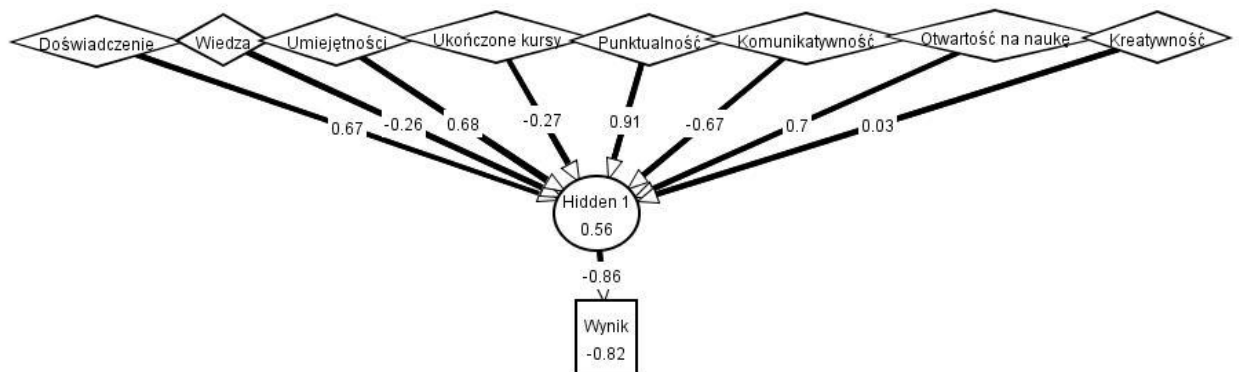


# Zadanie 1

1. Zaproponować dane (najlepiej rzeczywiste) dotyczące klasyfikacji binarnej (dwie klasy decyzyjne), gdzie zbiór obiektów  $U$  jest co najmniej dziesięcioelementowy, a zbiór atrybutów  $A$  co najmniej trzejelementowy. Na zaproponowanej tablicy decyzyjnej wykonać następujące zadania:

*Stworzona przez nas sieć ma na celu pokazanie od jakich czynników zależy znalezienie pracy po ukończonych studiach.*



- a. Wybrać losowo trzy obiekty (nowe obiekty).

Edit Data Set Examples						
Training Examples (10)						
	Doświadczenie	Wiedza	Umiejętności	Ukończone kursy	Punktualność	Komun.
1:	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0
2:	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0
3:	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
4:	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0
5:	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0
6:	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
7:	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
8:	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9:	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0
10:	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0

- b. Dokonać losowego podziału zbioru powstałego poprzez usunięcie obiektów z punktu a) na część treningową i testową w stosunku 2 : 1.

Edit Data Set Examples

×

**Training Examples (7)**

	Doświadczenie	Wiedza	Umiejętności	Ukończone kursy
1:	1.0	1.0	1.0	0.0
2:	0.0	1.0	0.0	1.0
3:	0.0	0.0	0.0	1.0
4:	1.0	1.0	1.0	1.0
5:	1.0	0.0	1.0	0.0
6:	0.0	1.0	0.0	0.0
7:	0.0	1.0	1.0	1.0

→

←

**Test Examples (3)**

	Doświadczenie	Wiedza	Umiejętności	Ukończone kursy
1:	0.0	0.0	0.0	1.0
2:	1.0	1.0	1.0	0.0
3:	0.0	1.0	1.0	0.0

Add New

Remove

Edit

Select None

Add New

Remove

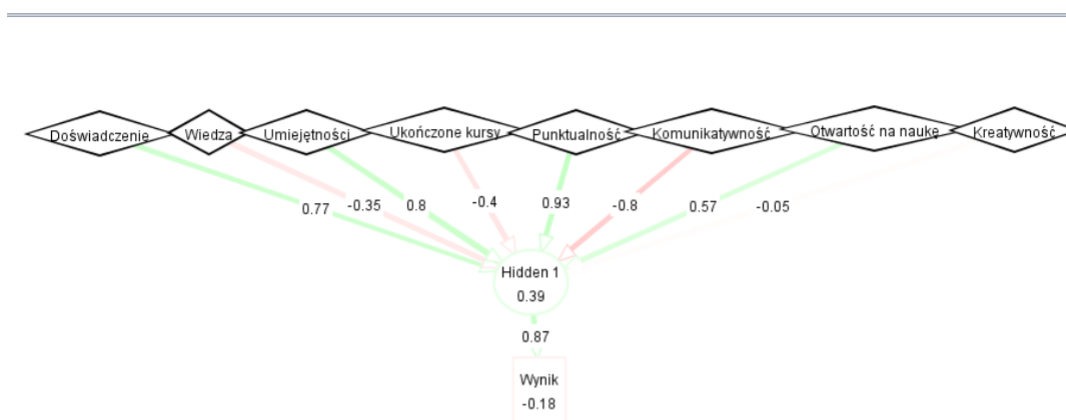
Edit

Select None

Close Window

c. Na danych z punktu b) dokonać uczenia dowolnie skonstruowanej sieci.

Finished 51 steps. Training Error: 1.4589  
Test Error: 0.654



Test Results

**Correctly Predicted Examples (2):**

Doświadczenie	Wiedza	Umiejętności	Ukończone kursy	Punktualność	Komunikatywność	Otwartość na naukę	Kreatywność	Wynik	Predicted Value
1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.6358	
0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.5919	

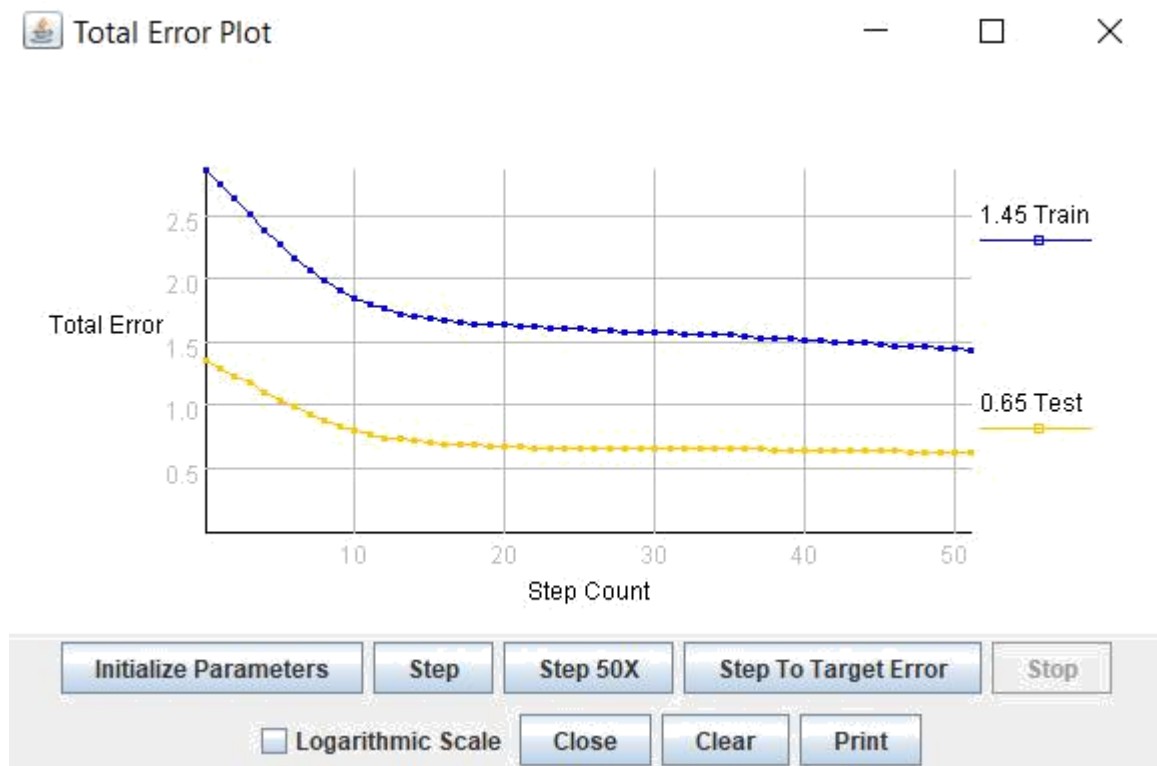
**Incorrectly Predicted Examples (1):**

Doświadczenie	Wiedza	Umiejętności	Ukończone kursy	Punktualność	Komunikatywność	Otwartość na naukę	Kreatywność	Wynik	Predicted Value
0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.5956	

Input range threshold of classification:

Predicted Correctly: 66%  
Predicted Incorrectly: 34%  
Select an output to analyze:

rys. klasyfikacja sieci dla 51 kroków



rys. wykres błędu training/test dla 51 kroków

*d. Dokonać klasyfikacji nowych obiektów, tj. obiektów z punktu a) (Solve → Calculate Output).*

*3 pierwsze obiekty wybrane z listy treningowej*

Input Values:	Hidden 1	Output Values:
Doświadczenie: 1	0.9045	Wynik: 0.6469
Wiedza: 1		
Umiejętności: 1		
Ukończone kursy: 0		
Punktualność: 1		
Komunikatywność: 1		
Otwartość na naukę: 1		
Kreatywność: 1		

Input Values:	Hidden 1	Output Values:
Doświadczenie: 1	0.8021	Wynik: 0.6263
Wiedza: 0		
Umiejętności: 0		
Ukończone kursy: 1		
Punktualność: 1		
Komunikatywność: 1		
Otwartość na naukę: 1		
Kreatywność: 1		

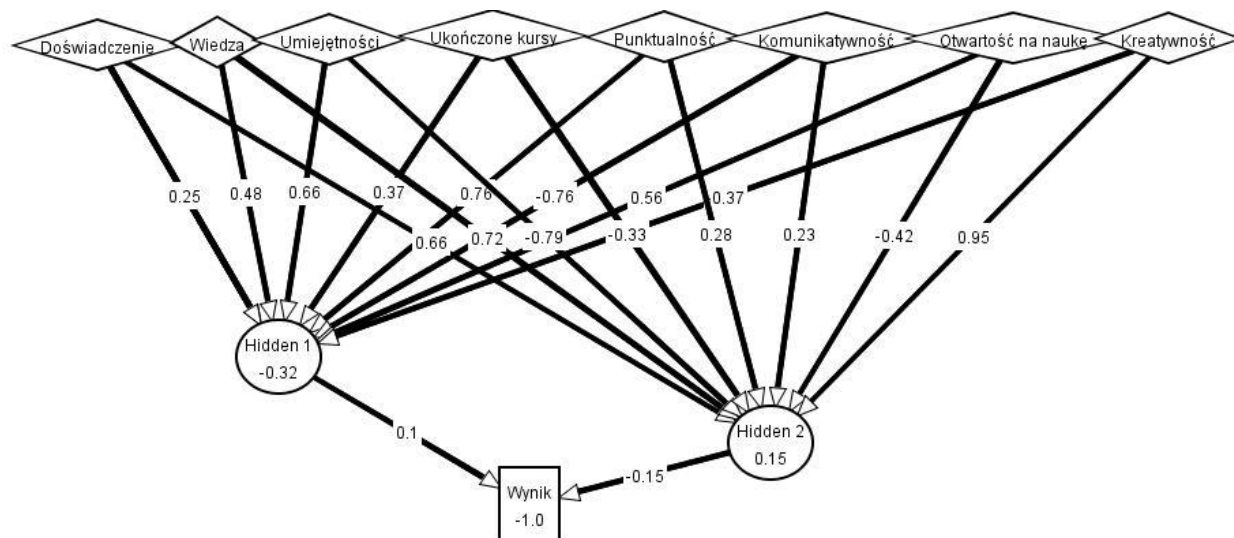
  

Input Values:	Hidden 1	Output Values:
Doświadczenie: 0	0.6354	Wynik: 0.5919
Wiedza: 1		
Umiejętności: 1		
Ukończone kursy: 0		
Punktualność: 0		
Komunikatywność: 1		
Otwartość na naukę: 1		
Kreatywność: 1		

rys. klasyfikacja obiektów (Solve → Calculate Output)

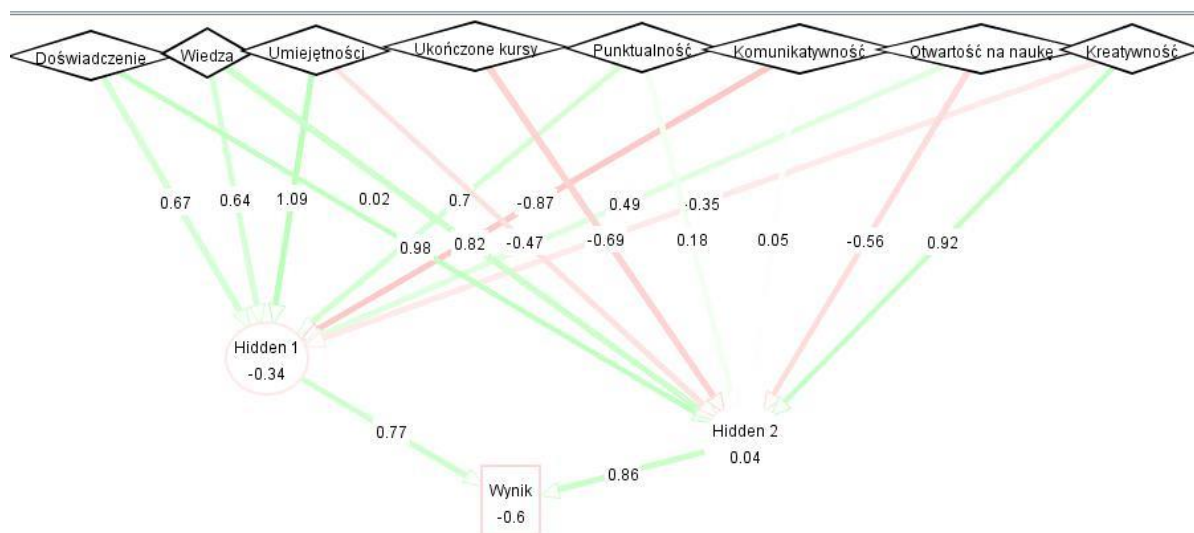
e. Powtórzyć dwukrotnie zadania z punktów c) i d), stosując za każdym razem inną dowolnie skonstruowaną sieć. W każdym z trzech eksperymentów ma być zachowany ten sam podział na część treningową i testową.

### 1. Sieć z 1 warstwą (2 neurony ukryte) - funkcja Sigmoid



rys. schemat połączeń sieci neuronowej

Finished 51 steps. Training Error: 1.3096  
Test Error: 0.7



Test Results

Correctly Predicted Examples (2):

Doświadczenie	Wiedza	Umiejętności	Ukończone kursy	Punktualność	Komunikatywność	Otwartość na naukę	Kreatywność	Wynik	Predicted Value
0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.6206		
0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.5981	

Incorrectly Predicted Examples (1):

Doświadczenie	Wiedza	Umiejętności	Ukończone kursy	Punktualność	Komunikatywność	Otwartość na naukę	Kreatywność	Wynik	Predicted Value
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.6281	

Input range threshold of classification:

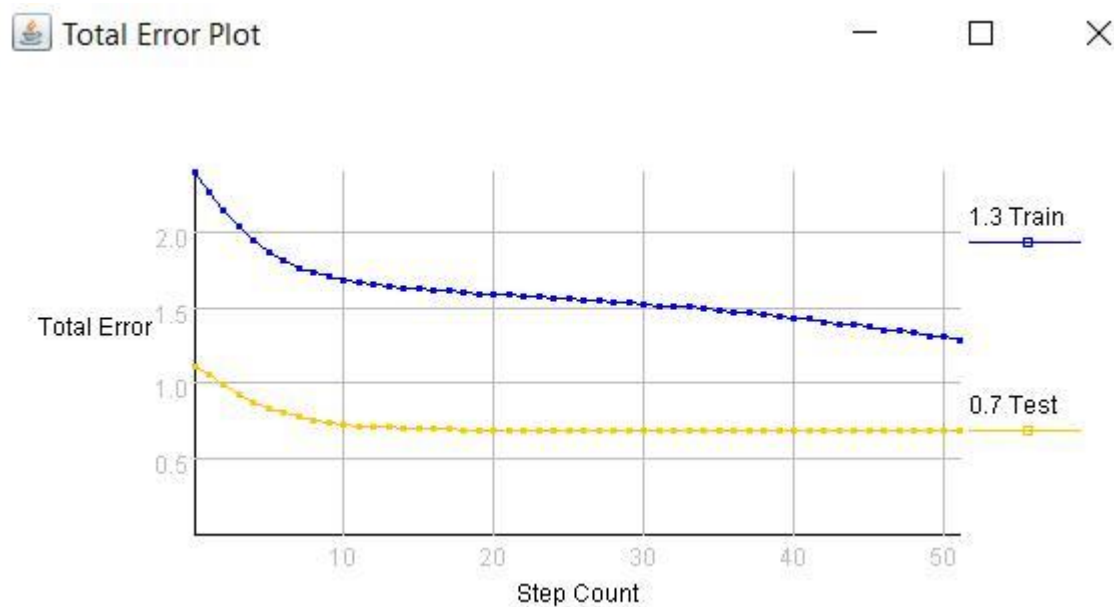
Predicted Correctly: 66%

Predicted Incorrectly: 34%

Select an output to analyze:

☒ Wynik

rys. klasyfikacja sieci dla 51 kroków



rys. wykres błędu training/test dla 51 kroków

Calculate Output

Input Values:

Doświadczenie

1

Wiedza

0

Umiejętności

0

Ukończone kursy

1

Punktualność

1

Komunikatywność

1

Otwartość na naukę

1

Kreatywność

1

Hidden Values:

Hidden 1

0.4415

Hidden 2

0.7131

Output Values:

Wynik

0.5859

Calculate

Cancel

Calculate Output

Input Values:

Doświadczenie

1

Wiedza

1

Umiejętności

1

Ukończone kursy

0

Punktualność

1

Komunikatywność

1

Otwartość na naukę

1

Kreatywność

1

Hidden Values:

Hidden 1

0.813

Hidden 2

0.8755

Output Values:

Wynik

0.684

Calculate

Cancel

Calculate Output

Input Values:

Doświadczenie

0

Wiedza

1

Umiejętności

1

Ukończone kursy

1

Punktualność

1

Komunikatywność

1

Otwartość na naukę

1

Kreatywność

1

Hidden Values:

Hidden 1

0.7976

Hidden 2

0.5685

Output Values:

Wynik

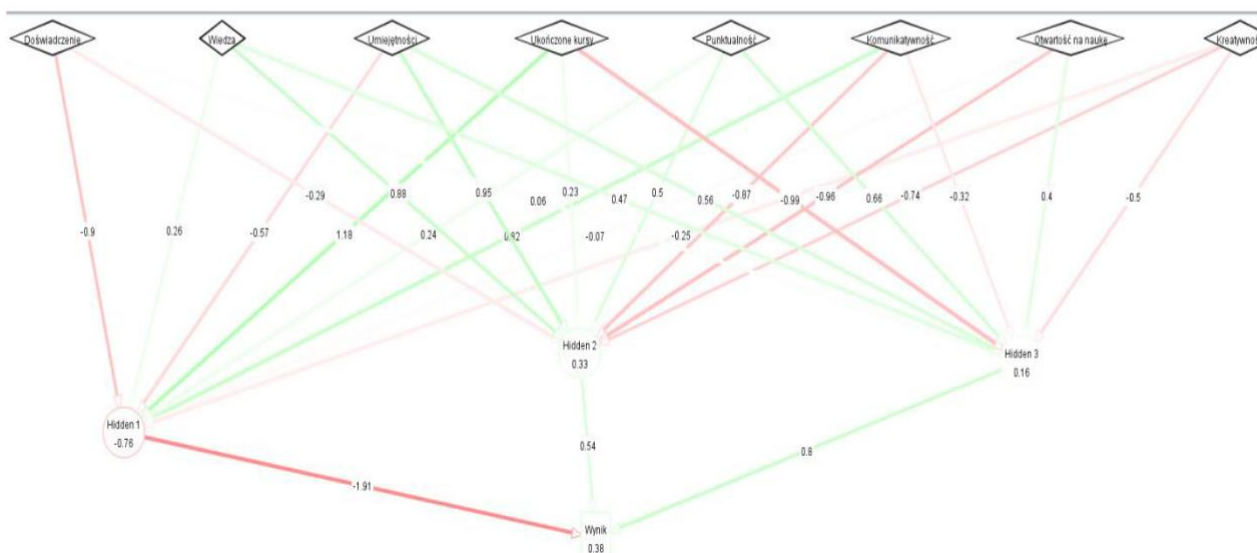
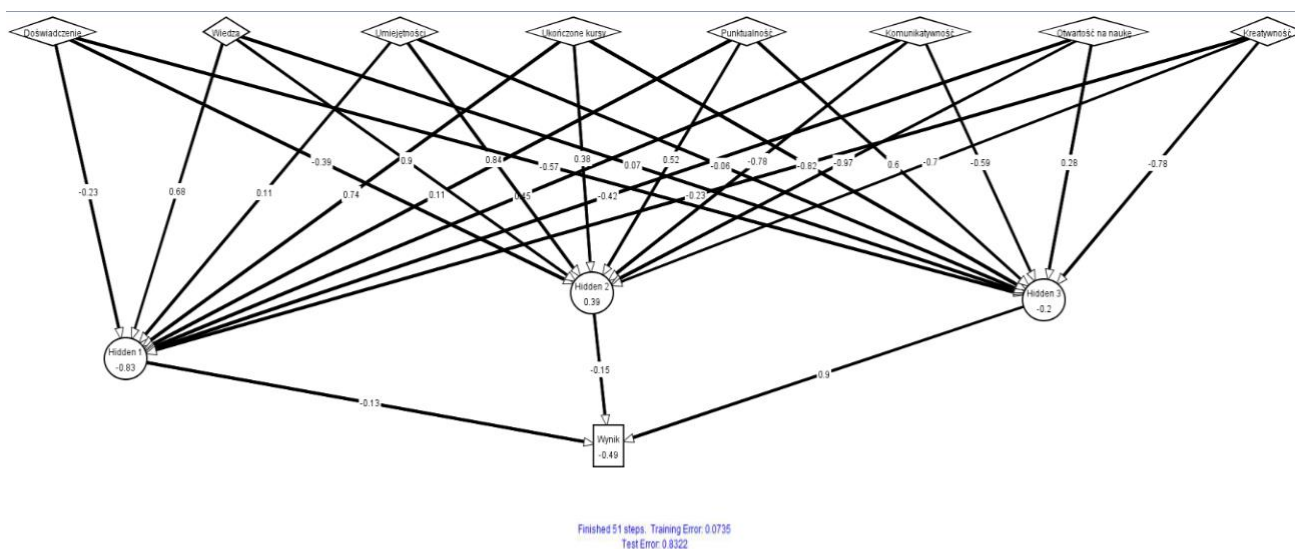
0.6218

Calculate

Cancel

rys. klasyfikacja obiektów (Solve → Calculate Output)

## 2. Sieć z 2 warstwami (3 neurony ukryte) - funkcja Tanh(tangens hiperboliczny)





**Test Results**

**Correctly Predicted Examples (2):**

Doświadczenie	Wiedza	Umiejętności	Ukończone kursy	Punktualność	Komunikatywność	Otwartość na naukę	Kreatywność	Wynik	Predicted Value
0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.8402	
0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.7372	

**Incorrectly Predicted Examples (1):**

Doświadczenie	Wiedza	Umiejętności	Ukończone kursy	Punktualność	Komunikatywność	Otwartość na naukę	Kreatywność	Wynik	Predicted Value
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.8589	

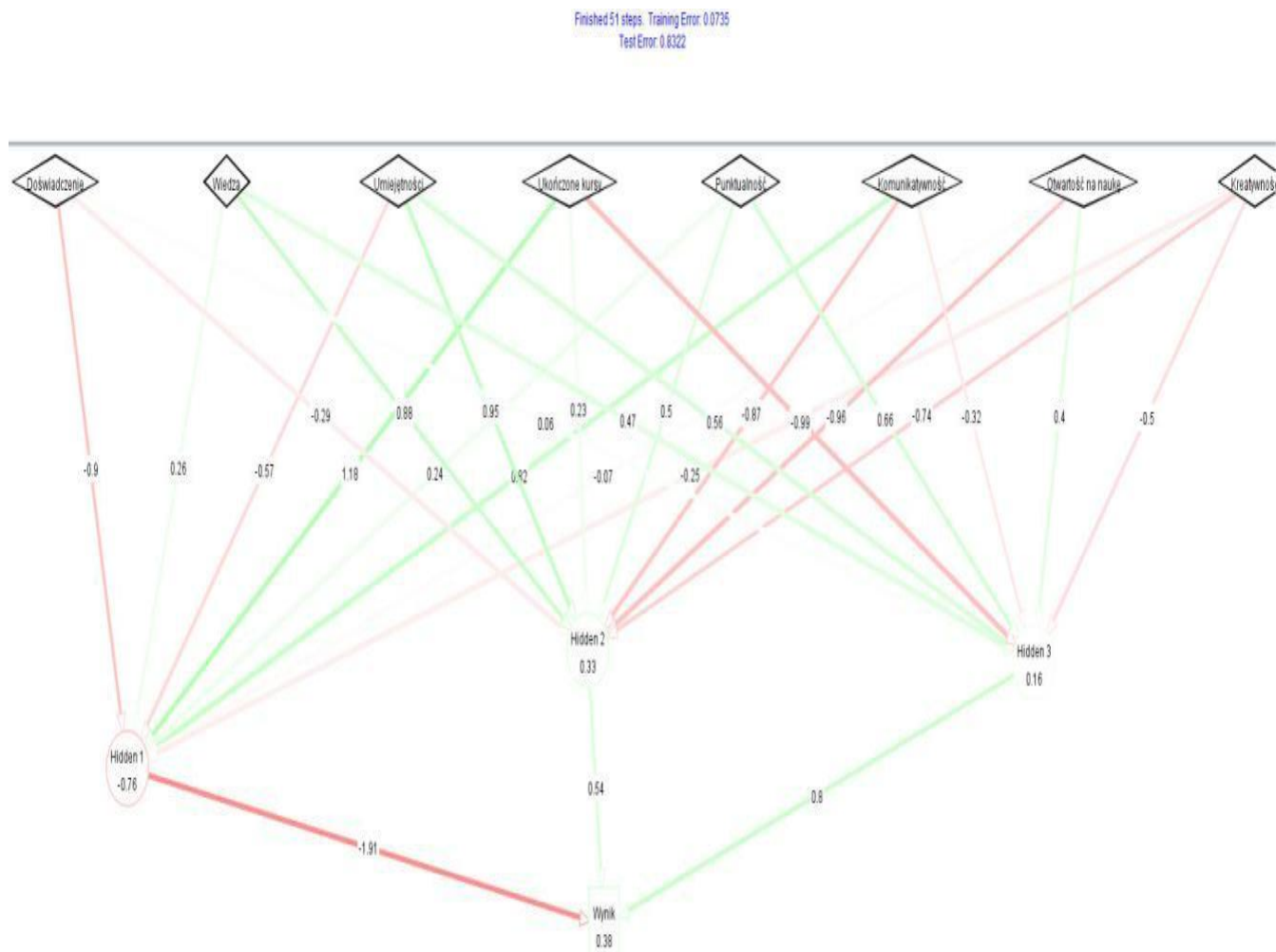
Input range threshold of classification:

Predicted Correctly: 66%  
 Predicted Incorrectly: 34%  
 Select an output to analyze:

☒ Wynik

Close

rys. klasyfikacja sieci dla 51 kroków







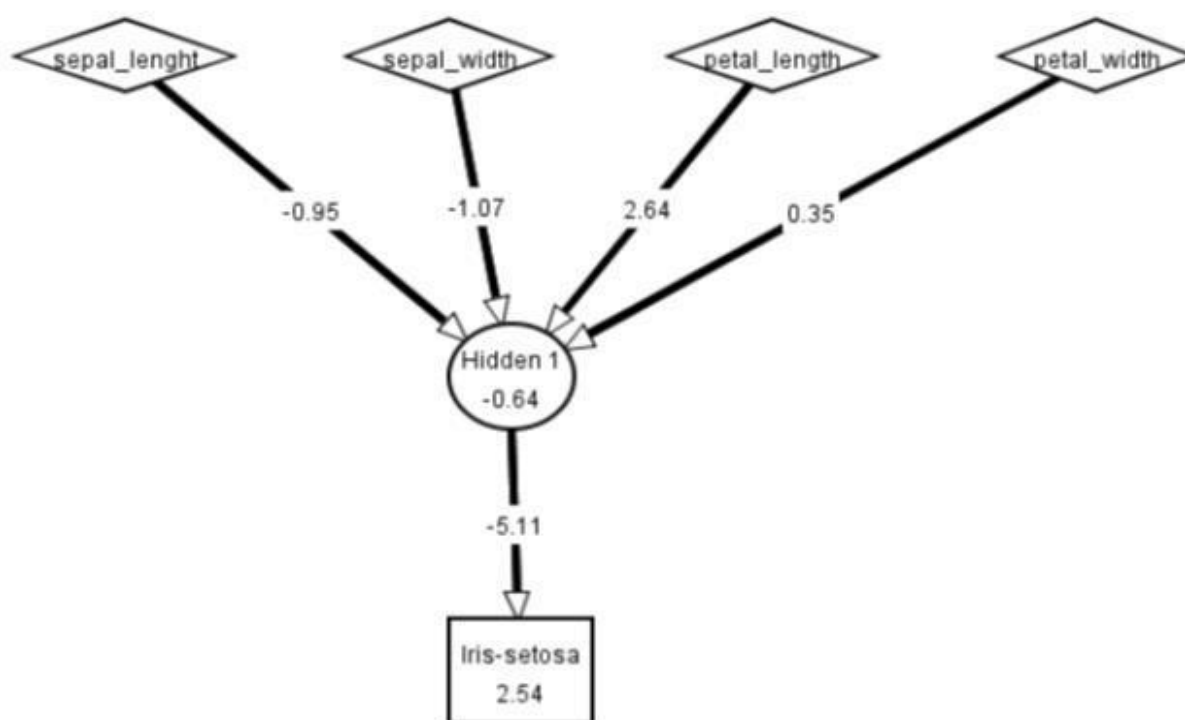
warstwę ukrytą i dwoma neuronami był niższy od błędu dla danych treningowych. Natomiast dla sieci z dwoma warstwami ukrytymi oraz trzema neuronami po pewnym czasie błąd dla 3 nowych obiektów przewyższa dane treningowe. Ponadto podczas klasyfikacji obiektów zauważono, że w pierwszym obiekcie z listy wyniki stale maleją, natomiast w dwóch pozostałych następuje przyrost.

### Wnioski:

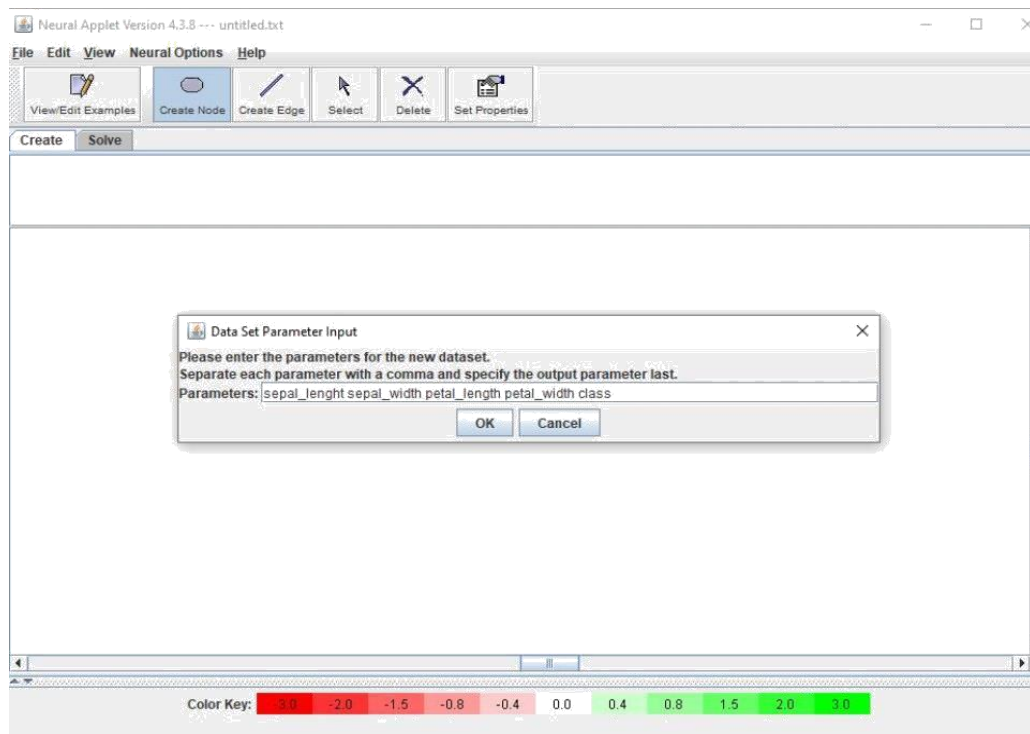
Na podstawie powyższych danych otrzymanych podczas przyuczenia sieci neuronowych można stwierdzić, że wyniki klasyfikacji zależą w dużej mierze od wylosowanych danych. Wyniki są gorsze oczekiwanych, ponieważ w każdym z przypadków klasyfikacje są identyczne, być może jest to spowodowane zbyt małą ilością kroków dla tak dużej ilości atrybutów. Dodatkowo dla przedstawionych danych błąd testowy stale wzrasta, co oznacza, że sieć traci zdolność uogólnienia i przerywa się trening, co doskonale obrazuje ostatni wykres.

## Zadanie 2

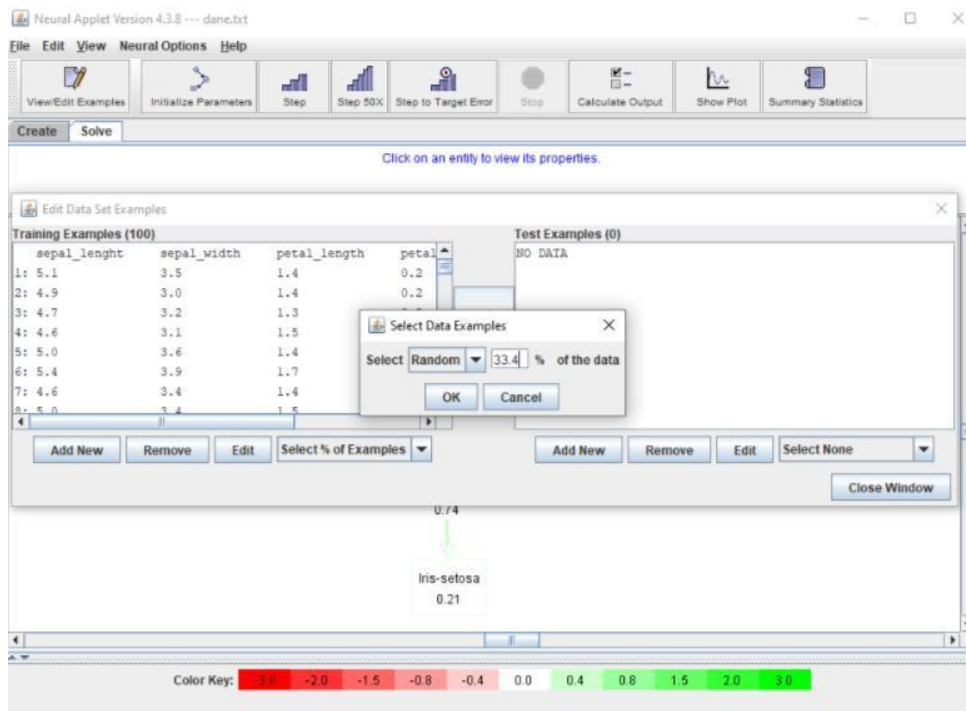
2. Dokonać klasyfikacji danych zaproponowanych przez prowadzącego zajęcia.



a. Wczytać zbiór danych (sieć o jednej warstwie ukrytej zawierającej jeden neuron).



- b. Dokonać losowego podziału zbioru danych na część treningową i testową w stosunku 2 : 1.



- c. Dokonać uczenia sieci. Sprawdzić wynik klasyfikacji.

Node Properties Dialog

Node name:
Hidden 1

Parameter :
-0.40824297306606394

Parameter (for sepal\_lenght):
0.7482877347285299

Parameter (for sepal\_width):
-0.6216040779460579

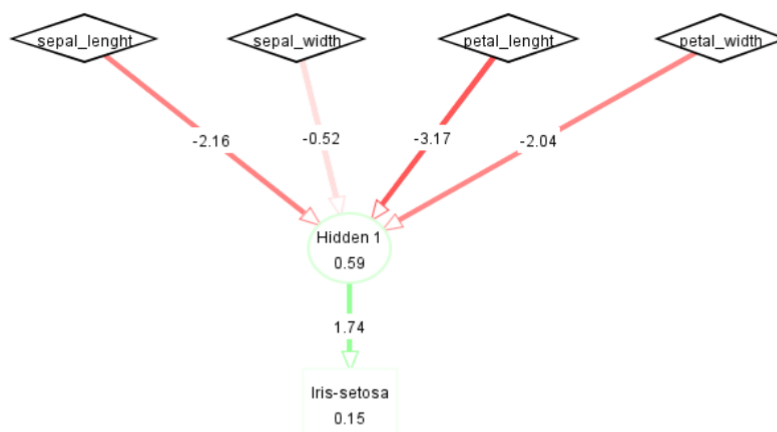
Parameter (for petal\_lenght):
-0.28169535666580936

Parameter (for petal\_width):
0.9168170450705297

☒ Sigmoid Function
☐ Linear Function

☐ Tanh Function
☐ Exponential Function

OK
Cancel



Test Results

Correctly Predicted Examples (14):					
4.8	3.0	1.4	0.1	1.0	0.5373
5.4	3.9	1.3	0.4	1.0	0.5373
5.7	3.8	1.7	0.3	1.0	0.5373
5.1	3.8	1.5	0.3	1.0	0.5373
5.1	3.3	1.7	0.5	1.0	0.5373
4.8	3.4	1.9	0.2	1.0	0.5373
5.4	3.4	1.5	0.4	1.0	0.5373
5.1	3.4	1.5	0.2	1.0	0.5373
4.5	2.3	1.3	0.3	1.0	0.5373
5.1	3.8	1.6	0.2	1.0	0.5373
Incorrectly Predicted Examples (19):					
7.7	2.8	6.7	2.0	0.0	0.5373
6.7	3.3	5.7	2.1	0.0	0.5373
6.2	2.8	4.8	1.8	0.0	0.5373
7.2	3.0	5.8	1.6	0.0	0.5373
7.4	2.8	6.1	1.9	0.0	0.5373
6.1	2.6	5.6	1.4	0.0	0.5373
6.3	3.4	5.6	2.4	0.0	0.5373
6.4	3.1	5.5	1.8	0.0	0.5373
6.7	3.3	5.7	2.5	0.0	0.5373
6.3	2.5	5.0	1.9	0.0	0.5373

Input range threshold of classification: 0.5

Predicted Correctly: 42%

Predicted Incorrectly: 58%

Select an output to analyze:
☒ Iris-setosa

Close

rys. klasyfikacja sieci dla 50 kroków

Analizując otrzymane dane po przyuczeniu sieci można dostrzec, że przewidywanie jest w 100%

bezbłędne.



rys. wykres błędu training/test dla 50 kroków

Na podstawie wykresu można spostrzec, że wynik kombinacji testowej jest bardziej dokładniejszy.

d. Uczenie sieci powtórzyć przy następujących ustawieniach parametrów:

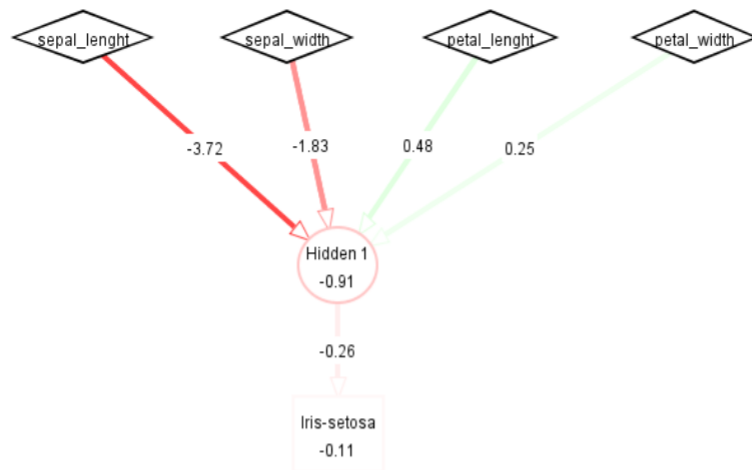
- Trzy testy przy zastosowaniu pozostałych funkcji aktywacji.

a. przy zastosowaniu funkcji Tanh( tangens hiperboliczny )

The figure shows a "Node Properties Dialog" box for a node named "Hidden 1". It contains several input fields for parameters and checkboxes for activation functions.

Property	Value
Node name:	Hidden 1
Parameter :	-0.9146526277628662
Parameter (for sepal_lenght):	-3.72231673430193
Parameter (for sepal_width):	-1.8280083489464514
Parameter (for petal_lenght):	0.48115968395937236
Parameter (for petal_width):	0.2519498610763591
<input type="checkbox"/> Sigmoid Function	<input type="checkbox"/> Linear Function
<input checked="" type="checkbox"/> Tanh Function	<input type="checkbox"/> Exponential Function

Buttons: OK, Cancel



Test Results

Correctly Predicted Examples (14):

4.8	3.0	1.4	0.1	1.0	0.5373
5.4	3.9	1.3	0.4	1.0	0.5373
5.7	3.8	1.7	0.3	1.0	0.5373
5.1	3.8	1.5	0.3	1.0	0.5373
5.1	3.3	1.7	0.5	1.0	0.5373
4.8	3.4	1.9	0.2	1.0	0.5373
5.4	3.4	1.5	0.4	1.0	0.5373
5.1	3.4	1.5	0.2	1.0	0.5373
4.5	2.3	1.3	0.3	1.0	0.5373
5.1	3.8	1.6	0.2	1.0	0.5373

Incorrectly Predicted Examples (19):

7.7	2.8	6.7	2.0	0.0	0.5373
6.7	3.3	5.7	2.1	0.0	0.5373
6.2	2.8	4.8	1.8	0.0	0.5373
7.2	3.0	5.8	1.6	0.0	0.5373
7.4	2.8	6.1	1.9	0.0	0.5373
6.1	2.6	5.6	1.4	0.0	0.5373
6.3	3.4	5.6	2.4	0.0	0.5373
6.4	3.1	5.5	1.8	0.0	0.5373
6.7	3.3	5.7	2.5	0.0	0.5373
6.3	2.5	5.0	1.9	0.0	0.5373

Input range threshold of classification: 0.5

Predicted Correctly: 42%

Predicted Incorrectly: 58%

Select an output to analyze:

☒ Iris-setosa

Close

rys. klasyfikacja sieci dla 50 kroków



rys. wykres błędu training/test dla 50 kroków

**b. przy użyciu funkcji liniowej**

Node Properties Dialog

Node name: Hidden 1

Parameter : 0.5936758607111414

Parameter (for sepal\_lenght): 3.078826537160703

Parameter (for sepal\_width): 0.5084107358795665

Parameter (for petal\_lenght): 4.454394643804431

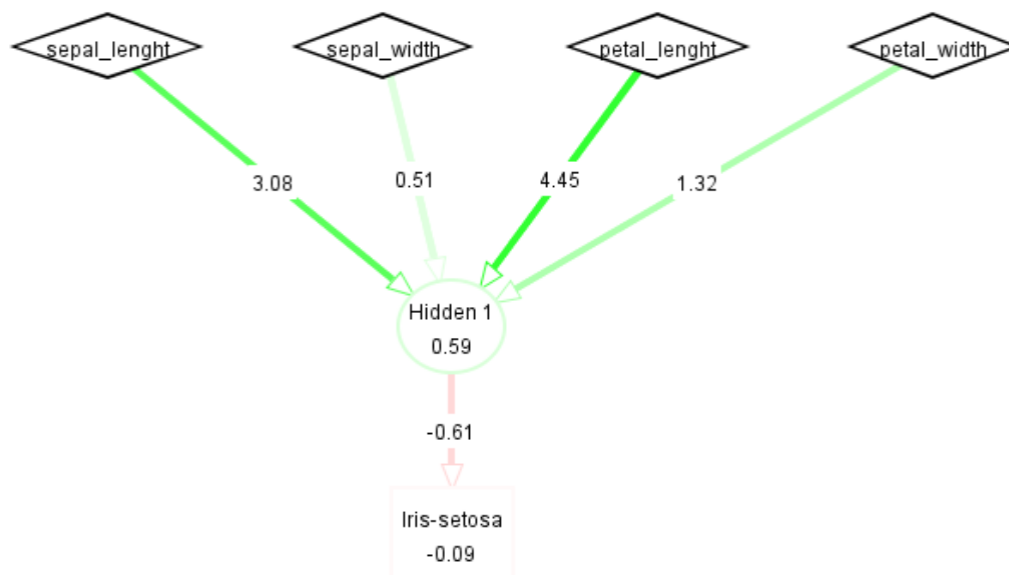
Parameter (for petal\_width): 1.3187419115389676

☐ Sigmoid Function ☒ Linear Function

☐ Tanh Function ☐ Exponential Function

OK Cancel





**Test Results**

Correctly Predicted Examples (19):

7.7	2.8	6.7	2.0	0.0	0.0
6.7	3.3	5.7	2.1	0.0	0.0
6.2	2.8	4.8	1.8	0.0	0.0
7.2	3.0	5.8	1.6	0.0	0.0
7.4	2.8	6.1	1.9	0.0	0.0
6.1	2.6	5.6	1.4	0.0	0.0
6.3	3.4	5.6	2.4	0.0	0.0
6.4	3.1	5.5	1.8	0.0	0.0
6.7	3.3	5.7	2.5	0.0	0.0
6.3	2.5	5.0	1.9	0.0	0.0

Incorrectly Predicted Examples (14):

4.8	3.0	1.4	0.1	1.0	0.0
5.4	3.9	1.3	0.4	1.0	0.0
5.7	3.8	1.7	0.3	1.0	0.0
5.1	3.8	1.5	0.3	1.0	0.0
5.1	3.3	1.7	0.5	1.0	0.0
4.8	3.4	1.9	0.2	1.0	0.0
5.4	3.4	1.5	0.4	1.0	0.0
5.1	3.4	1.5	0.2	1.0	0.0
4.5	2.3	1.3	0.3	1.0	0.0
5.1	3.8	1.6	0.2	1.0	0.0

Input range threshold of classification: 0.5

Predicted Correctly: 57%

Predicted Incorrectly: 43%

Select an output to analyze:

☒ Iris-setosa

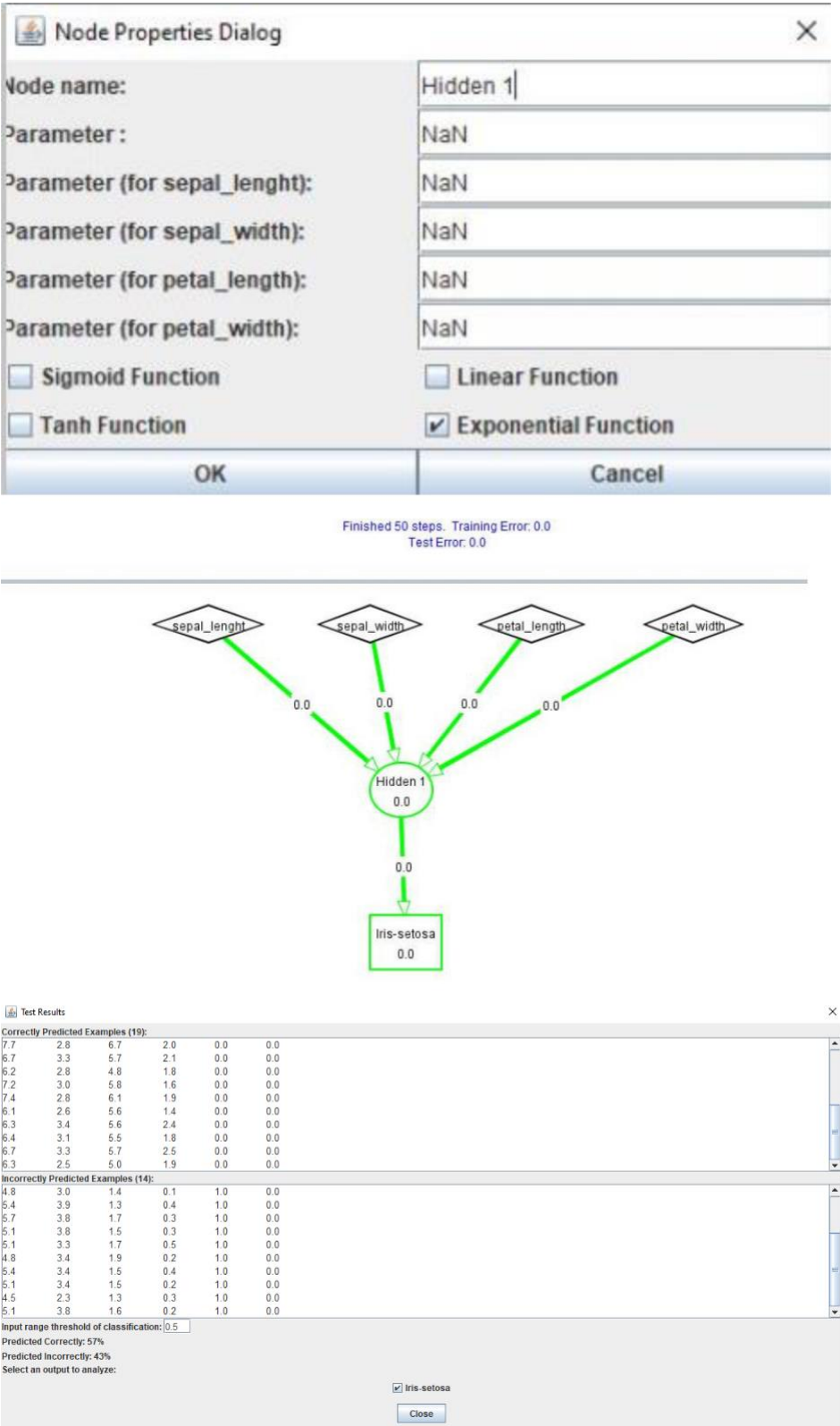
Close

rys. klasyfikacja sieci dla 50 kroków

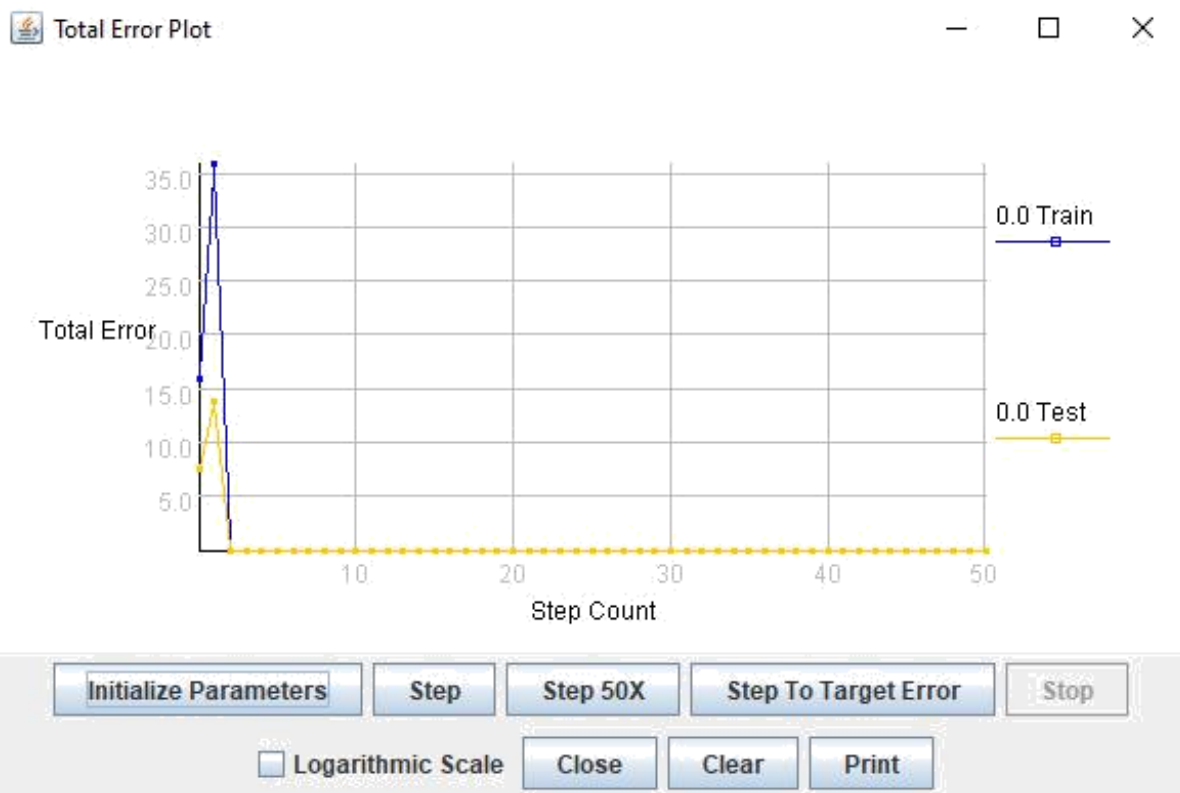


rys. wykres błędu training/test dla 50 kroków

**c. przy użyciu funkcji Exponential Function**

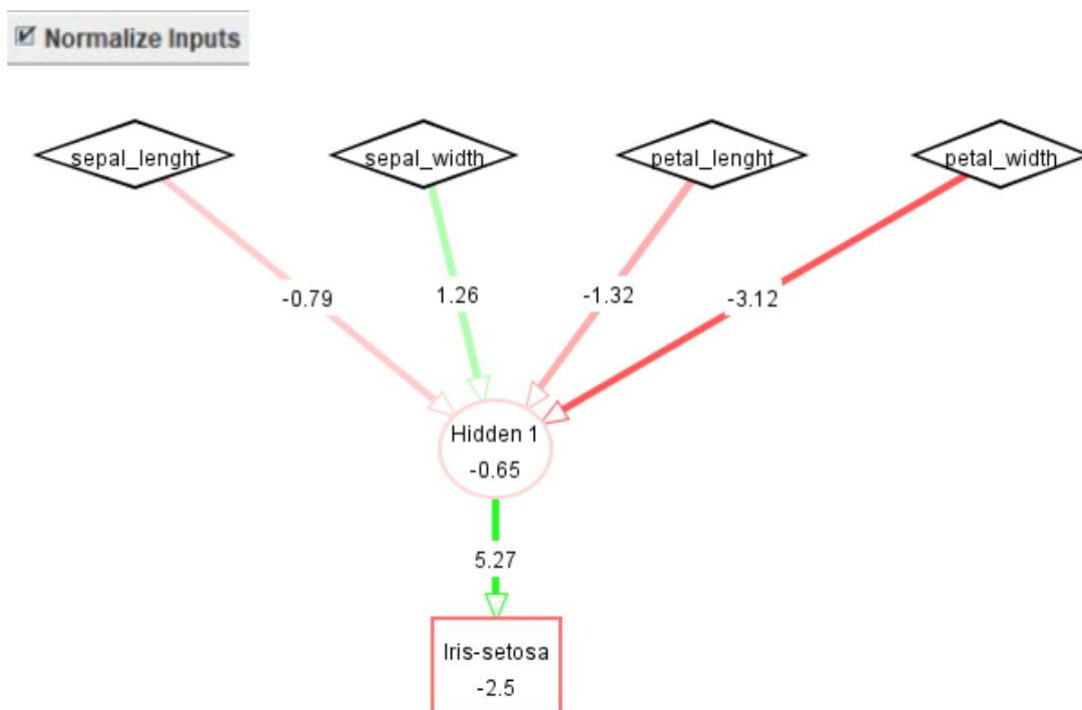


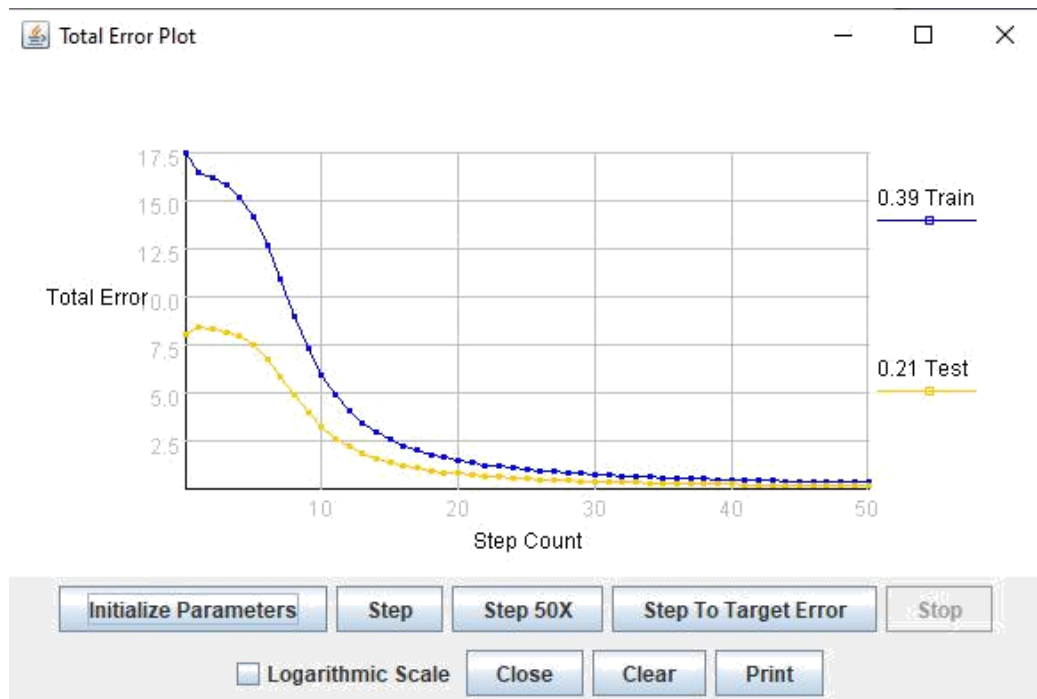
rys. klasyfikacja sieci dla 50 kroków



rys. wykres błędu training/test dla 50 kroków

- Jeden test przy zastosowaniu normalizacji danych wejściowych (Neural Options → Normalize Inputs).





rys. wykres błędu training/test dla 50 kroków

Test Results

Correctly Predicted Examples (33):

7.7	2.8	6.7	2.0	0.0	0.0784
6.7	3.3	5.7	2.1	0.0	0.0845
6.2	2.8	4.8	1.8	0.0	0.0964
7.2	3.0	5.8	1.6	0.0	0.0936
7.4	2.8	6.1	1.9	0.0	0.0808
6.1	2.6	5.6	1.4	0.0	0.1109
6.3	3.4	5.6	2.4	0.0	0.0813
6.4	3.1	5.5	1.8	0.0	0.0952
6.7	3.3	5.7	2.5	0.0	0.0788
6.3	2.5	5.0	1.9	0.0	0.0853

Input range threshold of classification: 0.5

Predicted Correctly: 100%

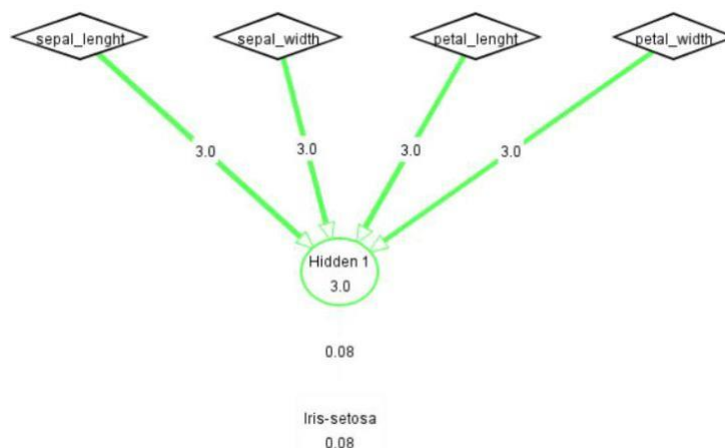
Predicted Incorrectly: 0%

Select an output to analyze: ☒ Iris-setosa

Close

rys. klasyfikacja sieci dla 50 kroków

- Jeden test przy ustalonej indywidualnie stałej wartości parametru początkowego sieci neuronowej.



**Parameter Initialization Options**

☒ Constant Parameter Value: 3.0

☐ Random Parameter Bound: 1.0

OK Cancel

**Node Properties Dialog**

Node name: Hidden 1

Parameter: 3.0

Parameter (for sepal\_length): 3.0

Parameter (for sepal\_width): 3.0

Parameter (for petal\_length): 3.0

Parameter (for petal\_width): 3.0

☒ Sigmoid Function ☐ Linear Function

☐ Tanh Function ☐ Exponential Function

OK Cancel

**Test Results**

Correctly Predicted Examples (14):

4.8	3.0	1.4	0.1	1.0	0.5375
5.4	3.9	1.3	0.4	1.0	0.5375
5.7	3.8	1.7	0.3	1.0	0.5375
5.1	3.8	1.5	0.3	1.0	0.5375
5.1	3.3	1.7	0.5	1.0	0.5375
4.8	3.4	1.9	0.2	1.0	0.5375
5.4	3.4	1.5	0.4	1.0	0.5375
5.1	3.4	1.5	0.2	1.0	0.5375
4.5	2.3	1.3	0.3	1.0	0.5375
5.1	3.8	1.6	0.2	1.0	0.5375

Incorrectly Predicted Examples (19):

7.7	2.8	6.7	2.0	0.0	0.5375
6.7	3.3	5.7	2.1	0.0	0.5375
6.2	2.8	4.8	1.8	0.0	0.5375
7.2	3.0	5.8	1.6	0.0	0.5375
7.4	2.8	6.1	1.9	0.0	0.5375
6.1	2.6	5.6	1.4	0.0	0.5375
6.3	3.4	5.6	2.4	0.0	0.5375
6.4	3.1	5.5	1.8	0.0	0.5375
6.7	3.3	5.7	2.5	0.0	0.5375
6.3	2.5	5.0	1.9	0.0	0.5375

Input range threshold of classification: 0.5

Predicted Correctly: 42%

Predicted Incorrectly: 58%

Select an output to analyze: ☒ Iris-setosa

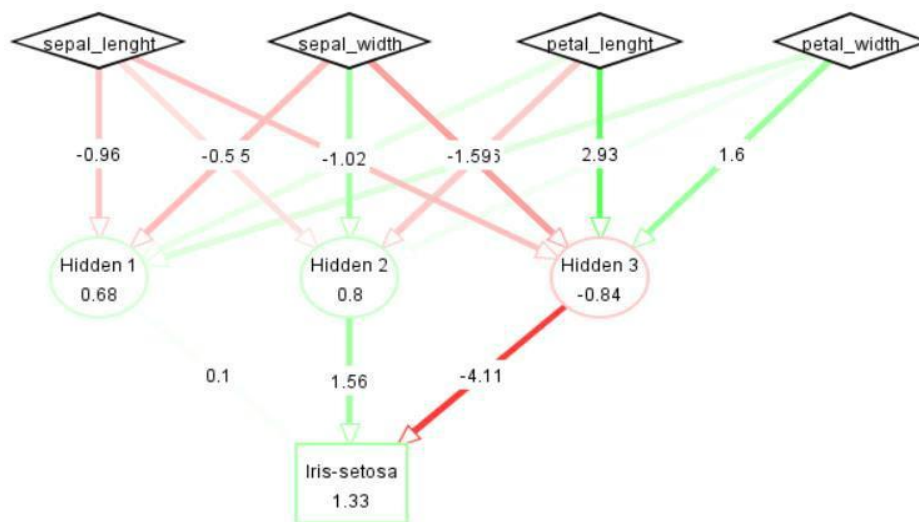
Close

rys. klasyfikacja sieci dla 50 kroków



rys. wykres błędu training/test dla 50 kroków

- Jeden test przy zastosowaniu sieci neuronowej składającej się z jednej warstwy ukrytej zawierającej trzy neurony.



rys. sieć neuronowa z 1 warstwą( 3 neurony) ukrytą

Test Results

Correctly Predicted Examples (33):

7.7	2.8	6.7	2.0	0.0	0.0595
6.7	3.3	5.7	2.1	0.0	0.067
6.2	2.8	4.8	1.8	0.0	0.0703
7.2	3.0	5.8	1.6	0.0	0.0623
7.4	2.8	6.1	1.9	0.0	0.0605
6.1	2.6	5.6	1.4	0.0	0.0626
6.3	3.4	5.6	2.4	0.0	0.0719
6.4	3.1	5.5	1.8	0.0	0.0669
6.7	3.3	5.7	2.5	0.0	0.0675
6.3	2.5	5.0	1.9	0.0	0.0646

Input range threshold of classification: 0.5

Predicted Correctly: 100%

Predicted Incorrectly: 0%

Select an output to analyze: ☒ Iris-setosa

Close

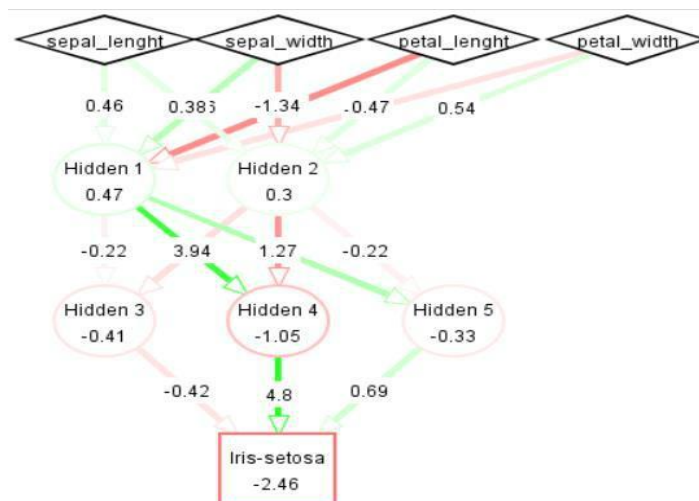
rys. klasyfikacja sieci dla 50 kroków



rys. wykres błędu training/test dla 50 kroków



- Jeden test przy zastosowaniu dowolnej sieci neuronowej (co najmniej dwie warstwy ukryte).



rys. sieć neuronowa z wieloma warstwami ukrytymi

Test Results

Correctly Predicted Examples (33):

7.7	2.8	6.7	2.0	0.0	0.1143
6.7	3.3	5.7	2.1	0.0	0.1193
6.2	2.8	4.8	1.8	0.0	0.1228
7.2	3.0	5.8	1.6	0.0	0.1176
7.4	2.8	6.1	1.9	0.0	0.1153
6.1	2.6	5.6	1.4	0.0	0.1174
6.3	3.4	5.6	2.4	0.0	0.1201
6.4	3.1	5.5	1.8	0.0	0.12
6.7	3.3	5.7	2.5	0.0	0.1181
6.3	2.5	5.0	1.9	0.0	0.1179

Input range threshold of classification: 0.5

Predicted Correctly: 100%

Predicted Incorrectly: 0%

Select an output to analyze:

☒ Iris-setosa

Close

rys. klasyfikacja sieci dla 50 kroków



rys. wykres błędu training/test dla 50 kroków

- d. Określić jak zmiany konstrukcji sieci wykonane w poszczególnych podpunktach wpływają na wynik klasyfikacji.

#### *Analiza :*

---

*W przypadku powyższych kombinacji zbioru 3 nowych obiektów oraz zbioru treningowego można zaobserwować , że najlepszy efekt przy 50 krokach otrzymaliśmy dla:*

- sieci neuronowej z wieloma warstwami ukrytymi (klasyfikacja-100%)*
- sieci neuronowej z 1 warstwą ( 3 neurony) ukrytą (klasyfikacja-100%)*
- sieci neuronowej podczas normalizacji (klasyfikacja-100%)*

*Natomiast najgorszym wyborem okazało się wybranie indywidualnie stałej wartości parametru początkowego neuronowej (klasyfikacja-42%) oraz przy zastosowaniu funkcji Tanh ( tangens hiperboliczny ).*

*Wykorzystując jedną warstwę z jednym neuronem (warstwa z parametrem wybranym przez nas ) błąd wynosił 8,48%(przy 50 krokach), jedna warstwa z 3 neuronami błąd jest równy 0,14%, natomiast przy użyciu wielu warstw błąd wynosi 0,38%.*

#### *Wnioski:*

- Na podstawie powyższych danych otrzymanych podczas przyuczenia sieci neuronowych można dostrzec, że wyniki klasyfikacji zależą w dużej mierze od wylosowanych danych. W zależności od podziału, możemy otrzymać bardzo dobre wyniki bez potrzeby normalizacji czy przedstawiania neuronów oraz słabsze wyniki przy źle skonstruowanej sieci (metoda prób i błędów).*
- Po pewnej ilości kroków sieć nie uczy się wcale.*
- W celu uzyskania lepszych wyników kwalifikacji, należy zastosować więcej warstw ukrytych(z wieloma neuronami).*
- Przy większej ilości neuronów, nasza sieć lepiej się uczy.*
- Istotny wpływ na otrzymane wyniki mają też neurony ukryte, ponieważ ich zwiększona ilość nie zawsze wpływa korzystnie na wyniki.*
- Jeśli sieć będzie miała zbyt mało neuronów, to nie będzie w stanie poprawnie się uczyć czy realizować skomplikowanych procesów. Z drugiej strony zbyt duża liczba neuronów będzie prowadziła do znacznego wydłużenia czasu liczenia, jak i bardzo często do przeuczenia.*