



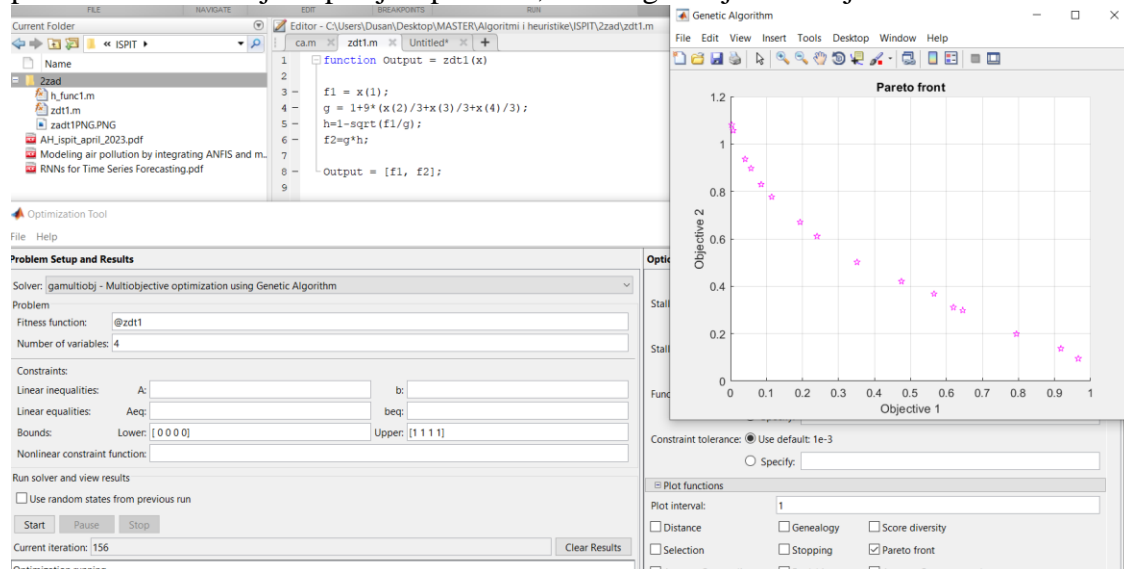
Projekat iz predmeta Algoritamske heuristike
Dušan Radišić E1 50-2022

Sadržaj

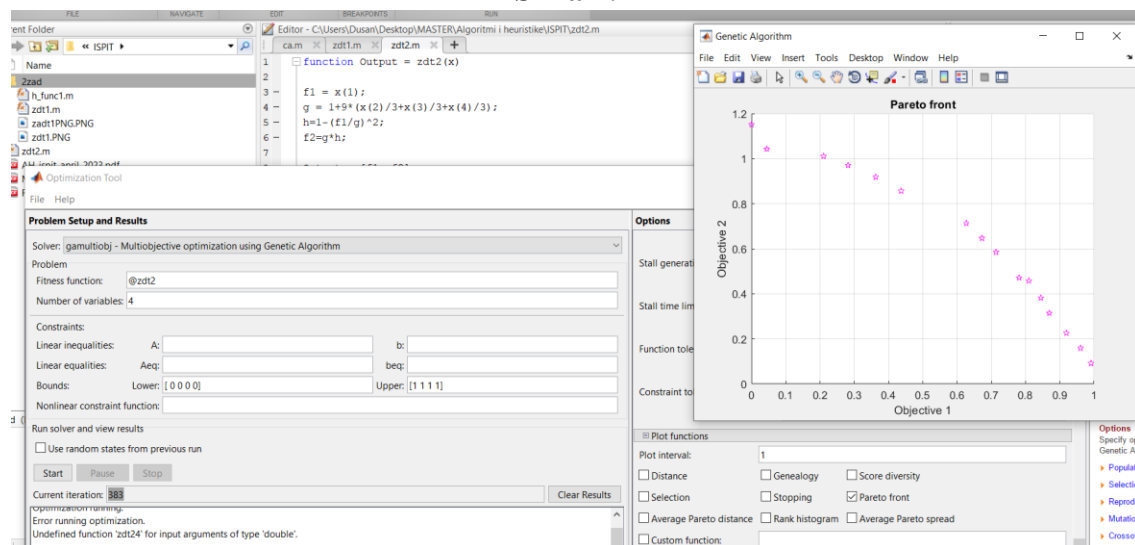
1. Drugi zadatak - <i>Multiobj.</i> Optimizacije, Pareto front	1
2. Prvi zadatak- ANFIS predikcija indeksa kvaliteta vazduha	4
3. Treći zadatak- Predikcija vremenskih serija korišćenjem Rekurentnih neuralnih mreža, RNN	8

1. Drugi zadatak - *Multiobj.* optimizacije, Pareto front

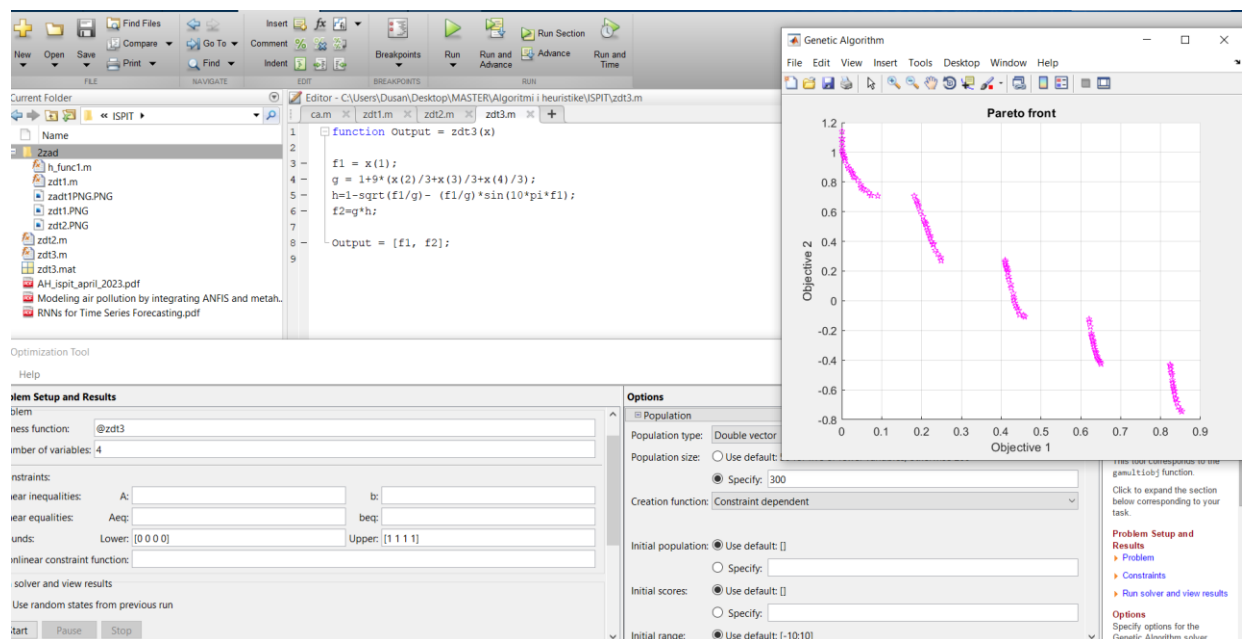
Slede redom slike ekrana, po primerima u drugom zadatku. Na slikama je prikazan kod koji opisuje problem, konfiguracija GUI-ja i Pareto front.



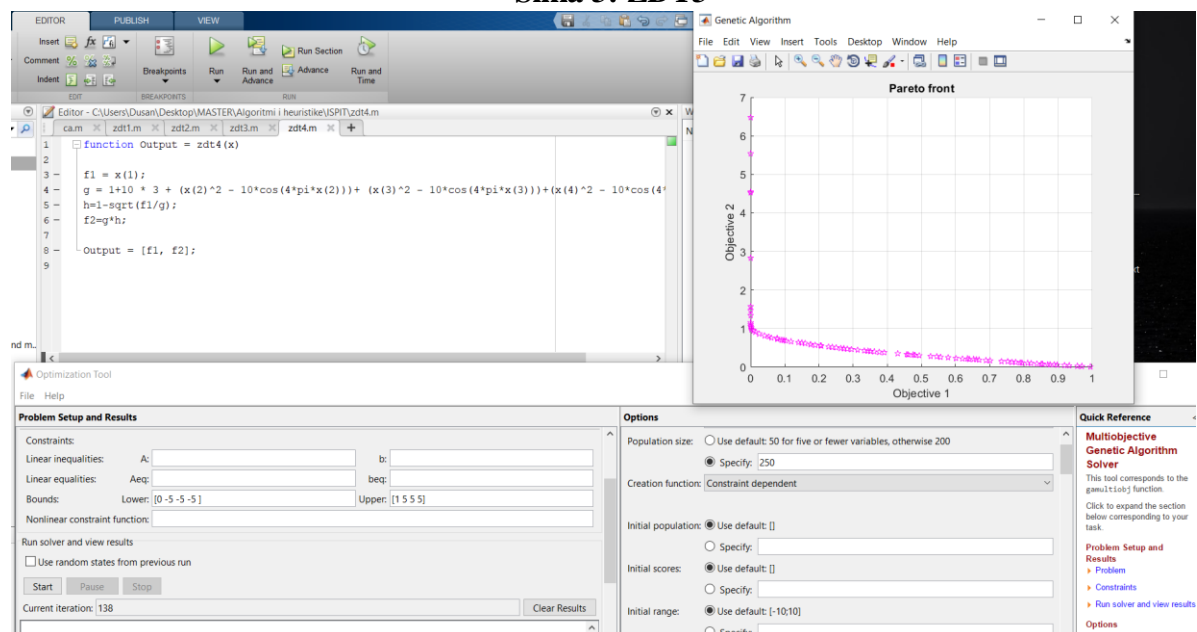
Slika 1: ZDT1



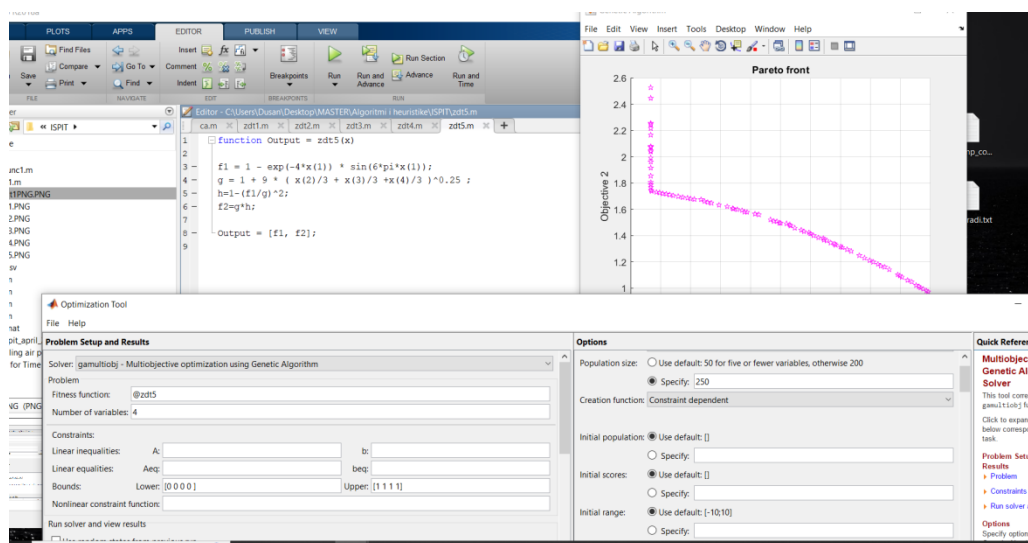
Slika 2: ZDT2



Slika 3: ZDT3



Slika 4: ZDT4



Slika 5: ZDT5

Koraci:

- Definisanje funkcija u MATLAB jeziku
- Otvaranje GUI-ja, konfigurirati ga da rešava *Multiobjective* optimizaciju koristeći genetskog algoritma, postavljanje fitnes funkcije, ograničenja, broja jedinki
- Prikaz Pareto fronta

Šta je Pareto front?

Zamislamo da imamo dve (ili više) međusobno zavisne funkcije koje treba da budu najbolje moguće (nekad želimo da maksimizujemo obe, nekad da ih minimizujemo, a nekad jednu da maksimizujemo, drugu da minimizujemo). Postavimo ih u dvodimenzijalnu ravan, tako da smatramo da, što je funkcija bolja, da je dalja koordinatnom početku.

Jedna tačka u ravni označava dvojku (f_1, f_2) i svojim položajem (koordinatama) pokazuje koliko su funkcije optimizovane, i koji je odnos između njih. Uvek će se morati tražiti kompromis između jedne i druge funkcije, ako zavise jedna od druge.

Tačke koje su bolji po obe funkcije se nazivaju Pareto poboljšanja. Ako pratimo poboljšanje (u Dekartovoj ravni ovo se prevodi kao udaljavanje od te tačke u smeru suprotnom koordinatnom početku), u jednom trenutku dolazimo do tačke od koje ne postoji bolja tačka po obe funkcije. Skup takvih tačaka sačinjavaju Pareto front.

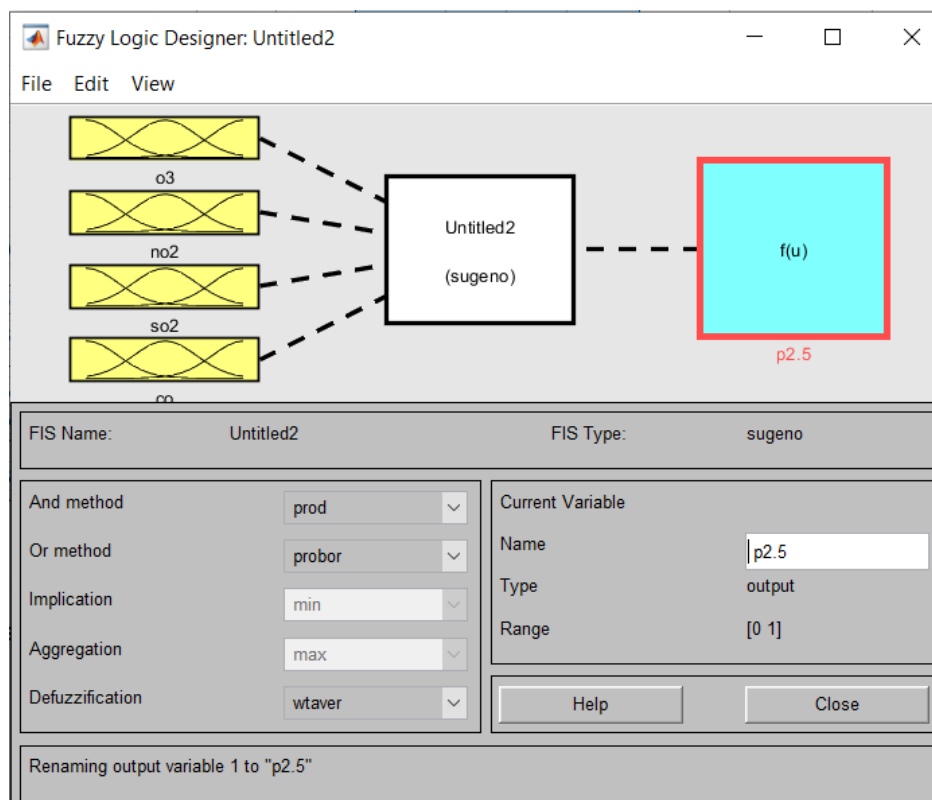
Ovo važi ne samo za dve, nego za proizvoljan broj funkcija koje se optimizuju.

Ukratko: Pareto front je skup tačaka od kojih ne postoji tačka koja je bolja po svim funkcijama koje se optimizuju.

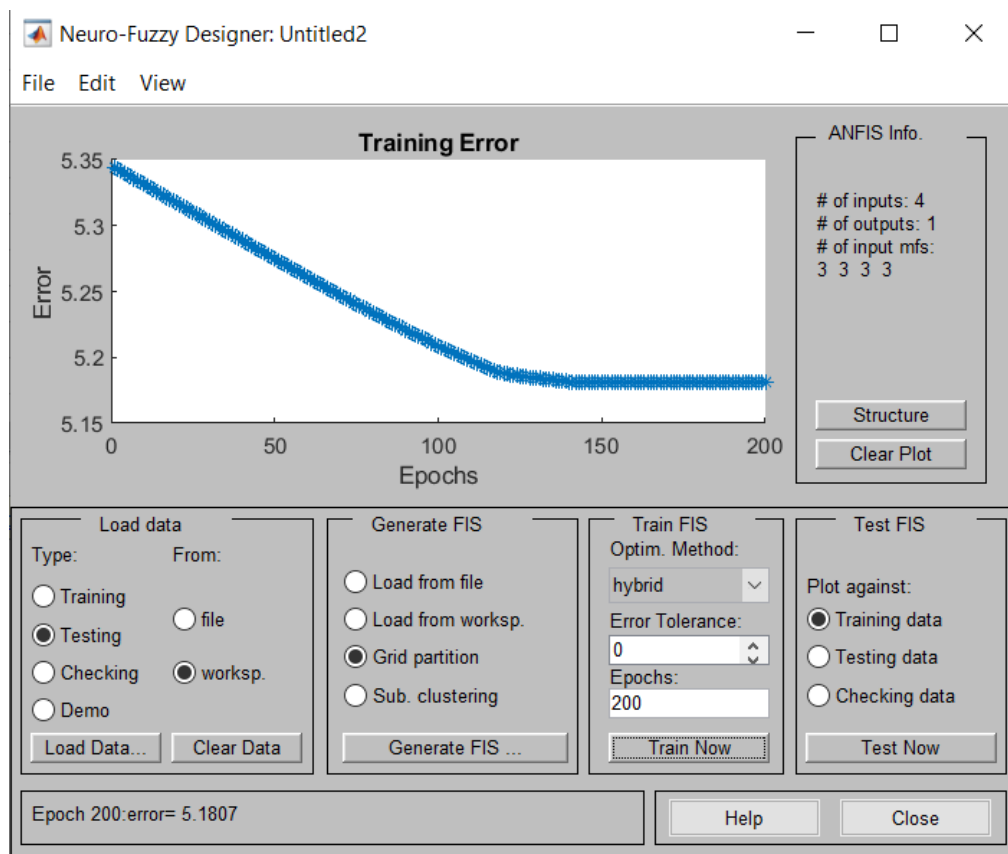
2. Prvi zadatak- ANFIS predikcija indeksa kvaliteta vazduha

U MATLAB je uneto 80 podataka za trening, 40 podataka za testiranje. Pod jednim podatkom se smatra uređena četvorka (O₃, NO₂, SO₂, CO) u kojoj svaki element određuje nivo zagađenosti vazduha datim jedinjenjem. Uzete su vrednosti od 1.2.2022. do 31.5.2022.

Uz pomoć MATLAB alata *fuzzy designer*-a i *neurofuzzy designera*, napravljena je fuzzy logika koja predviđa koncentraciju PM_{2.5} čestice. Na sledećim slikama su prikazani koraci tokom rada ovog zadatka.

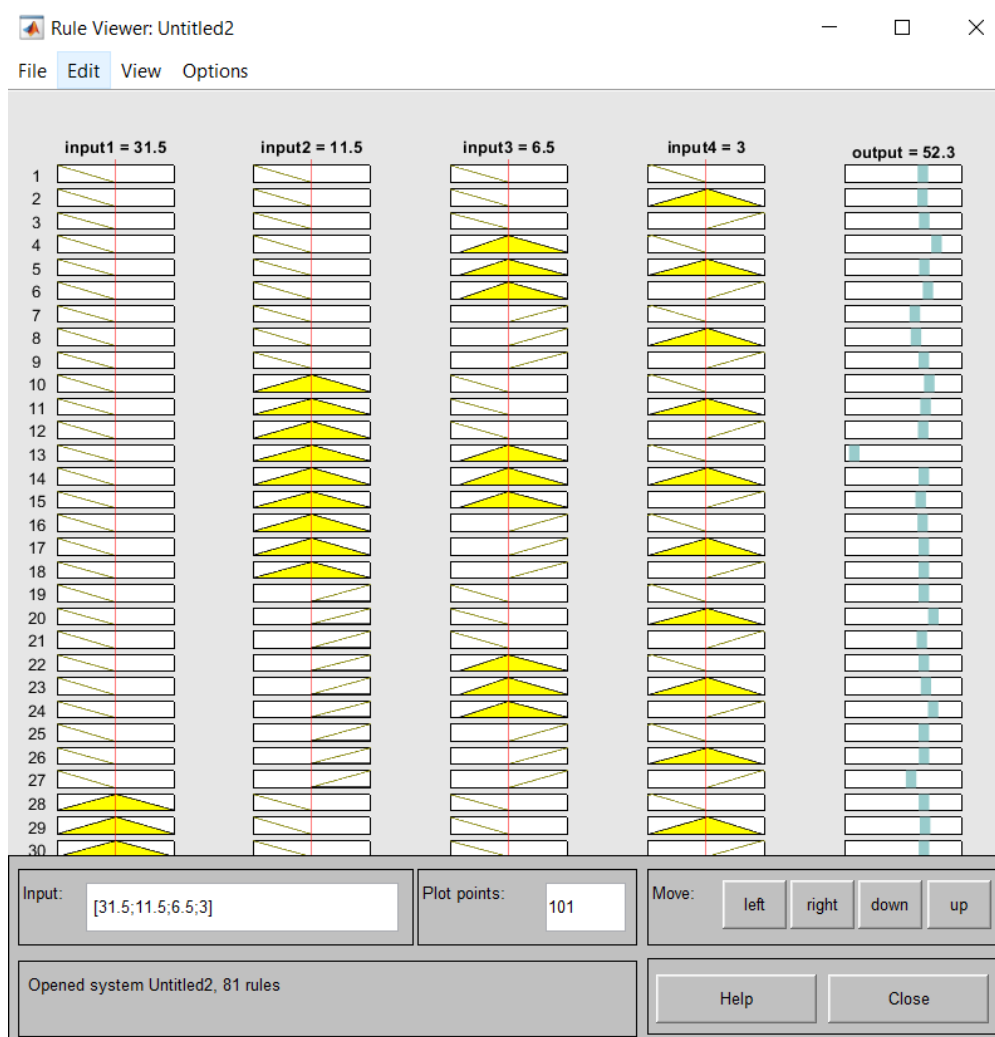


Slika 6: Definisanje ulaza i izlaza FUZZY logike



Slika 7: Treniranje FUZZY logike

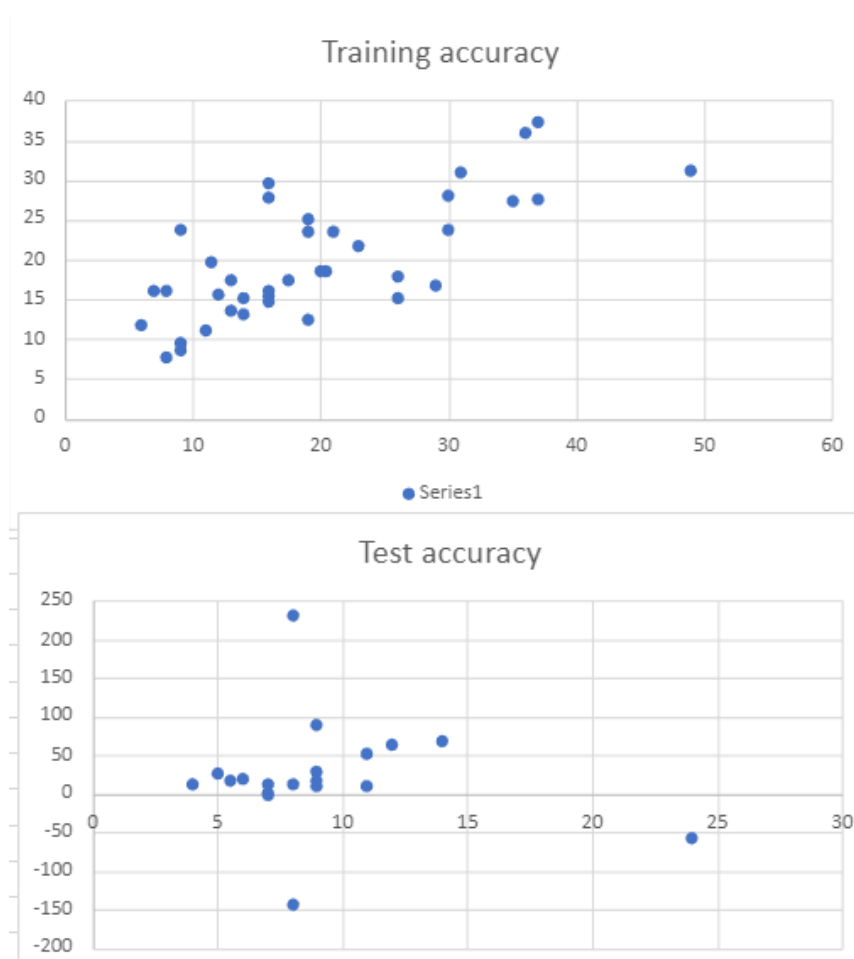
Slika 7 prikazuje pad greške tokom treniranja *fuzzy* logike. Greška je padala, dok na kraju treninga nije bila 5.1 . Ovo je velika greška, ali kao što se vidi na grafiku pred kraj treniranja funkcija greške se zaravnila, što znači da najverovatnije uz više epoha ne bi napredovala (imala značajno manju grešku).



Slika 8: Rule viewer

Iz *rule viewer*-a je ekstrakovana *fuzzy* funkcija, koja je u kombinaciji sa ulazima data izlaz: komanda $newOutput = evalfis(dataOutput, anfis_rules);$ U $newOutput$ se nalazi predikcija koncentracije P2.5 .

Na sledećim graficija su prikazane tačnosti podataka iz treninga, i testiranja.



Slika 9: Tačnost treninga i testiranja

Kriva koja pokazuje srednju vrednost greške nije bila dostupna u *online Excel*-u ni u *LibreOffice*-u. Ona bi bila jedan od pokazatelja kvaliteta predikcije.

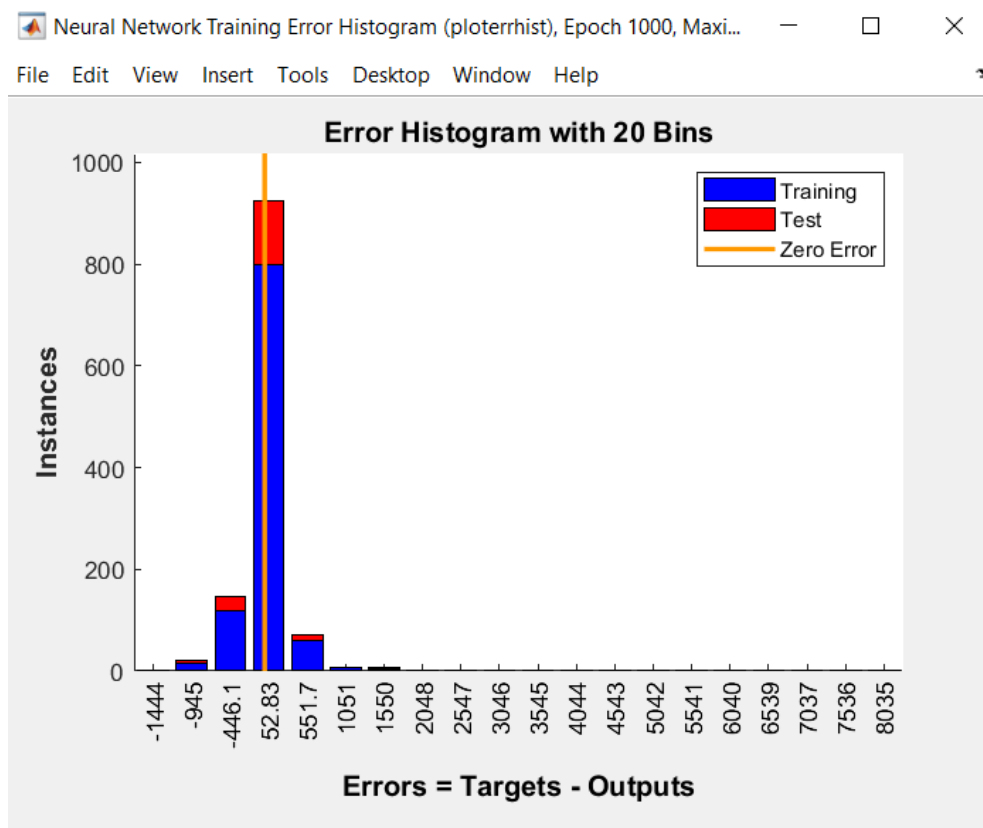
U sledećoj tabeli su predstavljene maksimalne koncentracije svake čestice, kao i ostala izračunavanja (uradjeno uz pomoć *EXCEL*-a).

	max O3	max NO2	max SO2	max CO	max PM2.5
koncentracija	58	20	13	5	49
Po skali za Srbiju	ODLIČAN	ODLIČAN	ODLIČAN	DOBAR	PRIHVATLJIV
Po skali za EU	FAIR	GOOD	GOOD		POOR
max bez PM2.5 (po količini čestica)	max sa PM2.5 (po količini čestica)				
58 (O3)	58 (O3)				
max bez PM2.5 (po skali zagađenja)	max bez PM2.5 (po skali zagađenja)				
dobar (CO2)	POOR (PM2.5)				

Najviša koncentracija čestica je O3 (ozon), ali su pragovi zagađenja za njega manji nego za PM2.5. Ako posmatramo skale zagađenja(i srpsku i EU), najveći stepen zagađenja pravi P2.5.

3. Treći zadatak- Predikcija vremenskih serija korišćenjem Rekurentnih neuralnih mreža, RNN

Ulazni podaci su bili podaci zaraženih svaki dan od početka pandemije, do 4.4.2023. Pokretanjem *nnstart*, *time series app*, *NAR*. Izabrani algoritam je bio *Bayesian Regularization*. Razlog korišćenja ovog algoritma je to da je davao najmanje greške na *Error histogram*-u.

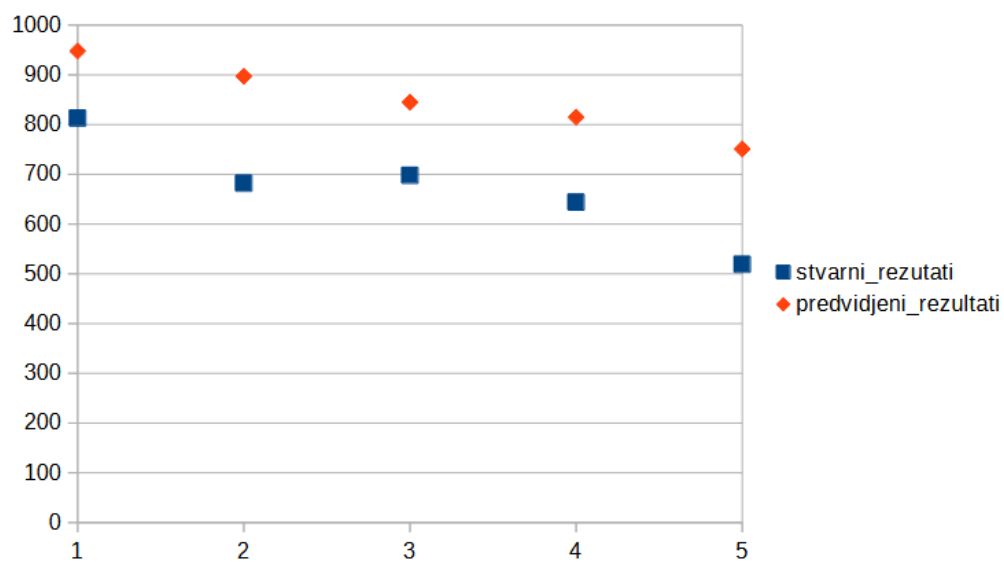


Slika 10: Error histogram

Na histogramu je prikazano da ni jedna apsolutna greška tokom treniranja ili testa nije bila veća od 1051. A velika većina podataka je nalazi u opsegu apsolutne greške 53.

Grenerisana je *Advanced script* iz *nntool* GUI-ja, i pokrenuta je. Od nje smo dobili predikciju za sledećih 5 dana. Na sledećoj tabeli je prikazan u prvoj vrsti stvaran broj obolelih od petog do devetog aprila ove godine, druga vrsta je predvidjena od strane mreže koju smo istrenirali.

	5.4.2023.	6.4.2023.	7.4.2023.	8.4.2023.	9.4.2023.
Stvaran broj	813	682	698	644	519
Izračunat broj	948	897	845	815	751



Slika 11: Grafički prikaz stvarnih i predvidjenih broja obolelih u periodu od 5.4.2023-9.4.2022.