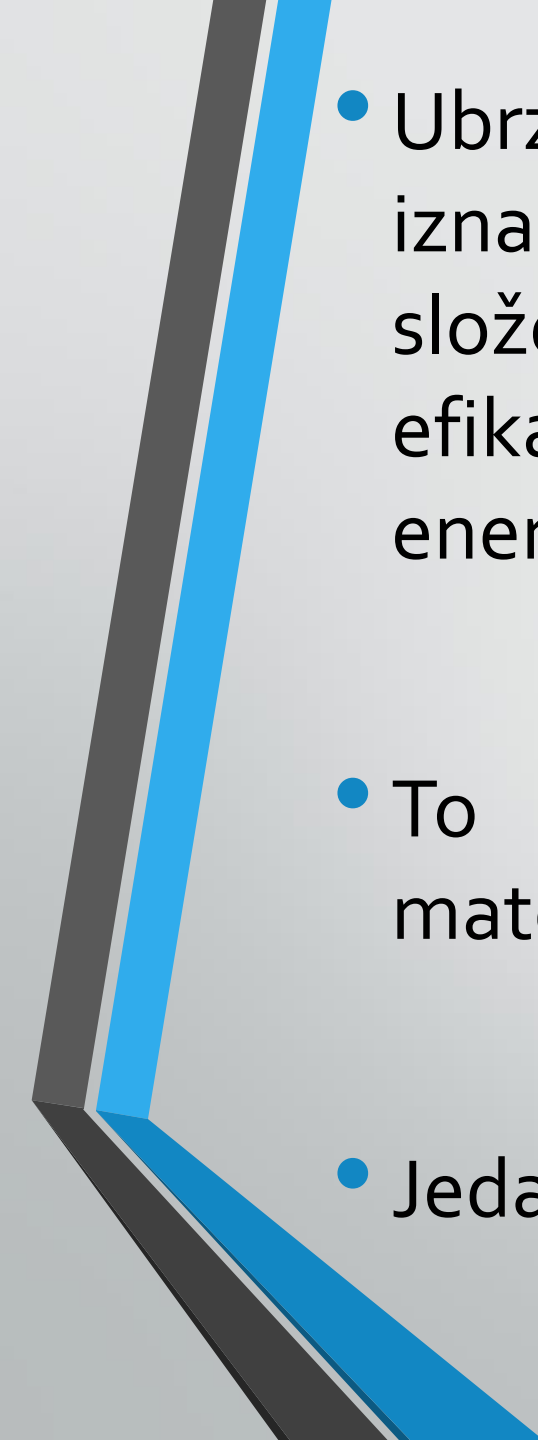




ANALIZA SLOŽENIH ENERGETSKIH SISTEMA UPOTREBOM VEŠTAČKIH NEURONSKIH

Branka Gvozdenac Urošević i Damir Dozić

Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu

- 
- Ubrzavanje društvenih i privrednih promena u svetu zahteva iznalaženje dugoročnih i pouzdanih predviđanja ponašanja složenih i velikih sistema, ali i pronalaženje načina njihovog efikasnog nadzora i kontinualne korekcije putem mera energetske politike.
 - To je vrlo složen problem, te zahteva i adekvatan matematički alat.
 - Jedan od takvih alata je i veštačka neuronska mreža (VNM).

CILJ

- Cilj rada je da predstavi model veštačke neuronske mreže, koji će moći da **predvidi kretanje emisije CO₂** energetskeg sistema.
- Model dozvoljava simulaciju ponašanja emisija CO₂ u slučaju **promene** relevantnih parametara-**energetskih indikatora**.
- Moguće je i proceniti efekte energetske politike i pravovremeno izvršiti korekcije istih.

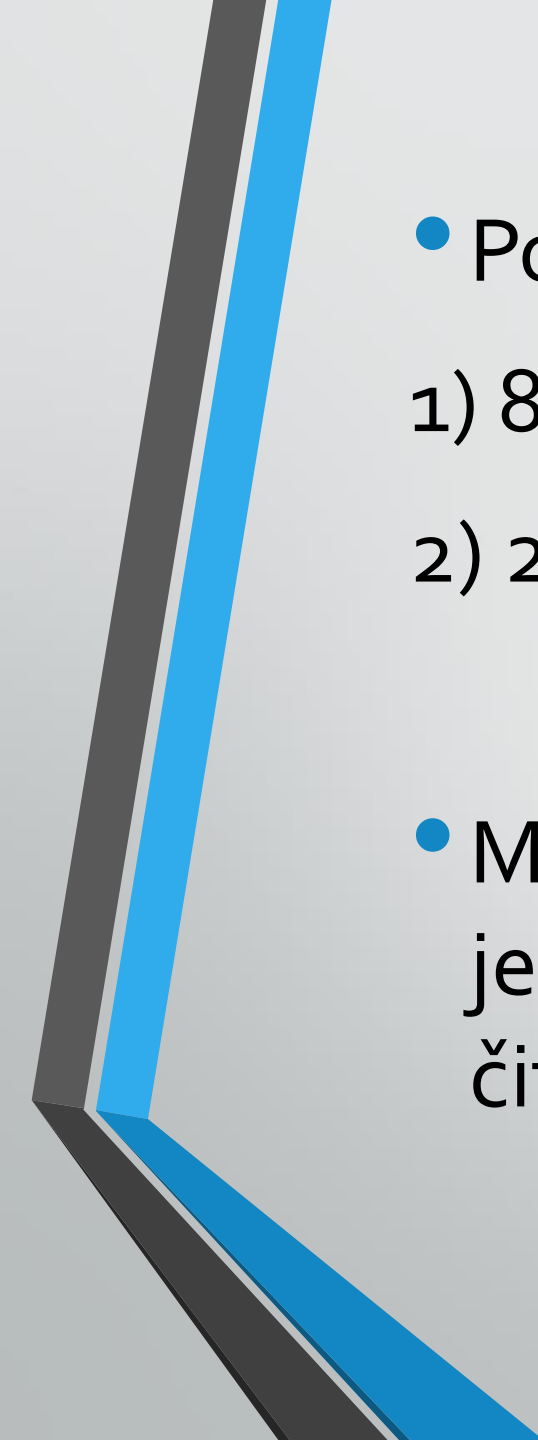
VEŠTAČKA INTELIGENCIJA- veštačke neuronske mreže

VNM je dizajnirana za rešavanje složenih problema u kojima se ne može videti jasna veza između ulaza i izlaza ili postoje nelinearne veze između njih.

- Veštačke neuronske mreže
 - Po uzoru na ljudski mozak
 - Rešavaju nelinearne probleme – čovek je sam po sebi nelinearan
 - Učenje iz iskustva (realnih podataka)
 - Mogu da prepoznaju skrivene zavisnosti

- U istraživanju je korišćen programski paket Matlab 2014a zajedno sa skupom funkcija za modeliranje i simulaciju neuronskih mreža i obradu podataka.
- Sistem je modelovan CFBP (**Kaskadna mreža sa direktnom distribucijom i propagacijom greške unazad**) veštačkom neuronskom mrežom, sa algoritmom za propagiranje greške u nazad i korekciju težina.
- Iako se procena i analiza sistema može izvršiti drugim metodama, značaj VNM jeste u tome što one **uče iz realnih podataka**, i mogu da pronađu **zavisnosti između ulaza i izlaza** koje nisu vidljive na prvi pogled

- Obuka neuronske mreže zavisi od više stvari koje direktno utiču na rezultat predviđanja:
 1. odabira dobrog skupa podataka za učenje,
 2. odabira redosleda prikazivanja podataka iz obučavajućeg skupa i
 3. početnih težina svakog neurona.

- 
- Podaci su nasumično podeljeni u dve grupe:
 - 1) 80% podataka za obuku i
 - 2) 20% podataka za testiranje mreže
 - Model je veoma robustan jer se rezultat ne računa jednom formulom, već je znanje distribuirano po čitavoj mreži.

ENERGETSKI SISTEM

- Za testiranje modela je izabran energetski sistem **EU28**.
- Strateški energetski ciljevi EU28 dati su u dokumentu **Energetski putokaz 2050** i predstavlja osnova za pripremu svih nacionalnih EP zemalja članica EU28.
- **Najvažniji cilj ovog dokumenta je dekarbonizacija privrede kroz strukturalne ekonomske promene i smanjenje emisije CO₂ za 80% u odnosu 1990.godinu.**

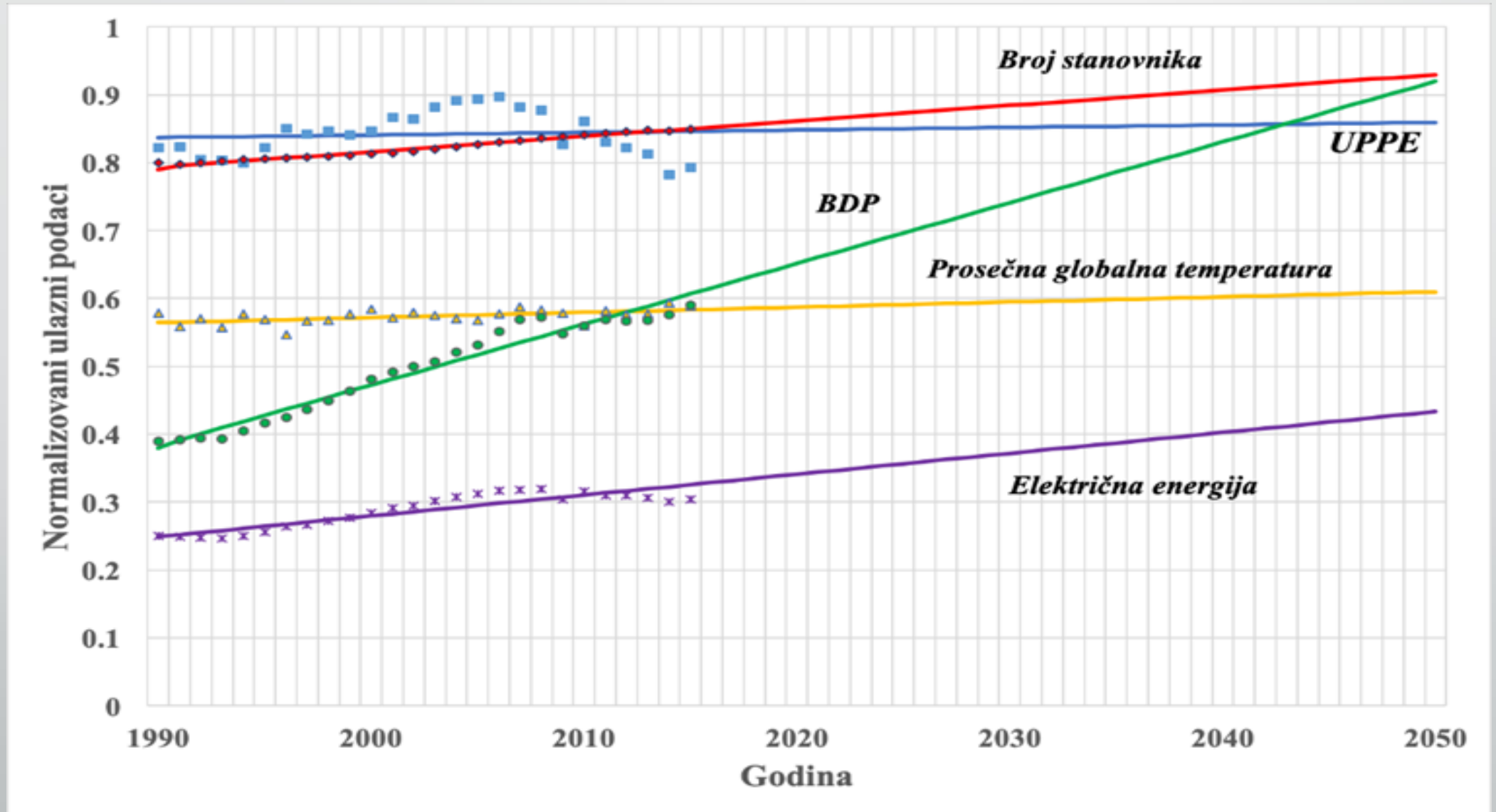


- Podaci za energetske indikatore su preuzeti iz IEA baze podataka za period 1990-2015. *International Energy Agency (IEA), Internacionalne agencije za energetiku*
<http://www.iea.org>

PRIKAZ DIZAJNIRANG MODELA

- Za predikciju emisija CO₂ prepoznato je i izdvojeno deset značajnih indikatora:
 1. Bruto domaći proizvod (ppp) iz 2010.godine
 2. Prosečna globalna temperatura vazduha
 3. Ukupna potrošnja primarne energije - UPPE
 4. Potrošnja električne energije
 5. Broj stanovnika
 6. Udeo obnovljivih izvora energije u UPPE
 7. Udeo nuklearne energije u UPPE
 8. Udeo energije prirodnog gasa u UPPE
 9. Udeo energije iz svih tečnih goriva u UPPE
 10. Udeo energije iz čvrstih goriva u UPPE

Ulazni podaci za simulaciju- NOVI ULAZNI SKUP- Normalizovane vrednosti prvih pet indikatora



Urađena je normalizacija svih parametara na opseg 0 do 1

Modelirano je i simulirano 100 mreža od kojih su zadržane samo one koje su ispunjavale dva uslova:

1. Koren srednje kvadratne greške (RMSE) manji od 0,05
- **odnosi se na tačnost obuke**
2. Predikcija emisije CO₂ u 2050. godine je u opsegu $\pm 10\%$ izračunate vrednost emisija CO₂ korišćenjem emisionih koeficijenata različitih vrsta goriva-
usmeren je na performanse mreže

Od 100 mreža koje su simulirane 71 zadovoljava prvi uslov (RMSE manji od 5%), dok **ukupno trideset zadovoljava oba gore navedena uslova.**

Simulirani podaci vrlo dobro prate originalne podatke što ukazuje da je mreža uspela da prepozna **zavisnosti unutar energetskeg sistema.**

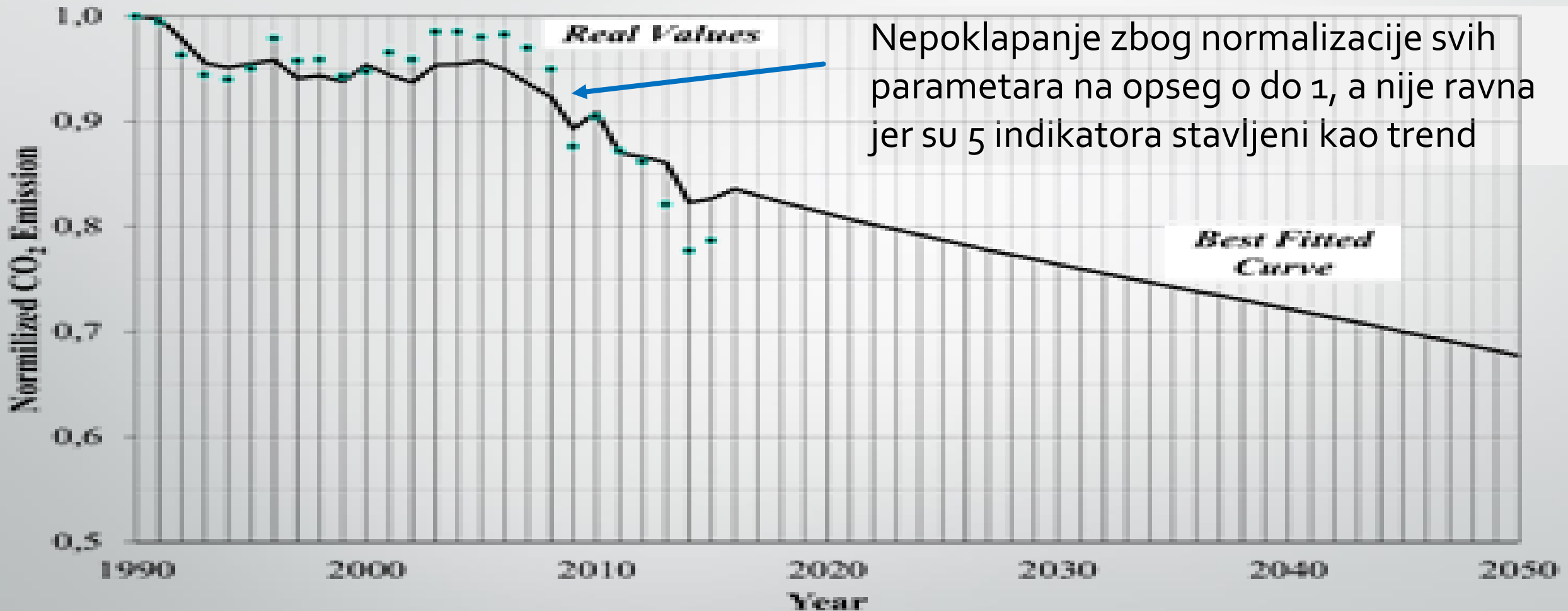
Simulacija je vršena za ceo period 1990.-2050. uzimajući u obzir:

- trend prve grupe indikatora (UPPE, Br. stanovnika, Potrošnje el. energije, BDP) i
- izmerene (originalne) vrednosti druge grupe indikatora (udeo određene energije u UPPE)

Izračunata vrednost (trend) svih goriva i njihovih udela u UPPE do 2050. godine i kako se znaju emisijski koeficijenti svih goriva (OIE = 0; nuklearna energija = 0, prirodni gas = 0,1836, ukupni naftni proizvodi = 0,2517, čvrsta goriva = 0,3325 kg/CO₂/kWh), **izračunata je vrednost emisija CO₂ u 2050. i ona iznosi 67.7% vrednosti iz 1990.**

U Energetski putokaz 2050 je u scenariju *business as usual* iskazano je da ako se ovako nastavi emisija CO₂ ce pasti *na 62%*.

REZULTATI



- Dobili smo 30 mreža koje zadovoljavaju kriterijum od koji smo uzeli samo jednu, koja je imala najmanji KOREN SREDNJE KVADRATNE GREŠKE u odnosu na originalne podatke (period 1990-2015).

- Pokazali smo da veštačke neuronske mreže mogu da razumeju i modeluju energetske sistem na zadovoljavajući način, i da se dalje upotrebe za njegovu analizu i predikciju.
- Istraživanje je potvrdilo da formirana CFNN (Kaskadna mreža sa direktnom distribucijom i propagacijom greške unazad) ima potencijal za modelovanje kompleksnih energetskih sistema.
- Zadovoljavanje oba kriterijuma 30 od 100 mreža pokazuje da je arhitektura VNM dobro izabrana i u stanju je da nauči kompleksni energetske sistem u zadovoljavajućoj meri.

- Rezultat predviđanja u mnogome zavisi i od odabranih indikatora, što u ovom slučaju pokazuje da indikatori predstavljaju ES na dobar način.
- Odnosno da je moguće pronaći zavisnosti između EP (preko indikatora) i samog posmatranog izlaza iz mreže (emisija CO₂).
- Mreža je dala rezultate sa greškom manjom od 5% što pokazuje da su i model mreže kao i izdvojeni indikatori dobro odabrani i da je predstavljena VNM u stanju da pronade zavisnosti između energetske indikatora i emisije CO₂.

Zaključak

- Ovo istraživanje pokazuje da veštačka inteligencija može da odigra značajnu ulogu na polju analize i upravljanja složenim energetske sistemima, a sve u cilju pre svega smanjenja emisije gasova sa efektom staklene bašte, ali i dostizanja održivog razvoja.
- Otvara se mogućnost upravljanja emisijom CO₂ (simulacija raznih scenarija) uz pomoć varijacije vrednosti definisanih indikatora.



Hvala na pažnji!