



**AOSR-TEAMS 2022**

**Domeniul „4. Asigurarea independenței energetice a României”**

# Pachet software bazat pe inteligență artificială pentru managementul energetic optim în scopul creșterii independenței energetice a României

## **Membrii echipei:**

Ș.I. dr. ing. Dorian Sidea

Ș.I. dr. ing. Irina Picioroagă

As. drd. ing. Andrei Tudose

# Raport de activitate

În perioada iulie – decembrie 2023, echipa proiectului a realizat

- un articol de revistă intitulat:

*„Increasing Distributed Generation Hosting Capacity Based on a Sequential Optimization Approach Using an Improved Salp Swarm Algorithm”*

trimis spre publicare la revista „*Mathematics*”, încadrată în categoria **JCR Q1** cu un factor de impact de **2.4**.

- un articol de conferință intitulat:

*„Performance Comparison of Metaheuristic Algorithms on solving the Optimal Power Flow in an Active Distribution Network”*

publicat la Conferința Internațională Energie și Mediu (CIEM 2023) 14-15 oct. 2023, București

# Studiu de caz I

---

Analiza performanțelor algoritmilor metaeuristici în  
optimizarea regimului de funcționare  
a unei rețele active de distribuție  
în prezența surselor regenerabile

# Sistemul studiat: IEEE 33 - modificat

Sistemul test IEEE 33 constă în:

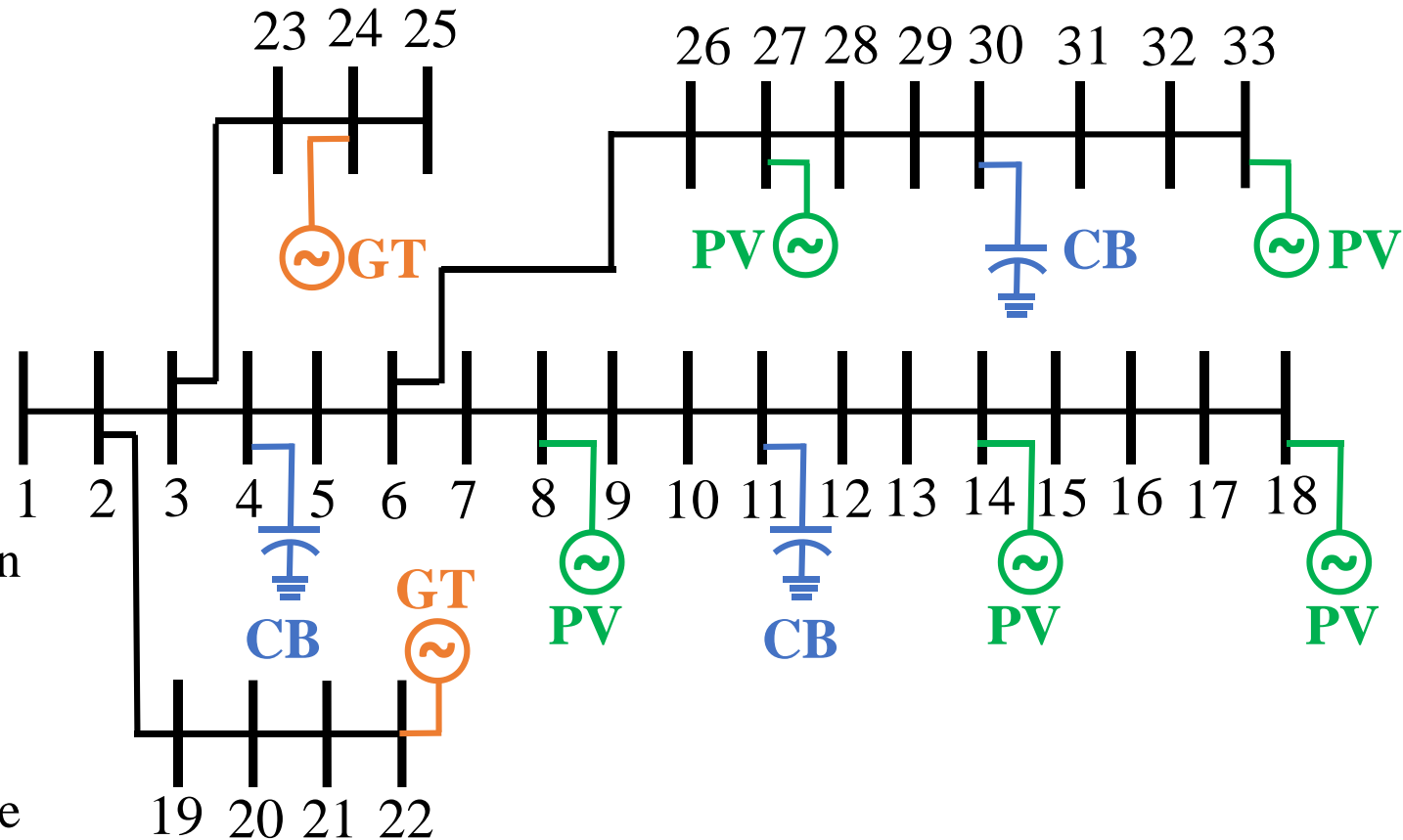
- 33 noduri cu  $U_n = 20$  kV
- 32 de linii electrice
- 2 turbine cu gaz
- 5 centrale fotovoltaice
- 3 baterii cu condensatoare

## Obiectiv:

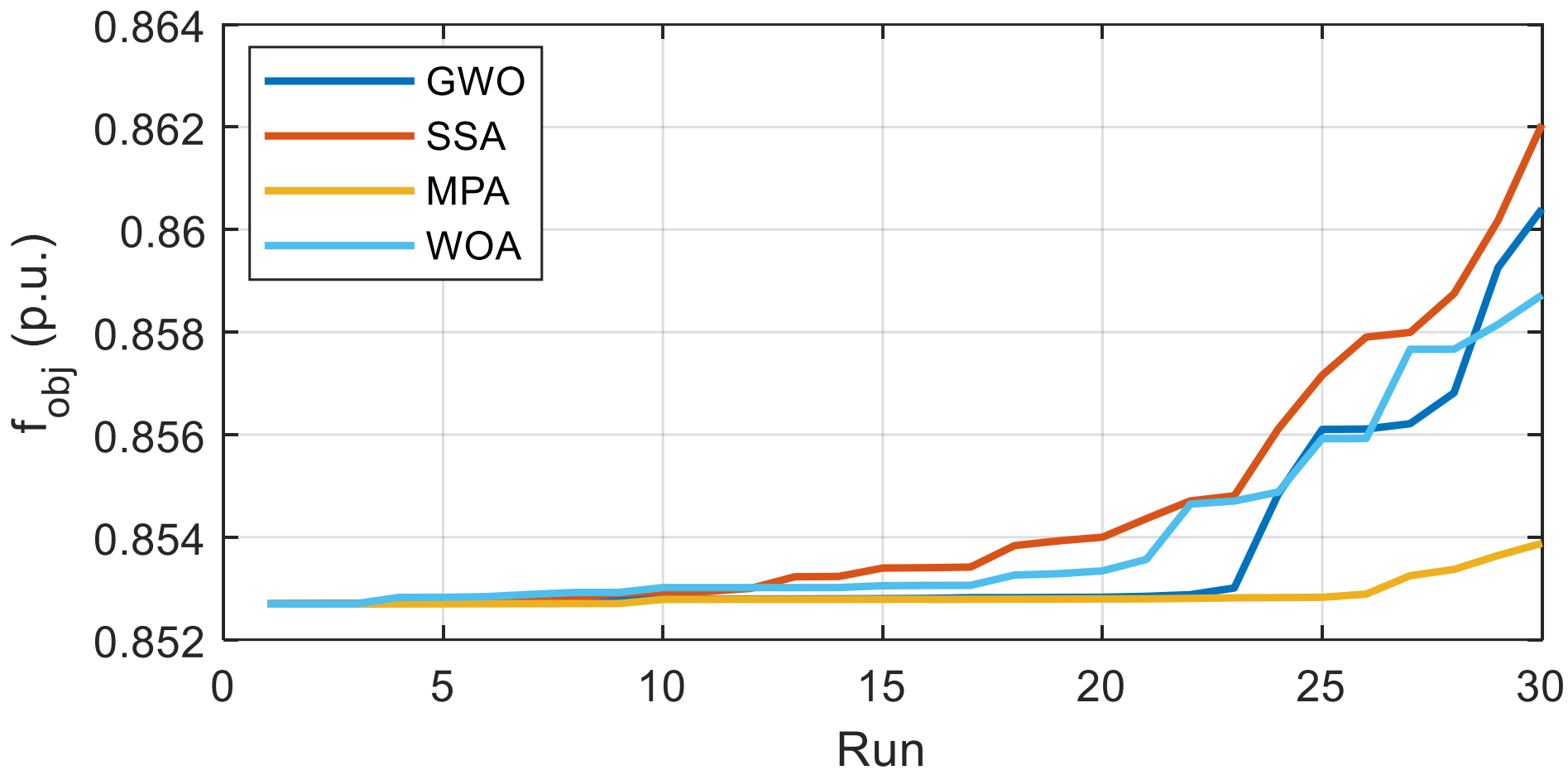
- minimizarea pierderilor de putere activă prin controlul optim al puterilor active și reactive.

## Variabilele de control:

- puterea activă și reactivă generată de turbinele pe gaz
- puterea reactivă generată de centralele fotovoltaice
- puterea reactivă generată de bateriile cu condensatoare



# Sinteza rezultatelor



## Algoritmii considerați:

- **GWO**  
Grey Wolf Optimization
- **SCA**  
Sine Cosine Algorithm
- **SSA**  
Salp Swarm Algorithm
- **MPA**  
Marine Predators Algorithm
- **WOA**  
Whale Optimization Algorithm

# Studiu de caz II

---

Maximizarea puterilor active ce pot fi instalate  
într-un sistem electroenergetic  
prin implementarea controlului optim a puterii reactive

# Formulara problemei de optimizare


- **Maximizarea puterii instalate se realizează în două etape:**
  - **Etapa I:** se maximizează puterea instalată prin controlul optim al puterii reactive și

$$\max f_I(x) = P_{I,tot} = \sum_{k=1}^{n_N-1} P_{IN,k}$$

- **Etapa II:** se redistribuie la nodurile rețelei puterea totală determinată în etapa I cu scopul de a minimiza pierderile de putere activă

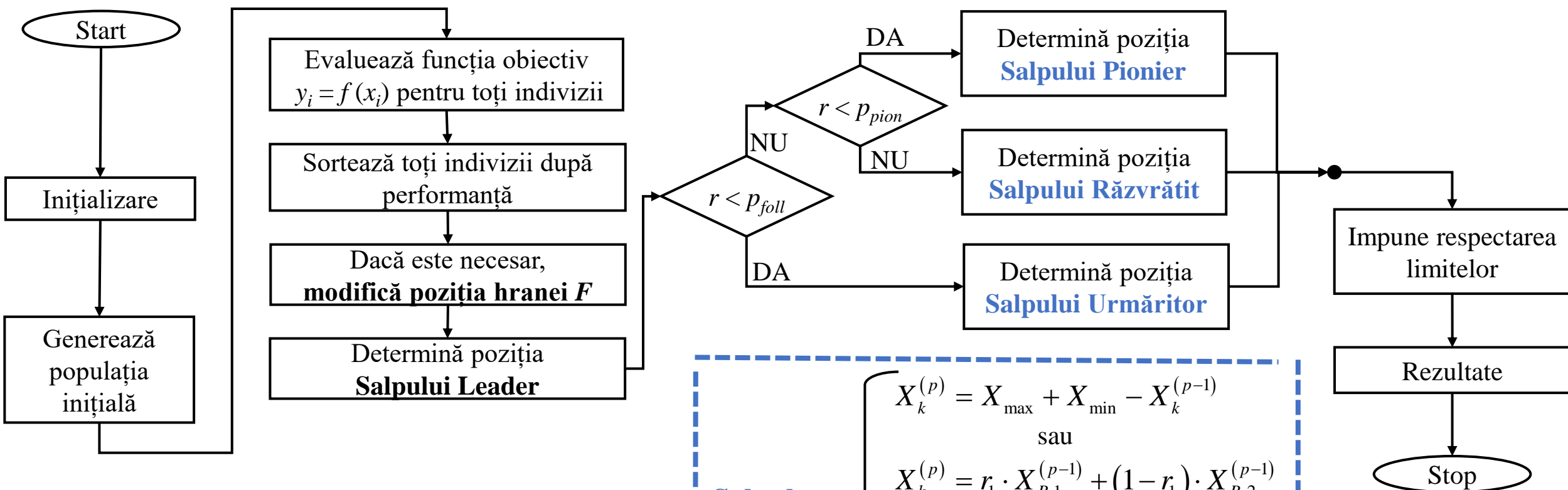
$$\min f_{II}(x) = \Delta P_T = P_{SL} + \sum_{k=1}^{n_G} P_{gen,k} + \sum_{k=1}^{n_N-1} P_{IN,k} - \sum_{k=1}^{n_N} P_{L,k}$$

Vectorii variabilelor de control  $x_I$  și  $x_{II}$  constau în: puterea activă și reactivă generată la fiecare nod  $P_{IN}$  și  $Q_{IN}$ , tensiunea impusă la nodul de echilibru  $V_{sp,SL}$ , puterea reactivă generată de sursele existente  $Q_{gen}$ , ploturile transformatoare  $n_T$  și treapta bateriilor cu condensatoare  $N_{CB}$ .

$$[x_I] = [x_{II}] = [P_{IN,1} \dots P_{IN,n_N-1}, Q_{IN,1} \dots Q_{IN,n_N-1}, V_{sp,SL}, Q_{gen,1} \dots Q_{gen,n_G}, n_{T,1} \dots n_{T,n_T}, N_{CB,1} \dots N_{CB,n_{CB}}]$$


70 ← 29 29 1 5 4 2

# Improved Salp Swarm Algorithm (ISSA)



## Salpul Leader

$$X_1^{(p)} = \begin{cases} F^{(p)} + c_1 \left( (X_{\max} - X_{\min}) c_2 + X_{\min} \right), & c_3 > 0.5 \\ F^{(p)} - c_1 \left( (X_{\max} - X_{\min}) c_2 + X_{\min} \right), & c_3 \leq 0.5 \end{cases}$$

## Salpul Urmăritor

$$X_k^{(p)} = r_1 \cdot X_{k-1}^{(p-1)} + (1 - r_1) \cdot X_k^{(p-1)}$$

## Salpul Pionier

$$\begin{cases} X_k^{(p)} = X_{\max} + X_{\min} - X_k^{(p-1)} \\ \text{sau} \\ X_k^{(p)} = r_1 \cdot X_{R,1}^{(p-1)} + (1 - r_1) \cdot X_{R,2}^{(p-1)} \\ \text{sau} \\ X_k^{(p)} = r_1 \cdot (X_{\max} - X_{\min}) + X_{\min} \\ \text{sau} \\ X_k^{(p)} = X_R^{(p-1)} + r_1 \cdot [r_2 \cdot (X_{\max} - X_{\min}) + X_{\min}] \end{cases}$$

## Salpul Răzvrătit

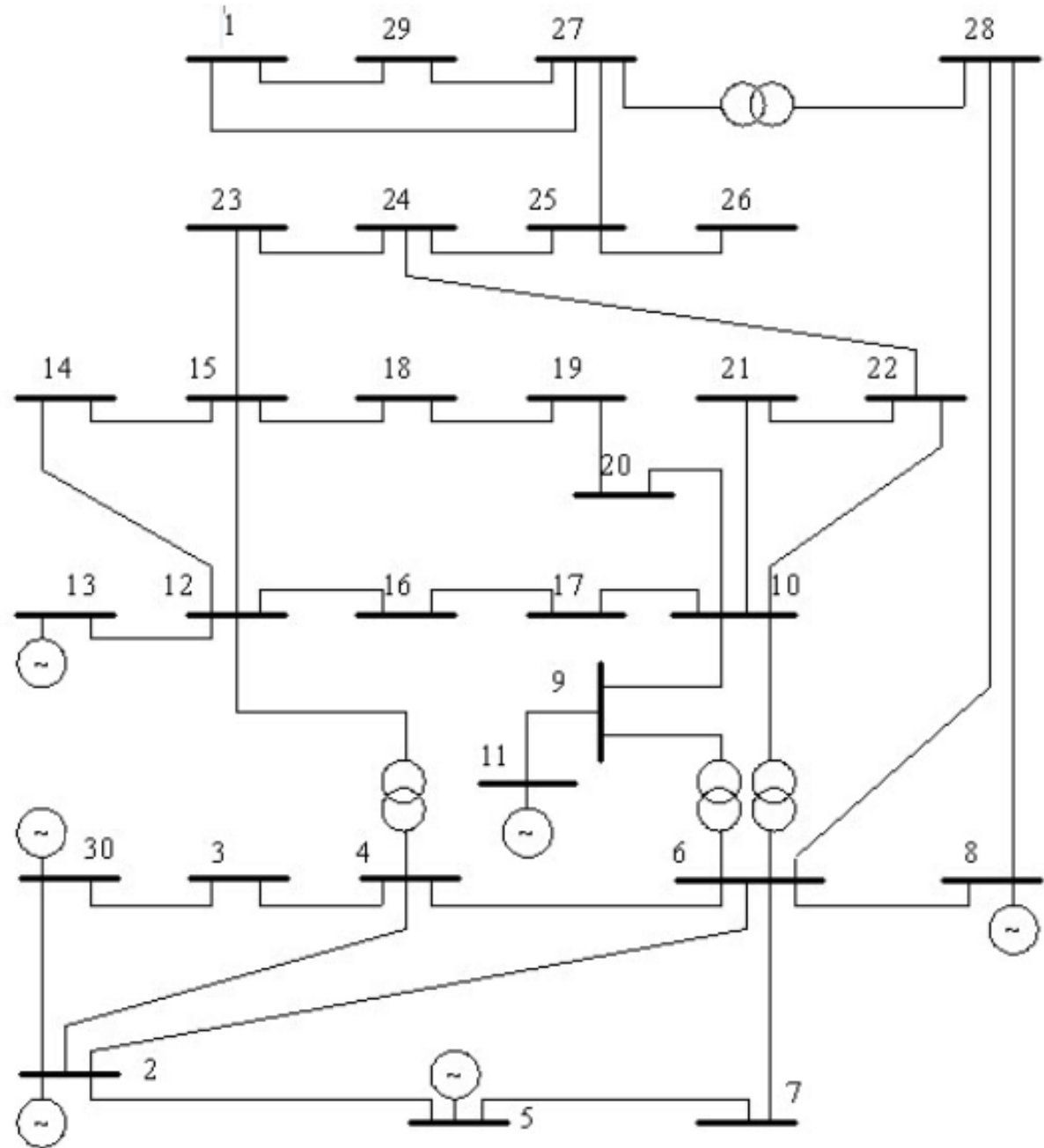
$$X_k^{(p)} = F_k^{(p-1)} + r_1 \cdot [r_2 \cdot F_k^{(p-1)} - (1 - r_2) \cdot X_k^{(p-1)}]$$



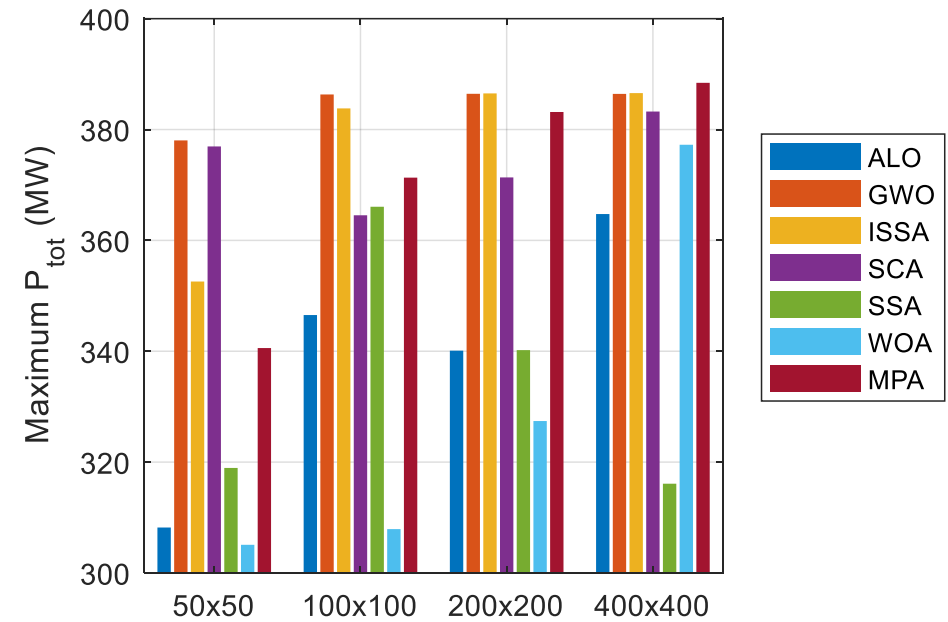
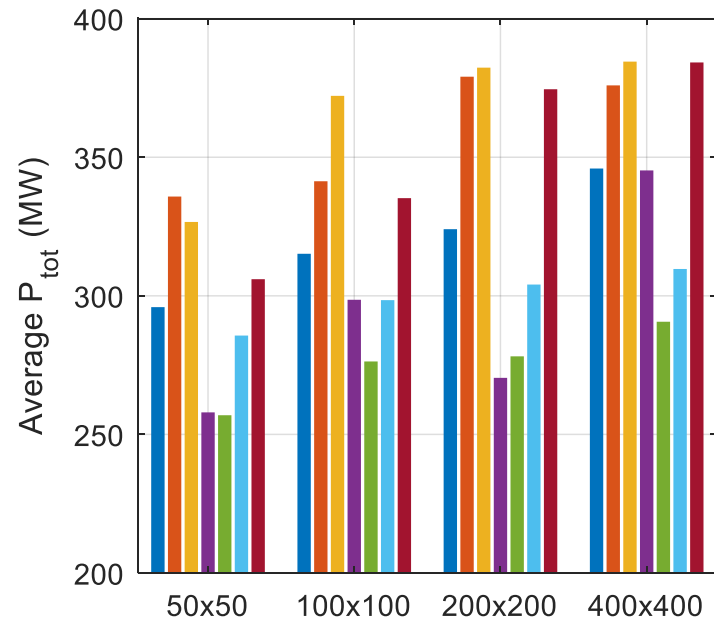
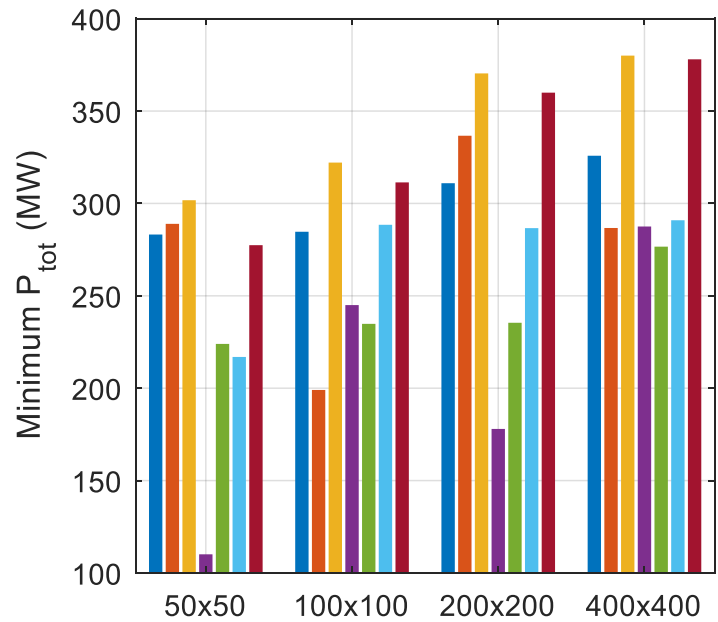
# Sistemul studiat: IEEE 30

Sistemul test IEEE 30 constă în:

- 30 noduri dintre care:
  - 9 noduri cu  $U_n = 132$  kV și
  - 21 noduri cu  $U_n = 20$  kV
- 6 generatoare (dintre care unul este nod de echilibru)
- 21 de consumatori
- 41 de laturi dintre care:
  - 4 transformatoare electrice
  - 12 linii electrice de 32 kV
  - 25 linii electrice de 132 kV
- 2 baterii cu condensatoare.



# Analiza performanței ISSA pentru Etapa I



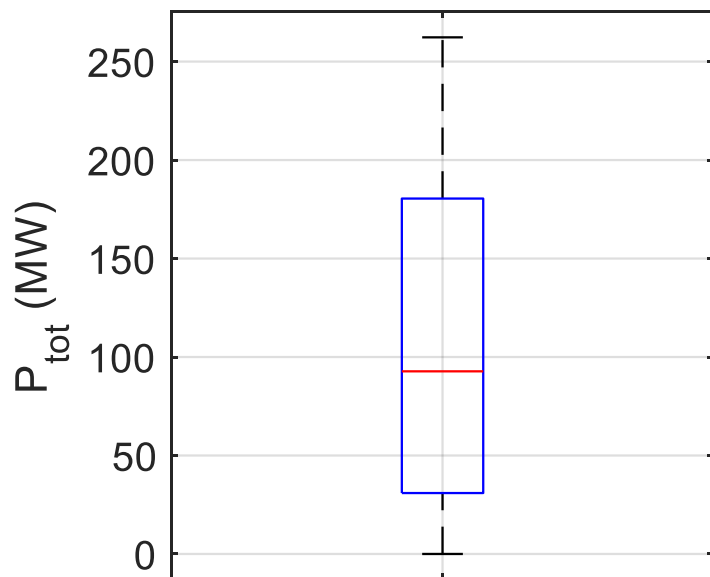
## Algoritmii considerați:

- Ant Lion Optimization (ALO)
- Grey Wolf Optimization (GWO)
- Sine Cosine Algorithm (SCA)
- Salp Swarm Algorithm (SSA)
- Improved Salp Swarm Algorithm (ISSA)
- Marine Predators Algorithm (MPA)
- Whale Optimization Algorithm (WOA)

## Patru seturi de simulări:

- 50 indivizi x 50 iterații
- 100 indivizi x 100 iterații
- 200 indivizi x 200 iterații
- 400 indivizi x 400 iterații

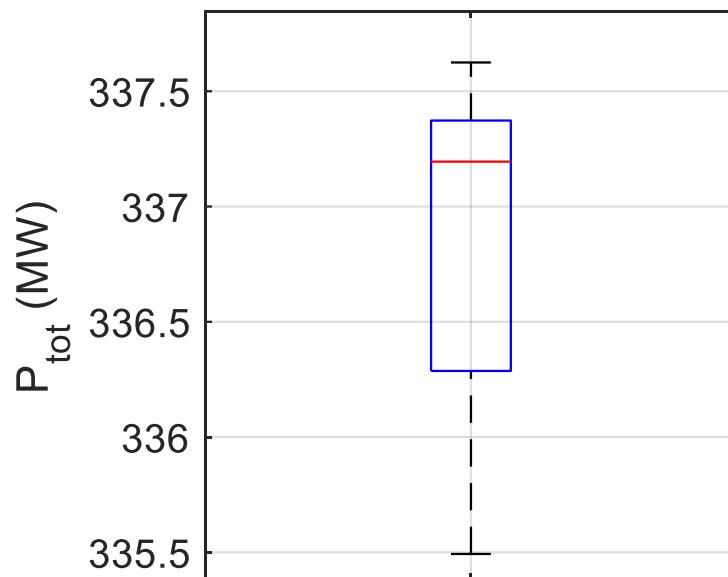
# Etapa I. Puterea totală instalată



## Scenariul 1:

Se instalează aleator putere în rețea până la atingerea limitelor

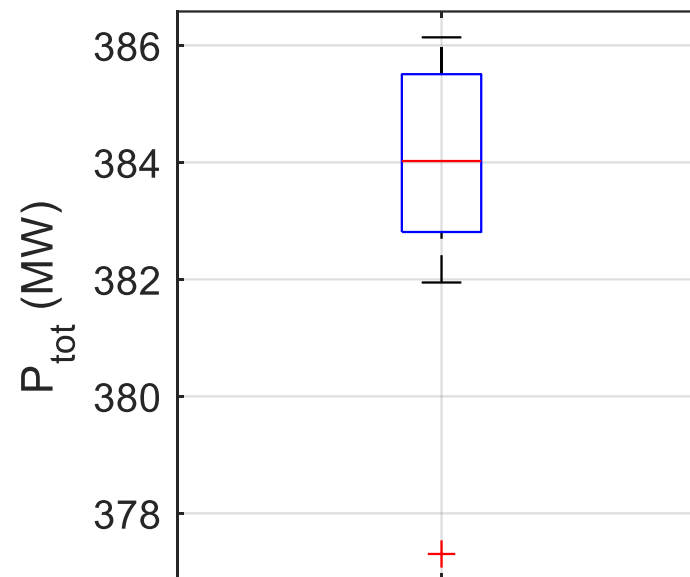
28.7%



## Scenariul 2:

Maximizarea puterii active fără aplicarea optimizării puterii reactive

14.5%

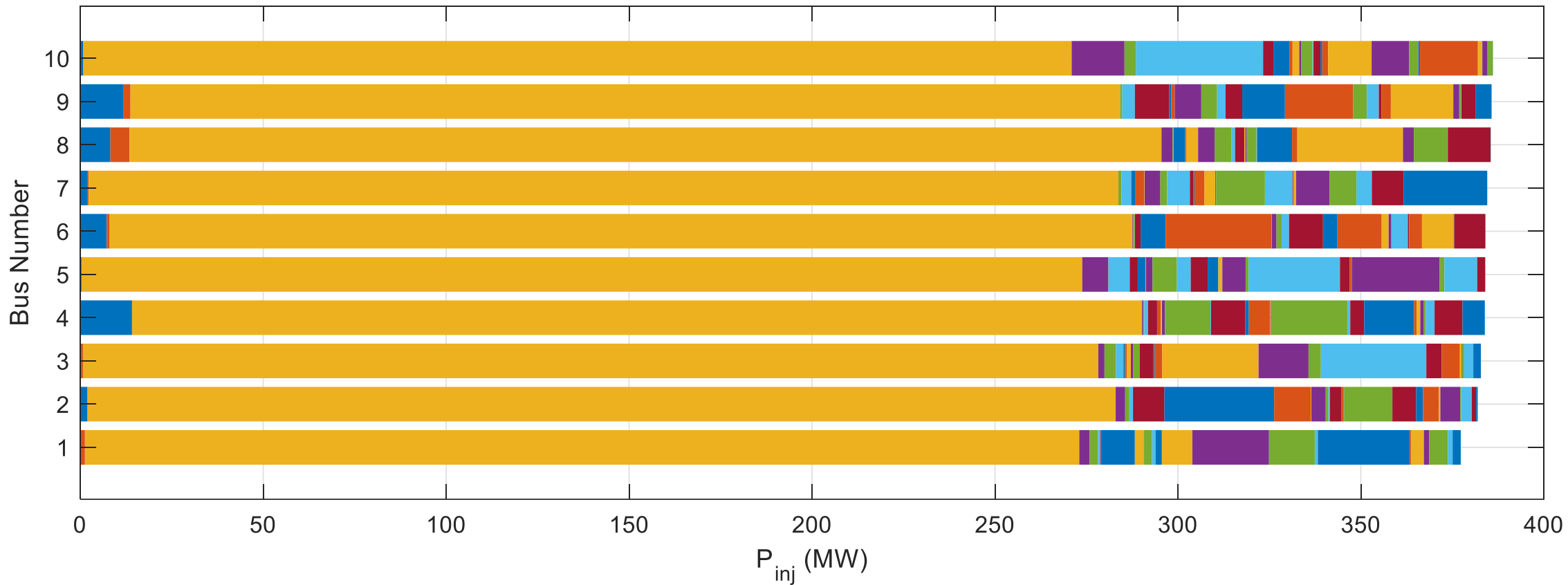


## Scenariul 3:

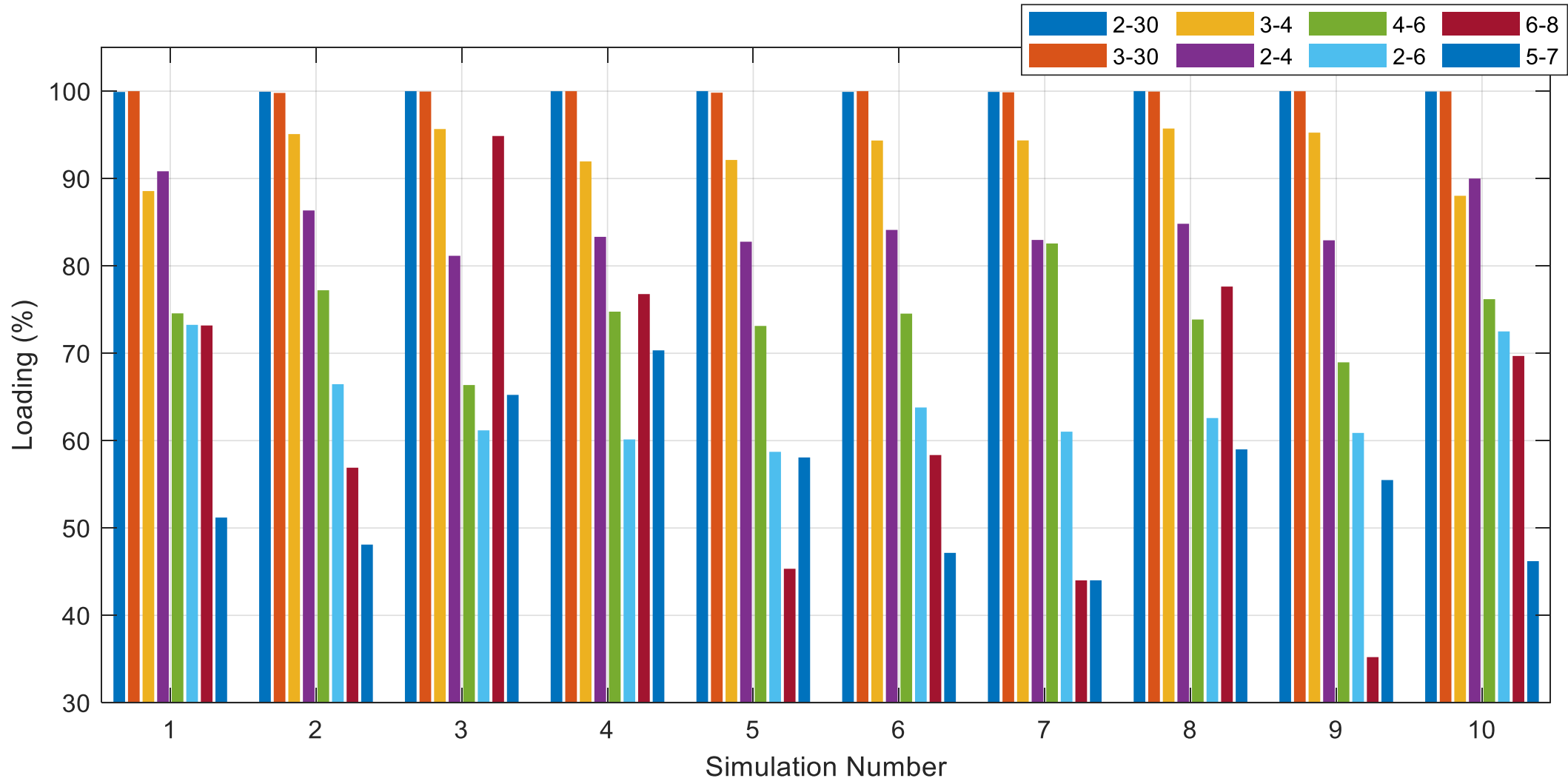
Maximizarea puterii active simultan cu optimizarea puterii reactive

47.3%

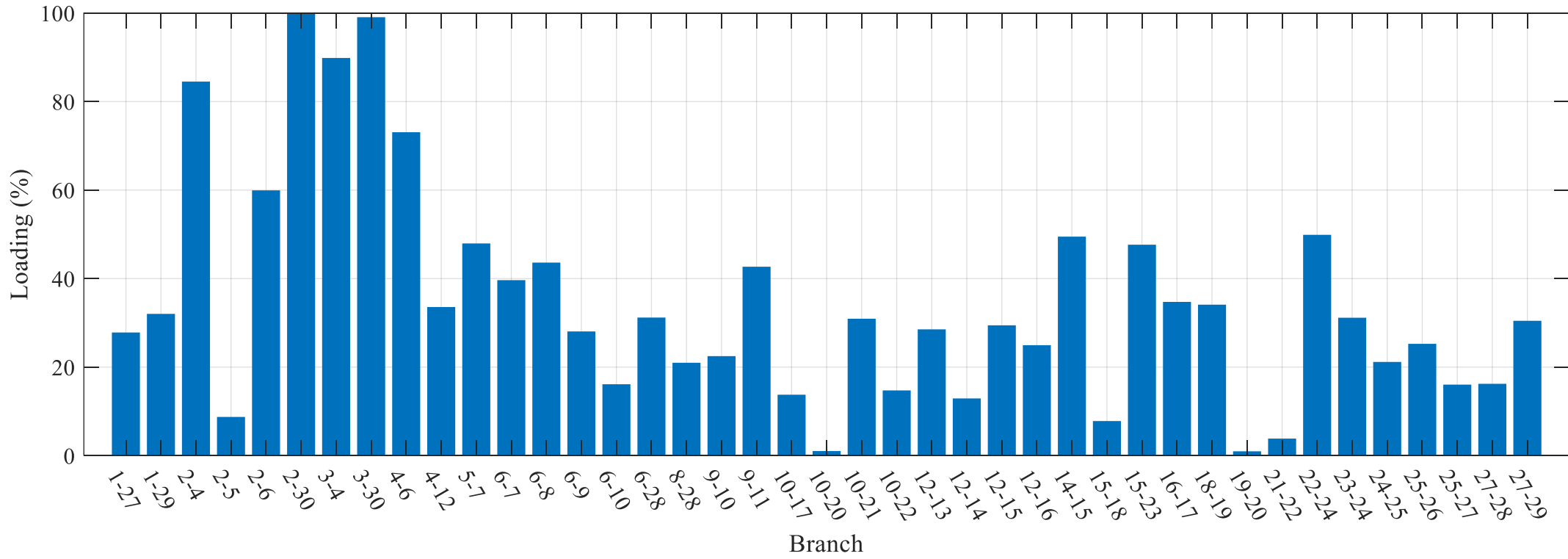
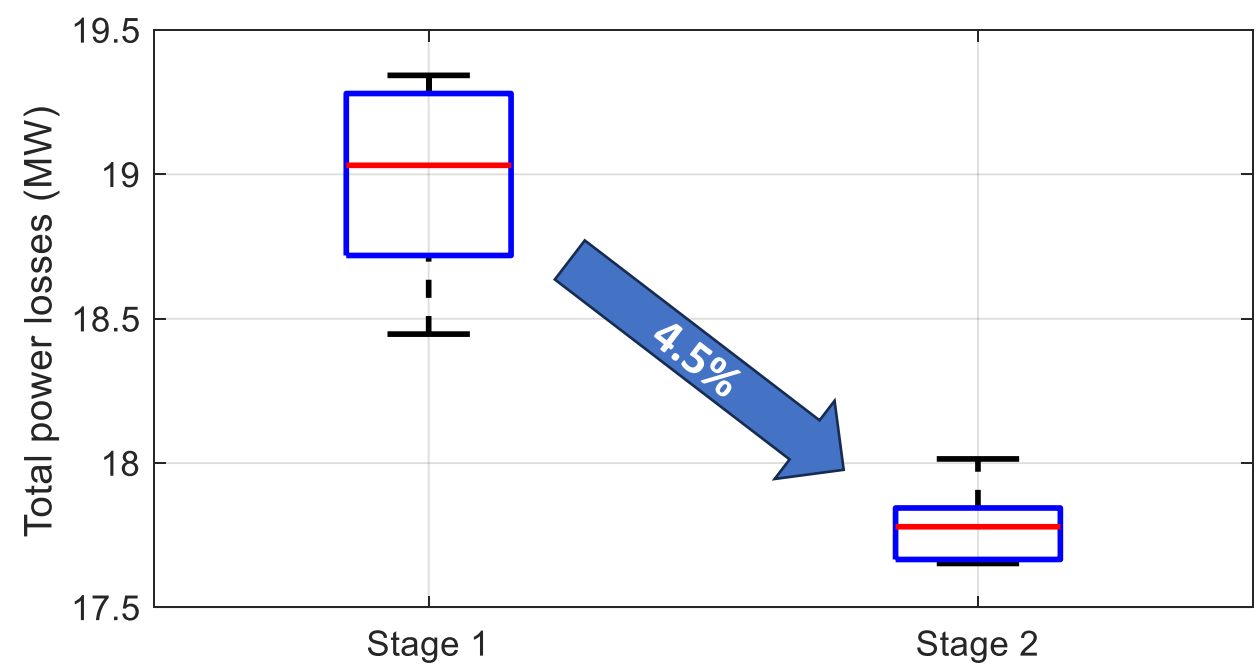
# Etapa I. Puterea instalată la fiecare nod



# Etapa I. Încărcările laturilor



# Etapa II: Minimizarea pierderilor



# Raport de activitate iulie – decembrie 2023

Principalele **activități** și **contribuții** științifice ale echipei de cercetare sunt:

- Realizarea unui **studiu comparativ** între **cinci algoritmi metaeuristici** pentru optimizarea regimului de funcționare a unei rețele active de distribuție
- Formularea unei probleme complexe de optimizare în două etape cu obiectivele de:
  - **Maximizarea puterilor active** ce pot fi instalate într-o sistem electroenergetic prin implementarea **controlului optim a puterii reactive**
  - Redistribuirea puterii active la noduri pentru **minimizarea pierderilor** de putere.
  - Adaptarea modelului matematic pentru algoritmi metaeuristici
- Dezvoltarea Algoritmului Salpului Marin Îmbunătățit (Improved Salp Swarm Algorithm – ISSA)
- Dezvoltarea unui **pachet software** pentru rezolvarea problemei de optimizare

# Obiectivele proiectului

- **O1:** Identificarea și analiza soluțiilor privind dezvoltarea de noi capacități de producție fotoelectrice și a sistemelor de stocare a energiei electrice pentru consumatori rezidențiali, comerciali și industrial de mici dimensiuni
- **O2:** Identificarea și analiza soluțiilor privind dezvoltarea de noi centrale fotoelectrice și sisteme de stocare a energiei electrice de dimensiuni mari
- **O3:** Elaborarea și implementarea unui nou algoritm de optimizare metaeuristic hibrid cu aplicabilitate în probleme de optimizarea specifice sistemelor electroenergetice
- **O4:** Dezvoltarea unui pachet software
- **O5:** Diseminarea rezultatelor



# Rezultatele proiectului. Articole publicate

**A1.** D. Sidea, A. Tudose, I. Picioroagă, C. Bulac, *Two-stage Optimal Active-Reactive Power Coordination for Microgrids with High Renewable Sources Penetration and Electrical Vehicles Based on Improved Sine–Cosine Algorithm*, Mathematics, Nr. 1, Vol. 1, pag. 45, 2023, <https://doi.org/10.3390/math11010045>

Parte a obiectivelor **O1, O3, O4, O5.**

**A2.** A. Tudose, D. Sidea, I. Picioroagă, A. Nicolae, C. Bulac, *Increasing Distributed Generation Hosting Capacity Based on a Sequential Optimization Approach Using an Improved Salp Swarm Algorithm*, Mathematics – în curs de publicare

Parte a obiectivelor **O2, O3, O4, O5.**

**A3.** D. Sidea, A. Tudose, I. Picioroagă, A. Nicolae, C. Bulac, *Performace Comparison of Metaheuristic Algorithms on solving the Optimal Power Flow in an Active Distribution Network*, Conferința Internațională Energie și Mediu, București, 14-15 oct. 2023 – în curs de publicare

Parte a obiectivelor **O1, O3, O4, O5.**

# Rezultatele proiectului


- Propunerea a **doi algoritmi metaeuristici îmbunătățiți (O3 și O4)**:
  - **Improved Sine–Cosine Algorithm** – publicat în A1.
  - **Improved Salp Swarm Algorithm** – publicat în A2.
- **Dezvoltarea unui pachet software** pentru optimizarea funcționării sistemelor electroenergetice ce conține (O4):
  - Modulul de intrare
  - Modulul de calcul de regim permanent, pe baza metodelor: (1) Newton-Raphson pentru rețele de transport și (2) ascendent-descendent pentru rețele de distribuție.
  - Modulul de optimizare: trei probleme de optimizare, doi algoritmi îmbunătățiți
  - Modulul de prelucrare a rezultatelor

Vă mulțumesc pentru atenție!




[Submit to this Journal](#)[Review for this Journal](#)[Propose a Special Issue](#)

## Article Menu

### Academic Editors

 Dongsheng Yu Muhammad Junaid Samson Yu[Show more...](#)[Subscribe SciFeed](#)[Order Article Reprints](#)[Open Access](#) [Article](#)

# Two-Stage Optimal Active-Reactive Power Coordination for Microgrids with High Renewable Sources Penetration and Electrical Vehicles Based on Improved Sine-Cosine Algorithm

by  Dorian O. Sidea <sup>1,2</sup> ,  Andrei M. Tudose <sup>1,2,\*</sup> ,  Irina I. Picioroaga <sup>1,2</sup> and  Constantin Bulac <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Electrical Power Systems, University "Politehnica" of Bucharest, 060042 Bucharest, Romania

<sup>2</sup> Academy of Romanian Scientists, 030167 Bucharest, Romania


\* Author to whom correspondence should be addressed.

*Mathematics* **2023**, *11*(1), 45; <https://doi.org/10.3390/math11010045>

Received: 4 December 2022 / Revised: 16 December 2022 / Accepted: 19 December 2022 /

Published: 22 December 2022

(This article belongs to the Special Issue **Modeling and Simulation for the Electrical Power System**)

[Download](#) [Browse Figures](#)[Versions Notes](#)[Share](#)[Help](#)[Cite](#)[Discuss in SciProfiles](#)[Endorse](#)[Comment](#)

FW: [Mathematics] Manuscript ID: mathematics-2767260 - Submission Received

Mesaje primite x



Andrei-Marius TUDOSE (68669) <andrei.tudose1604@upb.ro>

09:24 (acum 28 de minute)



către eu ▾

-----Original Message-----

From: [susy@mdpi.com](mailto:susy@mdpi.com) <[susy@mdpi.com](mailto:susy@mdpi.com)> On Behalf Of Editorial Office

Sent: Sunday, November 26, 2023 7:26 PM

To: Andrei-Marius TUDOSE (68669) <[andrei.tudose1604@upb.ro](mailto:andrei.tudose1604@upb.ro)>

Cc: Dorian-Octavian SIDEA (11189) <[dorian.sidea@upb.ro](mailto:dorian.sidea@upb.ro)>; Irina-Ioana PICIOROAGA (66279) <[irina.picioroaga@upb.ro](mailto:irina.picioroaga@upb.ro)>; Nicolae ANTON (77647) <[nicolae.anton@upb.ro](mailto:nicolae.anton@upb.ro)>; Constantin Bulac (24481) <[constantin.bulac@upb.ro](mailto:constantin.bulac@upb.ro)>

Subject: [Mathematics] Manuscript ID: mathematics-2767260 - Submission Received

Dear Mr. Tudose,

Thank you very much for uploading the following manuscript to the MDPI submission system. One of our editors will be in touch with you soon.

Journal name: Mathematics

Manuscript ID: mathematics-2767260

Type of manuscript: Article

Title: Increasing Distributed Generation Hosting Capacity Based on a Sequential Optimization Approach Using an Improved Salp Swarm Algorithm

Authors: Andrei M. Tudose, Dorian O. Sidea \*, Irina I. Picioroaga, Nicolae Anton, Constantin Bulac

Received: 26 Nov 2023

E-mails: [andrei.tudose1604@upb.ro](mailto:andrei.tudose1604@upb.ro), [dorian.sidea@upb.ro](mailto:dorian.sidea@upb.ro), [irina.picioroaga@upb.ro](mailto:irina.picioroaga@upb.ro), [nicolae.anton@upb.ro](mailto:nicolae.anton@upb.ro), [constantin.bulac@upb.ro](mailto:constantin.bulac@upb.ro) Submitted to section: Engineering Mathematics, [https://secure-web.cisco.com/1HKB7zYQVPHlwU1\\_OeyWBX23Unt8S7VowozDjwLjiUonu3NRWS62tr9JLQgsSKjLsPNqwTj6gdCxBACvObwBsWlamzcSyYmYki2n021XzhJXyONo17kWyypBi0FRZ1o-OeX04bo61kXY2E-nz9S-oUG5AT5rvkx7DGN6O3qhcNLVZXH-b6N\\_A7F4FGdvPbmU9DOaVlrvdIE7nuYB3-g93ySZilDb5qr2HSWAQYqLPwDul\\_Jm-5E\\_LlxLBOWy4Mbv9cz4VdVWdPLZa4qtDobonkeyGulJWvTLbCO640zLAsLOfvrPNmXm4x85pEKPkcwOHY/https%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2Fjournal%2Fmathematics%2Fsections%2Fengineering\\_mathematics](https://secure-web.cisco.com/1HKB7zYQVPHlwU1_OeyWBX23Unt8S7VowozDjwLjiUonu3NRWS62tr9JLQgsSKjLsPNqwTj6gdCxBACvObwBsWlamzcSyYmYki2n021XzhJXyONo17kWyypBi0FRZ1o-OeX04bo61kXY2E-nz9S-oUG5AT5rvkx7DGN6O3qhcNLVZXH-b6N_A7F4FGdvPbmU9DOaVlrvdIE7nuYB3-g93ySZilDb5qr2HSWAQYqLPwDul_Jm-5E_LlxLBOWy4Mbv9cz4VdVWdPLZa4qtDobonkeyGulJWvTLbCO640zLAsLOfvrPNmXm4x85pEKPkcwOHY/https%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2Fjournal%2Fmathematics%2Fsections%2Fengineering_mathematics)  
Modeling and Simulation for the Electrical Power System [https://secure-web.cisco.com/15TPpqDWL9HRrDv87vdI9KSRwOtlMu7reTaf20QA\\_MB-KCtqorGKXqb-6w2Gun5YmgK1oPtQp-9jSoCWqmK617LPrWCuEWNgbNzyjVzB5kwudzROY325L8ZrbOZkUKsB7Dz5EJjwszMs7WYrhERA0c05fyAok9oD\\_enyP5sWh-w\\_lx8w217UJp4WnPr2I7Bw1FUJFVwbtrFsfvP2gSttSxk7blg8jYCy4nL4FkaucHzu28jaomp6oRBFR8aTtSaMs\\_HBxTTI6m1d2Q0B-LDNZ-XKHClwUc3EIMlunCZcwvd31wipC3nC9ZISpb8-MyI5k/https%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2Fjournal%2Fmathematics%2Fspecial\\_issues%2FModel\\_Simulat\\_Elec\\_Power\\_System](https://secure-web.cisco.com/15TPpqDWL9HRrDv87vdI9KSRwOtlMu7reTaf20QA_MB-KCtqorGKXqb-6w2Gun5YmgK1oPtQp-9jSoCWqmK617LPrWCuEWNgbNzyjVzB5kwudzROY325L8ZrbOZkUKsB7Dz5EJjwszMs7WYrhERA0c05fyAok9oD_enyP5sWh-w_lx8w217UJp4WnPr2I7Bw1FUJFVwbtrFsfvP2gSttSxk7blg8jYCy4nL4FkaucHzu28jaomp6oRBFR8aTtSaMs_HBxTTI6m1d2Q0B-LDNZ-XKHClwUc3EIMlunCZcwvd31wipC3nC9ZISpb8-MyI5k/https%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2Fjournal%2Fmathematics%2Fspecial_issues%2FModel_Simulat_Elec_Power_System)

## Paper accept for 11th International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT 2023 (CIEM) >

Mesaje primite x



**Microsoft CMT** <email@msr-cmt.org>

către eu ▾

vin., 11 aug., 13:24



Dear CIEM 2023 Author,

On behalf of the Conference Program Committee, we are pleased to inform you that your Paper #69 entitled "Performace Comparison of Metaheuristic Algorithms on solving the Optimal Power Flow in a Active Distribution Network" has been accepted at the 11th International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM).

The review of your paper #69 entitled "Performace Comparison of Metaheuristic Algorithms on solving the Optimal Power Flow in a Active Distribution Network" submitted to the 11th International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM) is completed.

The reviewers' comments can be found in your Author account.

For the final paper, please make the corrections according to the reviewers' observations.

The conference will be held from October 26 to 27, 2023, at the University POLITEHNICA of Bucharest, Romania.

For each accepted paper for presentation, at least 1 (one) author must register for CIEM 2023 and pay the appropriate fee. Conference papers will not be released for publication in the 11th International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM) Proceedings or scheduled for presentation unless the appropriate fee is paid.

Each participant at 11th International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM) must register for CIEM 2023 and pay the appropriate fee, as well as fill in the Registration form (available at <http://ciem.upb.ro/2023/downloads.html>) and send it by email at [ciem@upb.ro](mailto:ciem@upb.ro) until 03.09.2023.