

Optimalno upravljanje mikro mrežom u otočnom radu na temelju minimizacije troškova proizvodnje



mr. sc. Dubravko Žigman
mentor: prof. dr. sc. Tomislav Tomiša,
Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

1. Uvod

Mikro mreža je sustav distribucije električne energije s opterećenjima i distribuiranim izvorima energije. Mikro mreža može djelovati usklađeno s glavnom distribucijskom mrežom ili samostalno u otočnom režimu rada.

Obilježja mikro mreže su:

- Izvori energije u mikro mreži imaju manji kapacitet od izvora u glavnoj distribucijskoj mreži.
- Proizvodnja se nalazi unutar distribucijske mreže.
- Učinkovita isporuka toplinske i električne energije sa zanemarivim gubicima prijenosa - blizina kupca.

Mikro mreže se mogu podijeliti prema:

- Vrsti potrošača* - sveučilišni ili istraživački kampusi, vojni, stambeni, trgovački i industrijski potrošači.
- Razini opskrbe* - opskrba visokom ili niskom dostupnošću.
- Režimu rada* - mrežni ili otočni režim rada.

2. Problem: opskrba električnom energijom udaljenih izoliranih područja

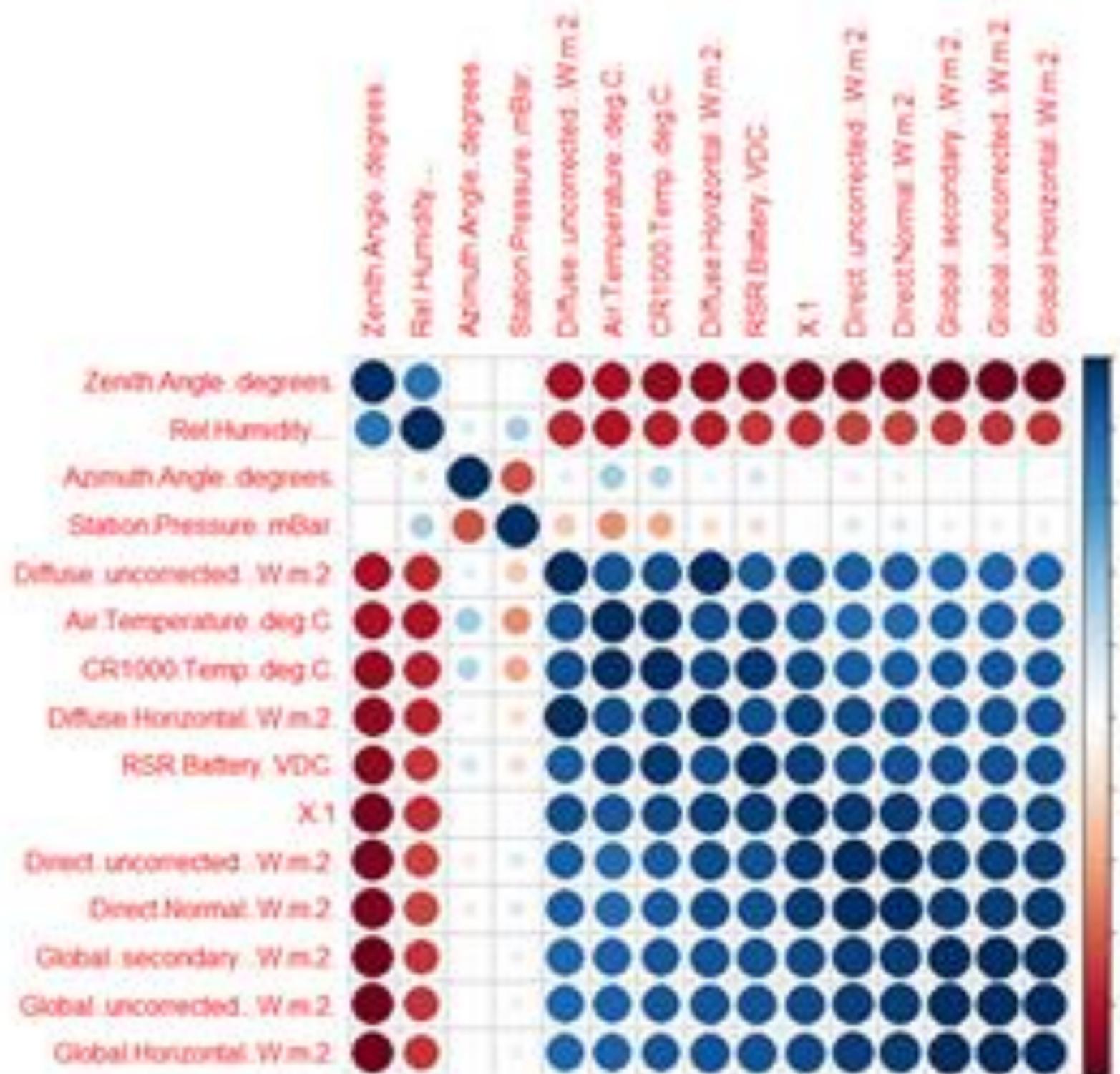
Rješenje problema glavnom distribucijskom mrežom ima sljedeće nedostatke: (i) Visoki troškovi distribuiranih energetskih resursa, (ii) Tehničke poteškoće, (iii) Nedostatak standarda, (iv) Administrativne i pravne barijere te (v) Tržišni monopol.

Hipoteza istraživanja: Primjereno upravljanje mikro mreža s obnovljivim izvorima električne energije predstavlja tehnološki i poslovno učinkovitije rješenje za opskrbu električnom energijom udaljenih i izoliranih zajednica od glavne distribucijske mreže.

3. Metodologija

Napretkom računalne znanosti i računalnog inženjerstva razvijene su metode i alati za analizu i modeliranje velikih skupova podataka zasnovani na statističkom učenju. U ovom istraživanju, statističko učenje koristi se za razvoj modela upravljanja mikro mrežom u otočnom radu s različitim, najčešće alternativnim, izvorima energije. Ovaj plakat prikazuje dio rezultata istraživanja vezan za predviđanje napona baterije kao elementa za pohranu energije punjenog solarnim panelom.

Postupkom strojnog učenja razvijen je eksperimentalni linearni model prognoze napona baterije zasnovan na insolacijskim prediktorima, primjenjiv kao samostalni model solarnog sustava ili kao komponenta općeg modela mikro mreže u otočnom režimu rada.

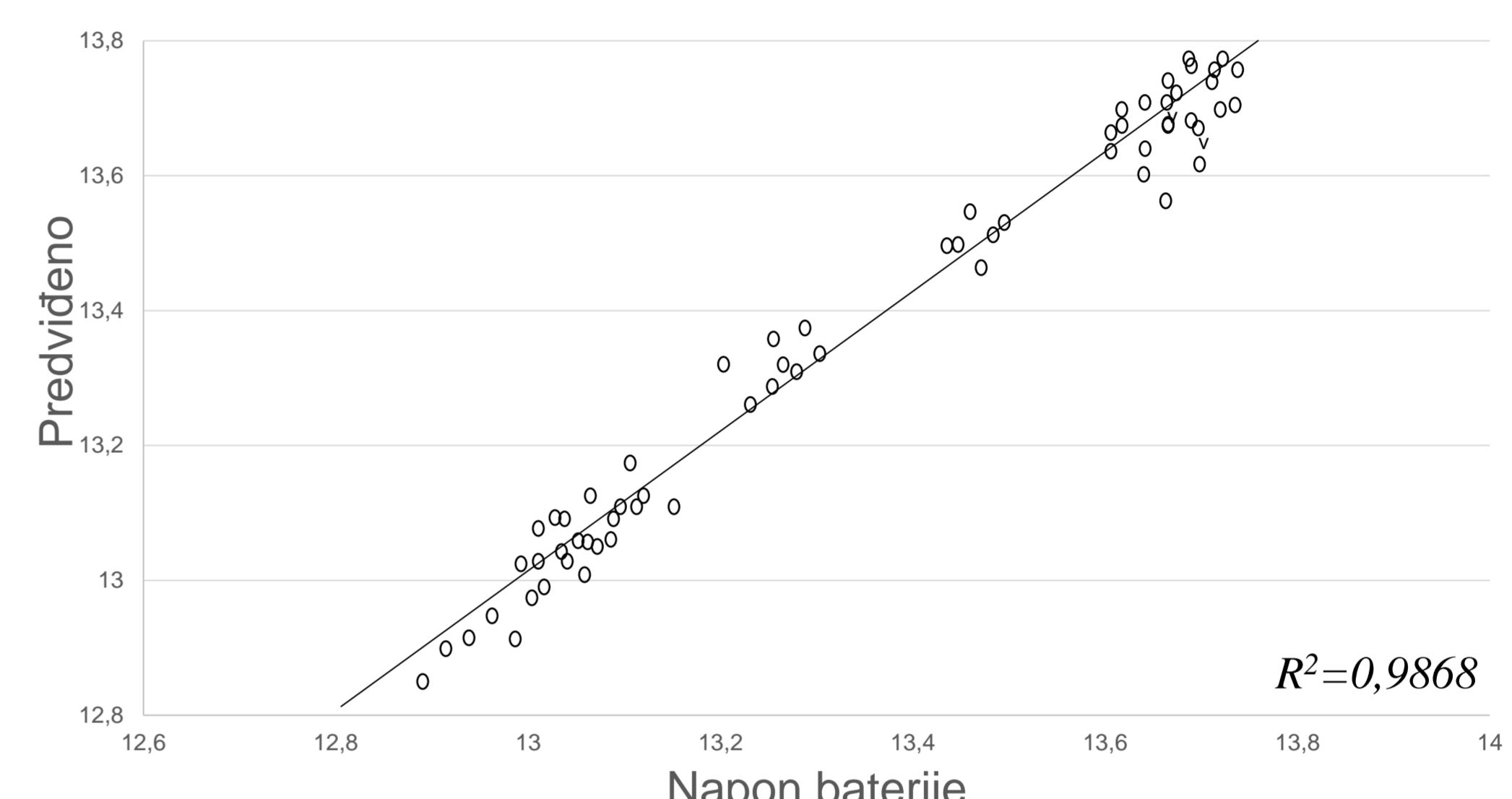


Korelacijska matrica insolacijskih parametara i napona baterije

- Linearni model: linearna kombinacija ulaznih veličina, insolacijskih deskriptora (varijabli) daje procjenu izlazne veličine, napona baterije napajane solarnim panelom.
- Model je vrednovan mjerama uspješnosti iskazanim P-O dijagramom (P-O dijagram pokazuje odnos između predviđenih i očekivanih vrijednosti) i *adj R²* koeficijentom (kvantitativna uspješnost modela).

4. Rezultati

Linearni model razvijen prema prikazanoj metodologiji, vrednovan je mjerama uspješnosti: P-O dijagram i *adj R²* koeficijent.



P-O dijagram razvijenog modela predviđanja razine napona baterije

	Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.147913	-0.021768	-0.001824	0.017009	0.	264647
Coefficients:					
(Intercept)	-25.82588632	2.80637103	-9.203	< 2e-16	
Global.Horizontal..W.m.2.	0.01195103	0.00081214	14.715	< 2e-16	
Direct.Normal..W.m.2.	-0.00224657	0.00034332	-6.544	9.61e-11	
Diffuse.Horizontal..W.m.2.	-0.00838071	0.00193706	-4.327	1.67e-05	
Air.Temperature..deg.C.	-0.01284350	0.00264744	-4.851	1.42e-06	
Station.Pressure..mBar.	0.04525369	0.00341176	13.264	< 2e-16	
Global..uncorrected..W.m.2.	-0.01586693	0.00099568	-15.936	< 2e-16	
Direct..uncorrected..W.m.2.	0.00193700	0.00032030	6.047	2.08e-09	
Diffuse..uncorrected..W.m.2.	0.00715286	0.00197246	3.626	0.000302	
Global..secondary..W.m.2.	0.00443981	0.00086441	5.136	3.37e-07	
X.1	0.00035166	0.00001961	17.929	< 2e-16	
Zenith.Angle..degrees.	0.00474524	0.00024316	19.515	< 2e-16	
Azimuth.Angle..degrees.	-0.00030217	0.00003164	-9.551	< 2e-16	
CR1000.Temp..deg.C.	0.05981338	0.60167367	35.738	< 2e-16	
Rel.Humidity....	0.00470444	0.00066398	7.085	2.63e-12	
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					
Residual standard error: 0.03661 on 992 degrees of freedom					
Multiple R-squared: 0.9848 . Adjusted R-squared: 0.9846					

Koeficijenti parametara modela za procjenu učinkovitosti modela

- Izabran je linearni model na temelju interpretacije korelacijske matrice.
- Razvijeni model daje dobre rezultate zadanim mjerama uspješnosti: linearnom P-O dijagrame i vrijednosti *adj R²* koeficijenta (0.9846).
- Model je jednostavan, dovoljno točan i iskoristiv kao samostalan ili kao dio općeg modela mikro mreže.

5. Zaključak

- Linearnim modelom opisan je odnos između izabranih insolacijskih deskriptora (varijabli) i napona baterije
- Linearni model ispunjava mjere uspješnosti i računalno je učinkovit te može biti iskorišten za modeliranje samostalnog solarnog sustava ili kao komponenta modela mikro mreže u otočnom režimu rada.