karol	4/3/2025				1	2
H	Aleksander	3/21/2025				1	2
I	Bartosz	4/6/2025				1	2
J	Filip Andrzej	4/6/2025	4/29/2025			2	3
J	Aleksandra	4/6/2025				1	2
J	Julia Weronika	3/29/2025	4/30/2025			2	3
J	Roksana Kamila	3/24/2025	4/28/2025			2	3
J	Weronika	4/6/2025				1	2
Ki	Maria	3/31/2025	4/18/2025			2	3
Kn	Maria	3/17/2026	4/8/2025			2	3
K	Karolina	3/27/2025	5/7/2025			2	3
K	Oliwier Piotr	3/15/2025	4/11/2025			2	3
K	Julia Anita	3/27/2025				1	2
K	Bartłomiej	3/23/2025	4/30/2025			2	3
K	Dawid Tomasz	3/20/2025				1	2
K	Natalia	3/21/2025	4/23/2025			2	3
K	Kacper	4/5/2026				1	2
L	Patryk	4/3/2025				1	2
M	Patrycja Anna	3/21/2025				1	2
M	Gerard	3/20/2025	5/4/2025			2	3
M	Jakub	3/16/2025	4/23/2025			2	3
M	Eliza Klaudia	3/28/2025	4/23/2025			2	3
M	Karolina	4/6/2025	4/24/2025			2	3
O	Joanna Julia	3/26/2026				1	2
P	Mirosław	3/25/2025				1	2
P	Szymon	4/3/2025				1	2
Pie	Bartosz	4/6/2025				1	2
Piw	Bartłomiej Jakub	3/24/2025				1	2
P	Magdalena	4/4/2025				1	2
P	Dominika	3/31/2025				1	2
R	Gabriel	4/4/2025	5/5/2025			2	3
S	Dominik	3/30/2025	4/23/2025			2	3
S	Marcin Jan	3/17/2025	4/15/2025			2	3
S	Julia Krystyna	3/25/2025				1	2
S	Julita	3/28/2025	5/7/2025			2	3
S	Szymon Marcin	3/16/2025	4/22/2025			2	3
S	Weronika					0	2
S	Martyna Joanna	3/26/2025				1	2
S	Wiktorina Danuta	4/4/2024				1	2
S	Aleksandra	3/27/2025	5/5/2025			2	3
S	Anna Sara	4/3/2025				1	2
Szcz	Magdalena Anna	4/6/2025				1	2
Szt	Magdalena	3/19/2025	4/25/2025			2	3
Sz	Mikołaj	4/3/2025				1	2
T	Katarzyna	4/1/2025	4/28/2025			2	3
T	Witold	3/17/2025				1	2
W	Julia Barbara	3/28/2025				1	2
W	Katarzyna	4/6/2025				1	2
W	Oliwia Klaudia	3/25/2025				1	2
Z	Michał	3/21/2025	5/7/2025			2	3
Z	Karolina	4/2/2025				1	2

Montecarlo – 100%

Genetyczny – 42%

ile %	100,0	42,0	0	0,0	1.400	2,41

Inteligencja obliczeniowa w analizie danych



dziękuję za uwagę !