

RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ

Grant suport 56PHE din 29/01/2024, SMART GRID-EFFICIENT INTERACTIVE BUILDINGS,
Competition PN-IV-P8-8.1-PREHE-ORG-2023-0143.

Cuprins

Proiectul EVELIXIA.....	2
Rezumat	3
Echipa	3
Rezumatul etapei în anul 2025	4
Descrierea științifică și tehnică.....	4
Concluzii	16
Bibliografie.....	16
Raport de deplasare externă	18
Raport de deplasare – 06.12 – 18.12.2025	18
Raport de deplasare – 02.09 – 05.09.2025	18

Proiectul EVELIXIA

Proiectul 'EVELIXIA' (GA-No. 101123238/2023) are ca obiectiv principal digitalizarea și eficientizarea distribuției energiei electrice prin interconectarea clădirilor. UTCN, alături de 35 de parteneri din 12 țări europene, va implementa soluții inovative pentru îmbunătățirea gestionării consumului de energie. Un aspect central al proiectului este instalarea unui perete geotermal într-o locație pilot din Campusul Studentesc Măraști, sub coordonarea UTCN, pentru a evalua eficiența energiei regenerabile geotermale generate de acesta și utilizarea sa în clădiri.

Pentru a monitoriza consumul de energie, proiectul va utiliza infrastructura BEMS UTCN (Building Energy Management System), deja existentă, care include 12 contoare inteligente Siemens PAC3100 instalate în 4 clădiri ale universității. Sistemul BEMS va colecta date despre consumul de energie, iar acestea vor fi analizate și procesate prin platforma CloudUT a UTCN, un sistem cloud avansat ce include 10 noduri de calcul, cu o capacitate de stocare de 167 TB și 5120 GB RAM.

Proiectul va implica și implementarea unui sistem de monitorizare a nevoilor persoanelor cazate în locația pilot, prin senzorii suplimentari instalați. Aceste date vor fi folosite pentru a ajusta eficient consumul de energie în funcție de necesitățile locatarilor și vor contribui la dezvoltarea unor soluții mai precise de eficiență energetică.

În urma procesării acestor date, echipa de cercetători va pregăti și va trimite spre publicare cel puțin 3 articole în reviste de prestigiu din domeniul energiei și sustenabilității, precum *IET Renewable Power Generation*, *Journal of Cleaner Production*, *Applied Energy*, *Technological Forecasting and Social Change* și *Sustainability*. Scopul este ca cel puțin unul dintre aceste articole să fie acceptat pentru publicare, contribuind astfel la avansarea cunoștințelor și tehnologiilor în domeniul eficienței energetice și al integrării energiei regenerabile în clădiri.

Aceste activități se aliniază cu obiectivele de sustenabilitate și inovare ale Uniunii Europene, iar rezultatele proiectului vor influența legislația europeană și națională în domeniul eficienței energetice și al digitalizării infrastructurilor energetice.

Rezumat

Proiectul 'EVELIXIA' (GA-No. 101123238/2023) vizează digitalizarea și eficientizarea procesului de distribuție a energiei electrice prin interconectarea clădirilor, în colaborare cu 35 de parteneri din 12 țări europene. În cadrul sarcinilor asumate de UTCN, s-a realizat instalarea unui perete geotermal în cadrul Campusului Studentesc Măraști. Datele de consum de energie electrică ale clădirii sunt monitorizate cu succes prin intermediul aplicației BEMS UTCN care înregistrează consumul de energie electrică în timp real și salvează, la fiecare 15 minute, energia consumată într-o bază de date.

Rezultatele proiectului vor contribui la publicarea de articole științifice în reviste internaționale de prestigiu, având ca scop dezvoltarea de soluții inovative pentru îmbunătățirea eficienței energetice. Datele procesate vor sprijini legislația europeană și națională în domeniul energiei regenerabile și al digitalizării infrastructurilor energetice, iar impactul proiectului va fi resimțit pe termen lung, contribuind la un management mai sustenabil al consumului de energie în clădiri.

Echipa

Micu, Dan Doru – UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Czumbil, Levente – UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Mureșan, Alexandru – UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Jurj, Dacian – UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Bârgăuan, Bogdan – UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Mureșan, Claudia – UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Farkas, Timea – UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Berciu, Alexandru-George – UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Lăncrănjan, Mircea – UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Rezumatul etapei în anul 2025

În anul 2025, al doilea an de implementare a proiectului, prin implicarea echipei de implementare a proiectului în activitățile de cercetare s-a reușit publicarea unui număr de 7 articole științifice, din care 6 prezentate în cadrul unor conferințe internaționale prestigioase, 1 articol expus la conferințe naționale și 1 trimise spre jurnalele de referință. De asemenea, un cercetător (Timea Farkas) și-a finalizat teza de doctorat. În plus, prin intermediul acțiunilor implementare în cadrul proiectului s-a reușit dezvoltarea unei noi aplicații BEMS pentru clădirea de la Mărăști.

În secțiunea de descriere științifică și tehnică sunt expuse succint activitățile desfășurate și rezultatele obținute de către echipa de implementare a proiectului.

Descrierea științifică și tehnică

Pe parcursul celui de al doilea an de implementare a proiectului, pornind de la rezultate incluse în primul raport științific, au fost finalizate cu succes următoarele activități:

1. Identificarea, monitorizarea și procesarea datelor relevante:
 - a. S-a realizat o analiză a calității datelor monitorizate în clădirea pilot de la Campusul Studentesc Mărăști. Rezultatele sunt incluse în Fig. 1.

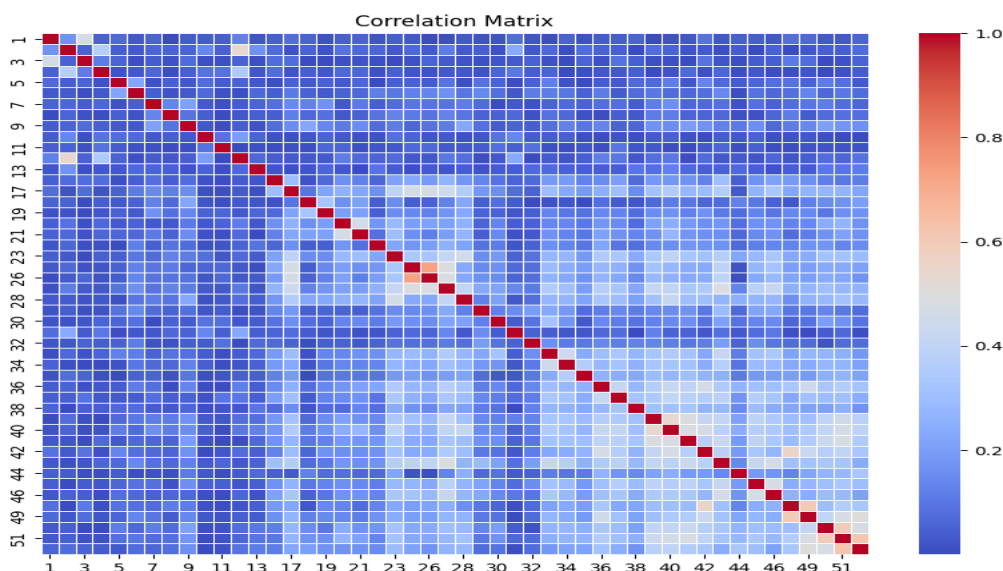
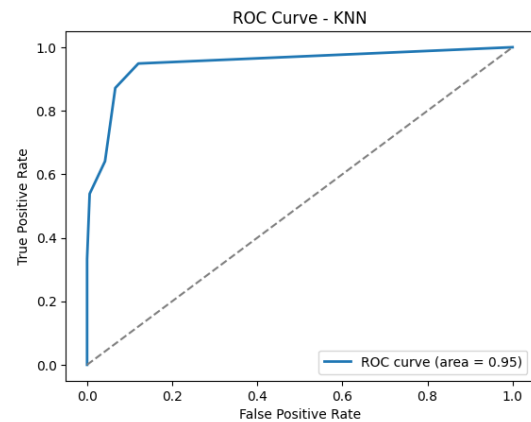
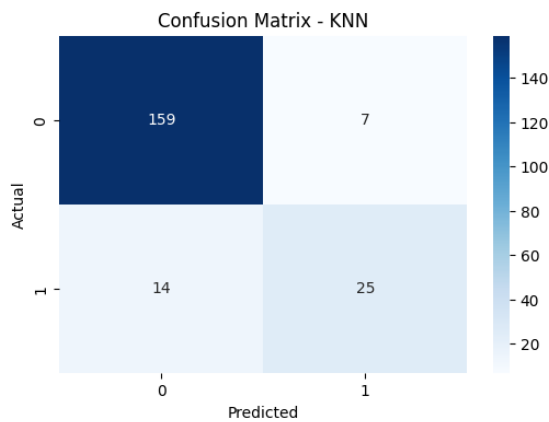
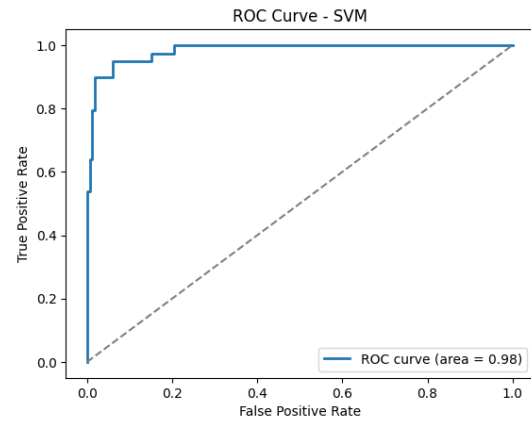
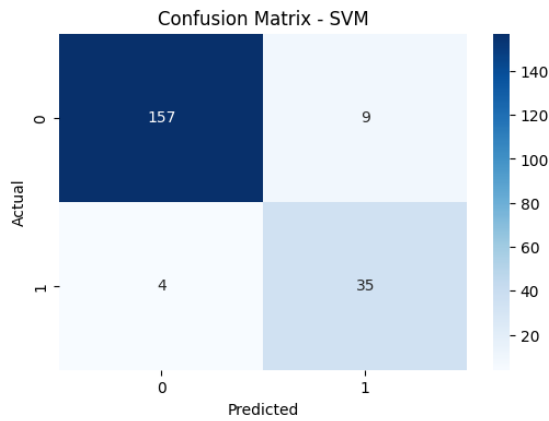
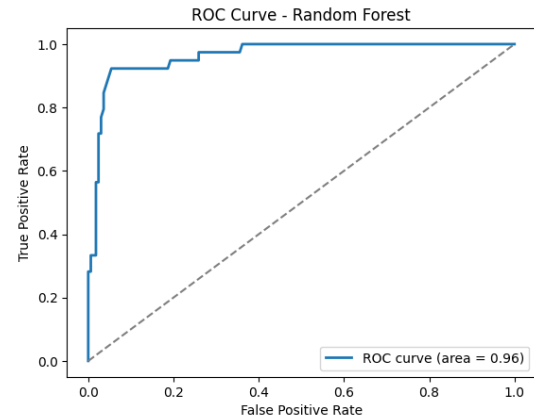
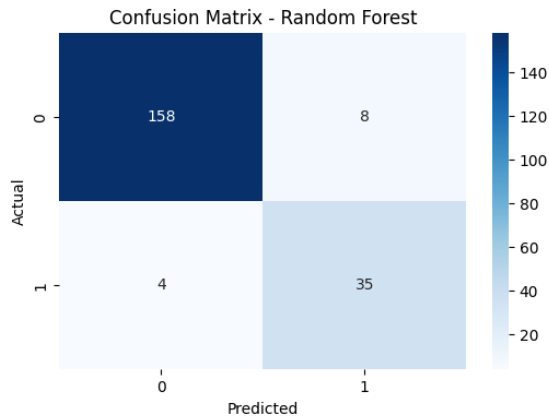
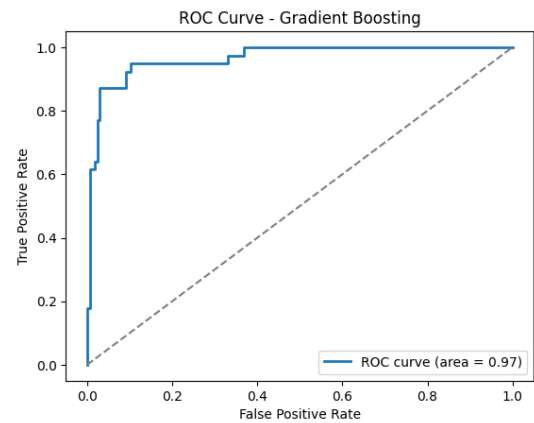
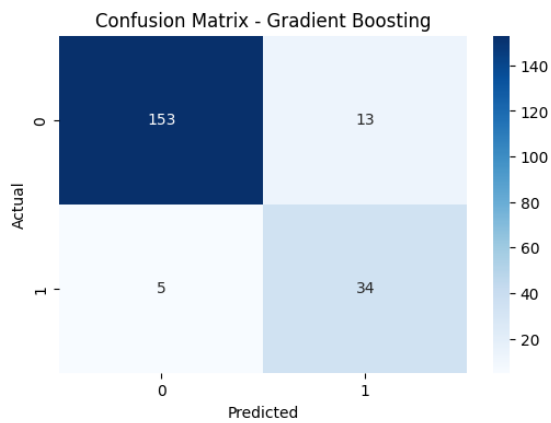
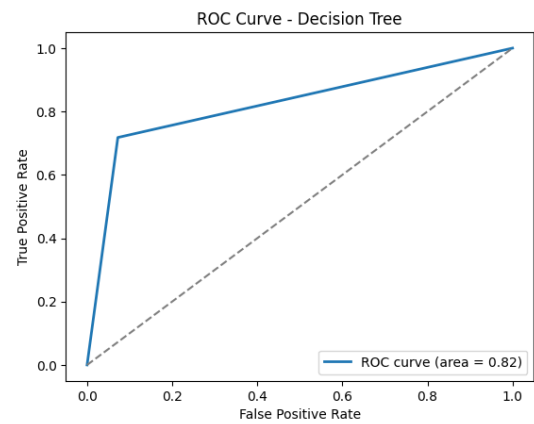
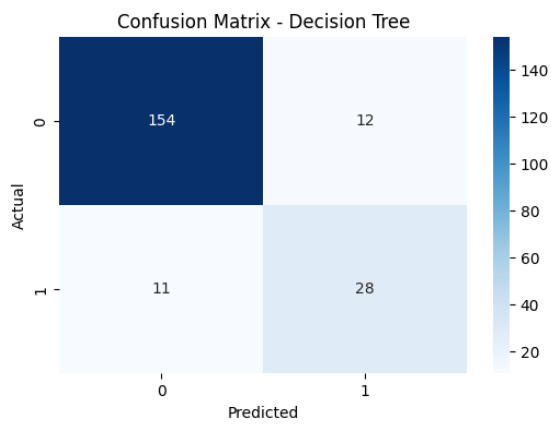
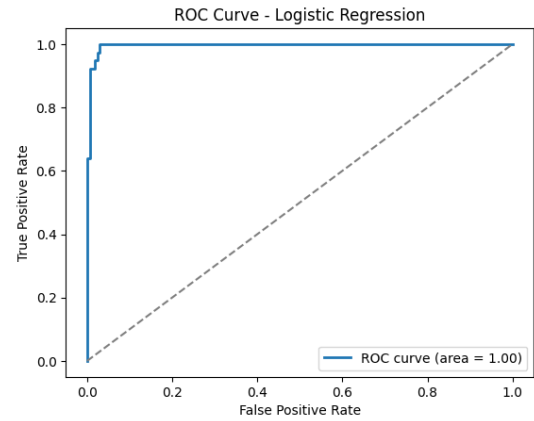
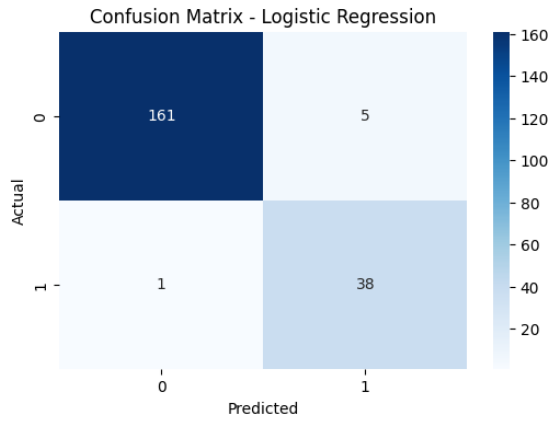
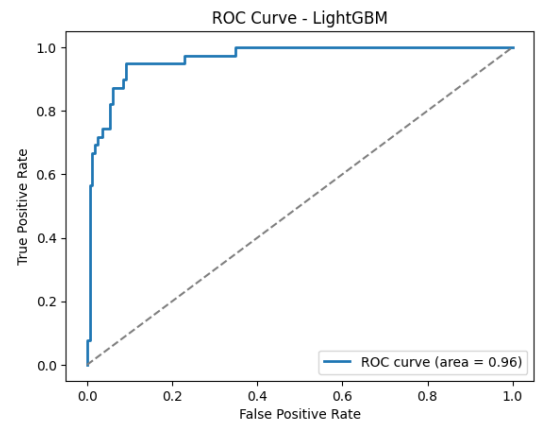
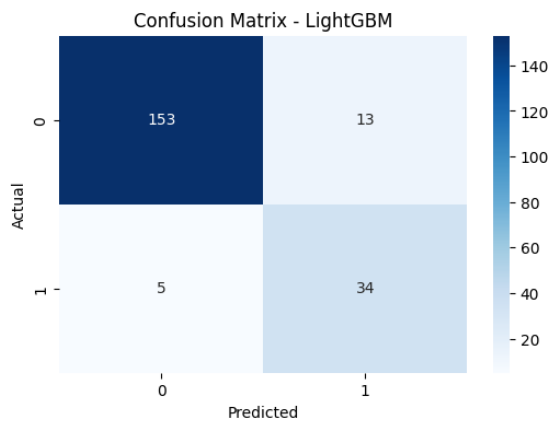
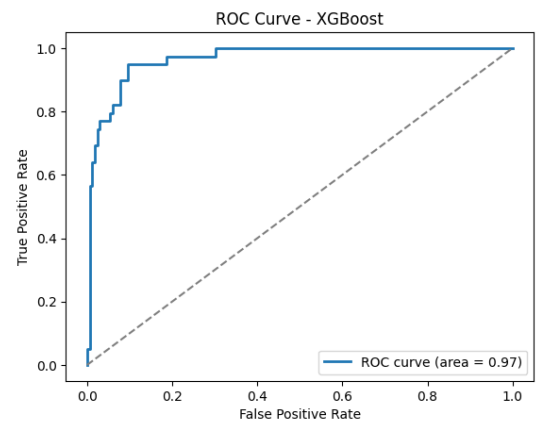
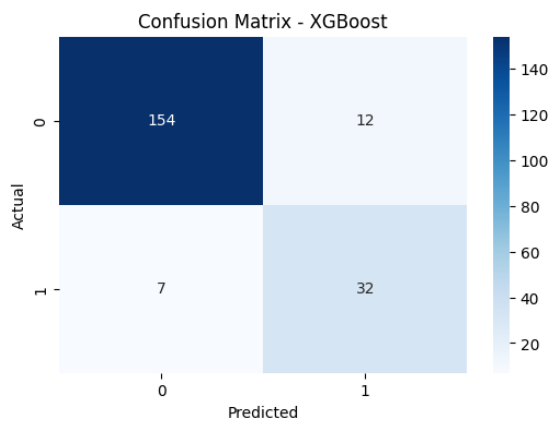
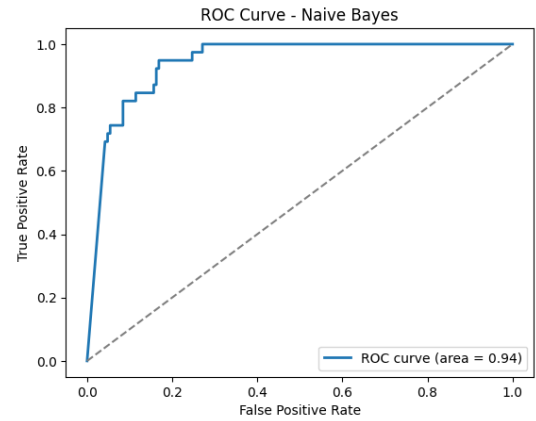
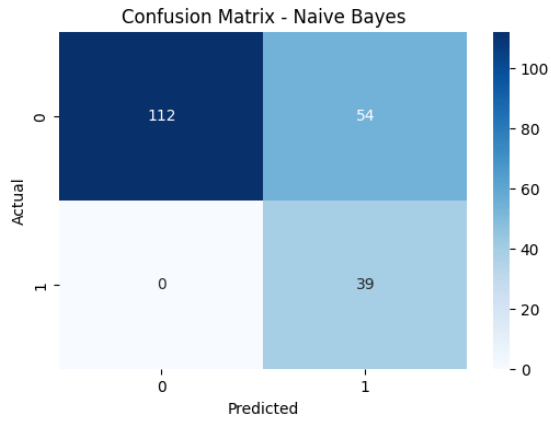


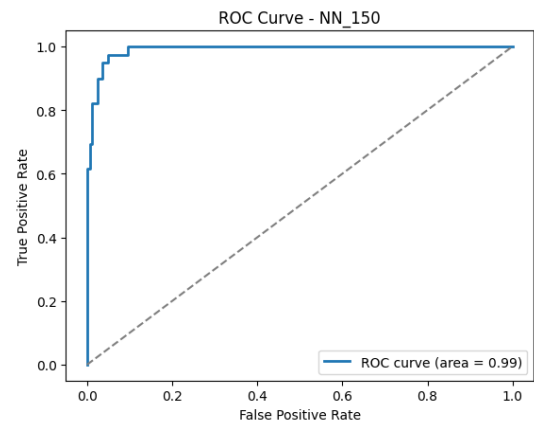
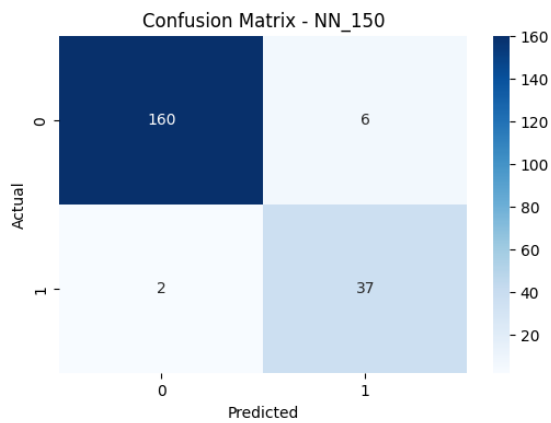
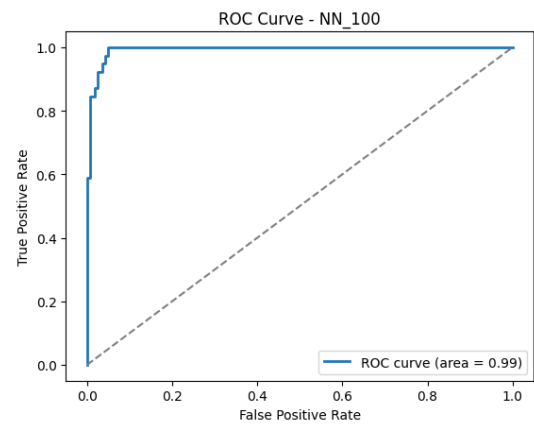
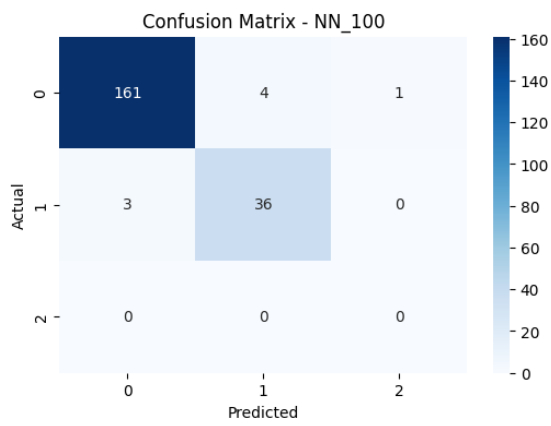
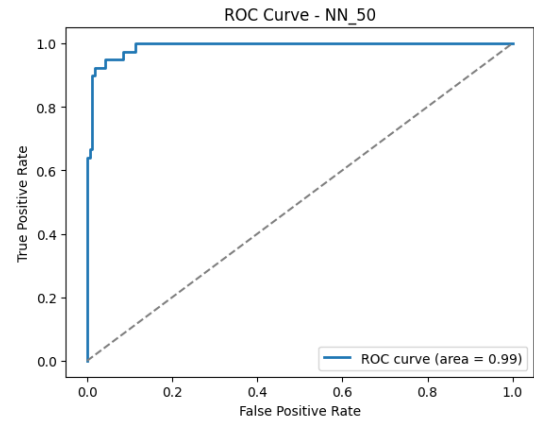
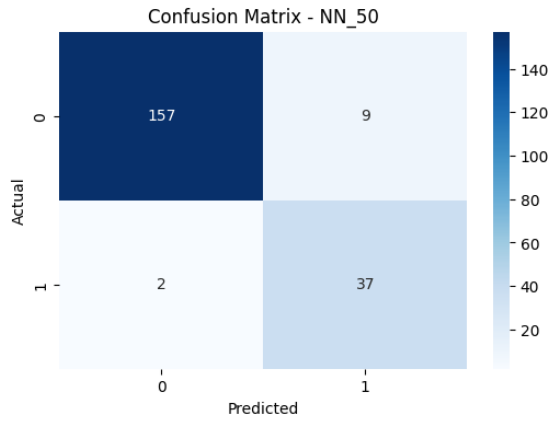
Fig. 1. Matricea de corelație a datelor [1].

- b. Au fost antrenate modelele AI: Random Forest, SVM, KNN, Logistic Regression, Decision Tree, Gradient Boosting, Naive Bayes, XGBoost, LightGBM și o rețea neuronală MLP cu 50, 100 și 150 neuroni. Rezultatele din Fig. 2 au fost validate printr-o serie vastă de articole științifice de jurnal și de conferință [1] – [9].









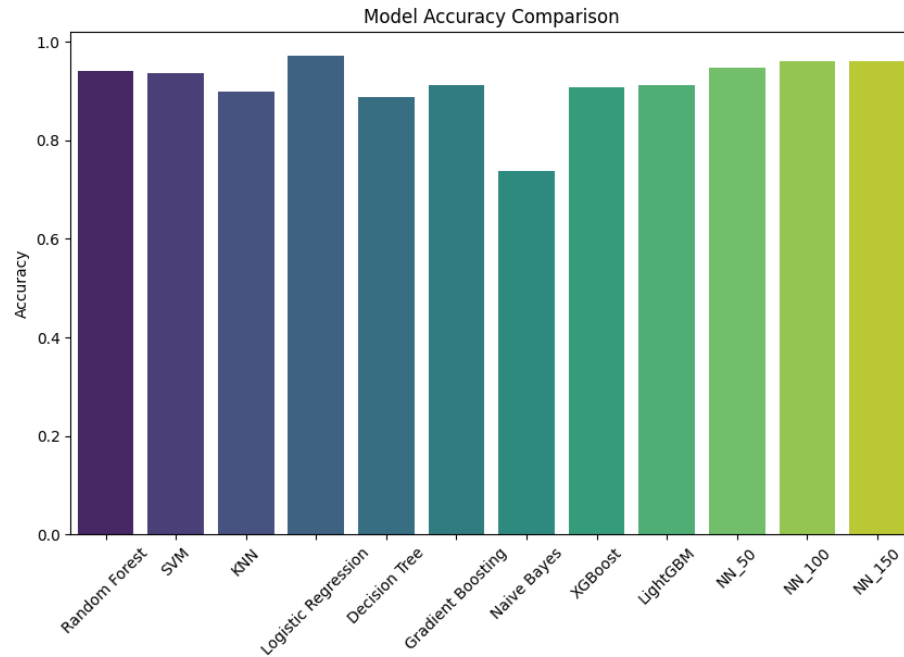
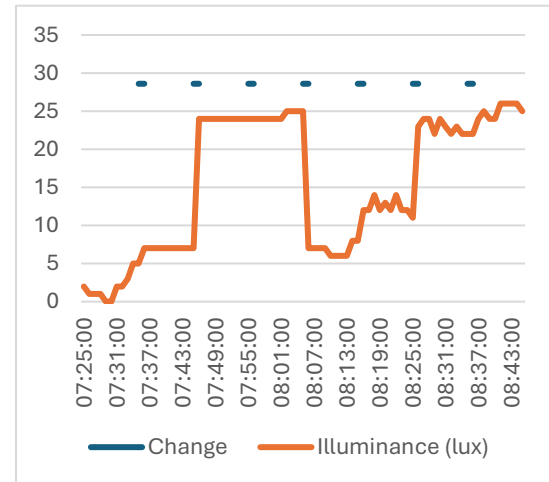
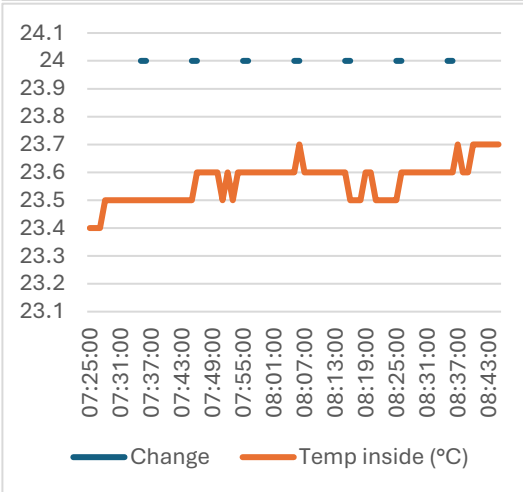
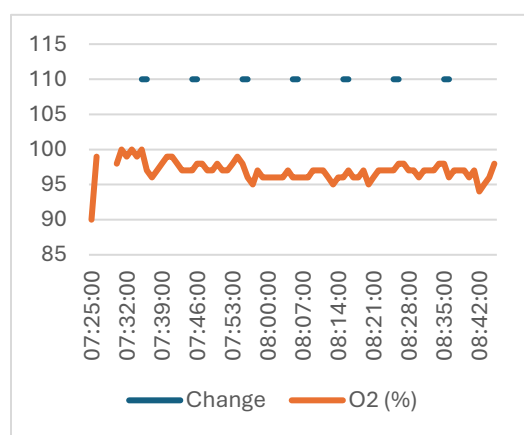
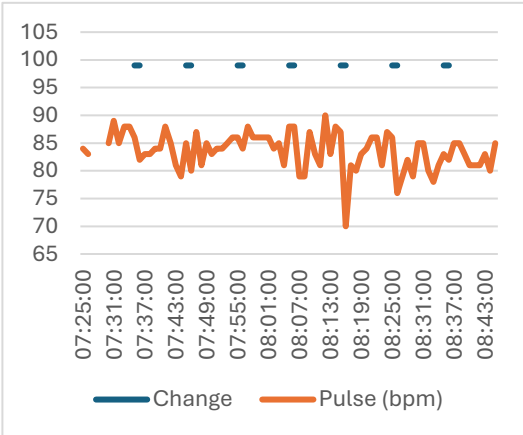
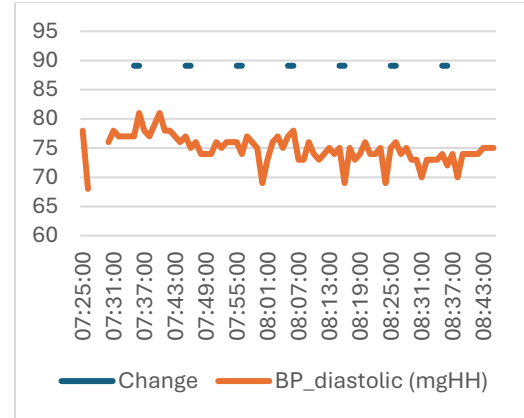
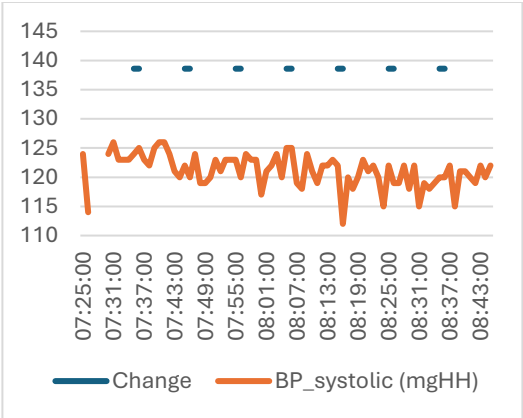


Fig. 2. Performanțele modelelor antrenate [1] – [7].

- c. A fost realizată o analiză a efectelor controlului asupra corpului uman. Cu ajutorul unui smartwatch Samsung Galaxy Watch 5 s-au monitorizat parametrii vitali: tensiune arterială, puls și nivel oxigenare. Prin intermediul senzorilor instalați în cel de al doilea an de activitate și al aplicației BEMS 2.0 au fost extrase datele despre mediul ambiant: temperatura din cameră, nivel de luminozitate și umiditate. Rezultatele obținute sunt incluse în Fig. 3.



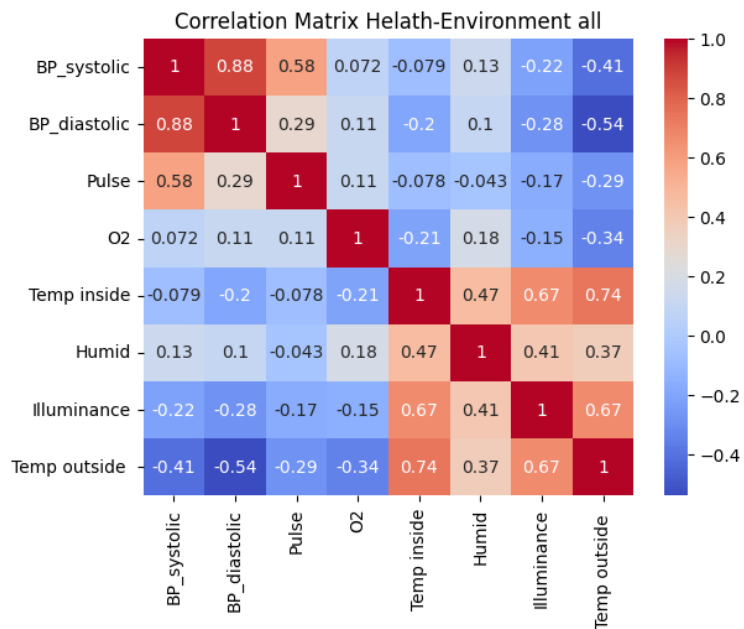
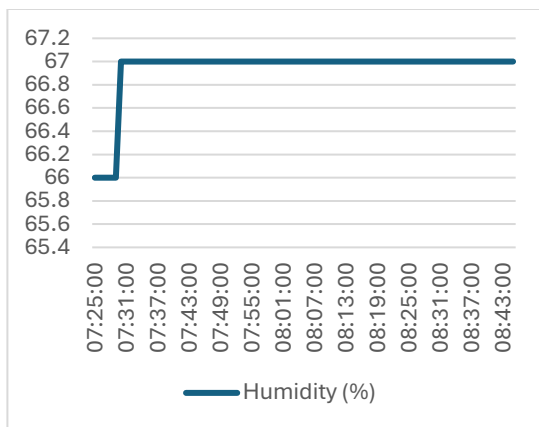


Fig. 3. Impactul controlului mediului ambiant asupra sănătății și somnului. Rezultatele testelor [2].

- d. S-a reușit identificarea unor baze de date care au însumat 3.2 TB de informații. Acestea au fost agregate și filtrate, rezultând 2.5 TB de date numerice despre parametrii mediului ambiant, al calității somnului și bolile asociate. Domnul Alexandru BERCIU a antrenat modelele anterioare pe acest set de date mult mai variat, reușind să îmbunătățească performanța și să crească robustețea soluției implementate în platforma informatică dezvoltată pe parcursul proiectului. Câteva rezultate reprezentative sunt incluse în Fig. 4. Aceste rezultate vor face obiectul unei noi lucrări de jurnal pe care domnul asist. drd. ing. Alexandru BERCIU dorește să o elaboreze sub coordonarea conducătorilor tezei sale de doctorat: domna prof. dr. ing.

Eva-Henrietta DULF (conducător principal) și domnul prof. dr. ing. mat. Dan MICU (conducător în cotutelă).

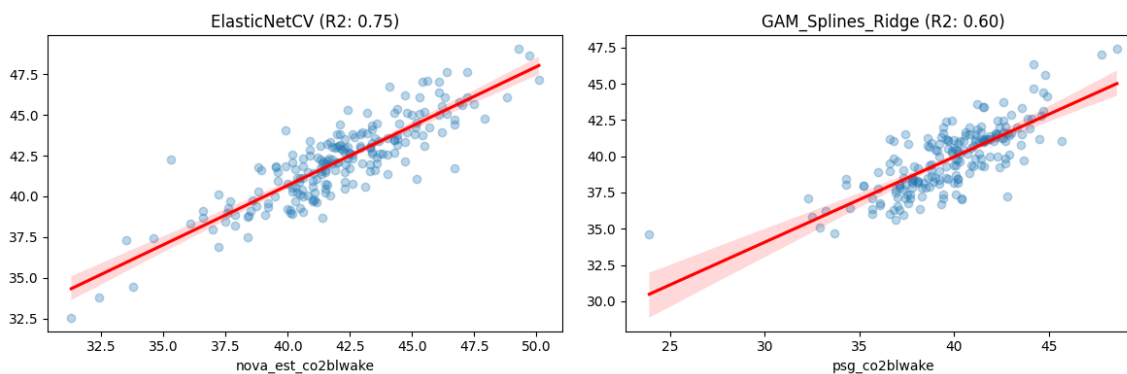


Fig. 4. Performanța modelelor reantrenate pe baza de date agregată de 2.5 TB.

2. Pentru a facilita accesul publicului larg la rezultatele incluse în pasul anterior, a fost îmbunătățită interfața aplicației dezvoltate pe parcursul primului an de implementare. În acest sens s-au realizat următorii pași:
 - a. Dezvoltarea unei sigle mai reprezentative și a brandului Snoovance:

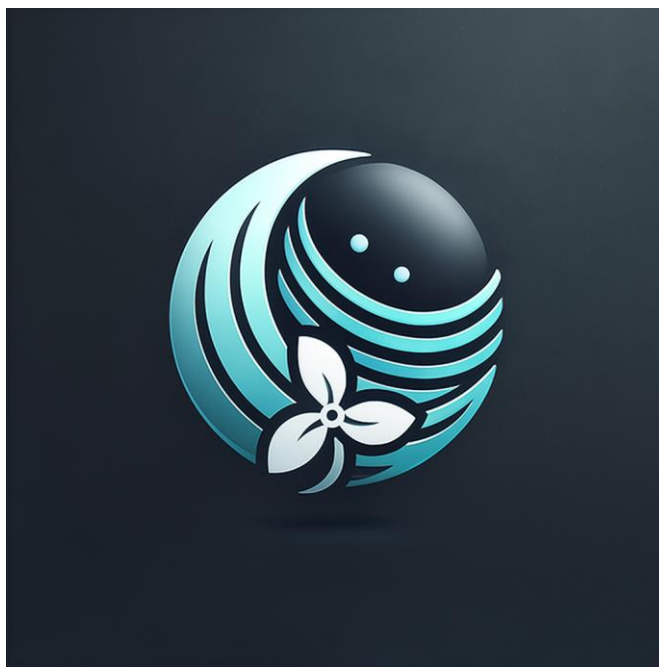


Fig. 5. Noua siglă a aplicației Snoovance.

- b. A fost automatizat procesul de preluare al datelor monitorizate prin cea de a doua versiune a aplicației BEMS UTCN. Aceste date sunt reprezentate grafic potrivit cu Fig. 6.



Fig. 6. Interfața grafică a aplicației BEMS UTCN v.2.

- c. Pornind de la arhitectura BEMS UTCN v.2 s-a determinat o arhitectură și o schemă logică de preluare și procesare a datelor printr-un API securizat. Ulterior datele au fost integrate în modelele AI preantrenate și au stat la baza controlului adaptiv, personalizat în funcție de particularitățile membrilor din sălile 17, 18 – sălile pilot în care studenții dorm în Campusul Studentesc Măraști. În Fig. 7 este inclusă schema logică de generare a controlului și acționare a echipamentelor.

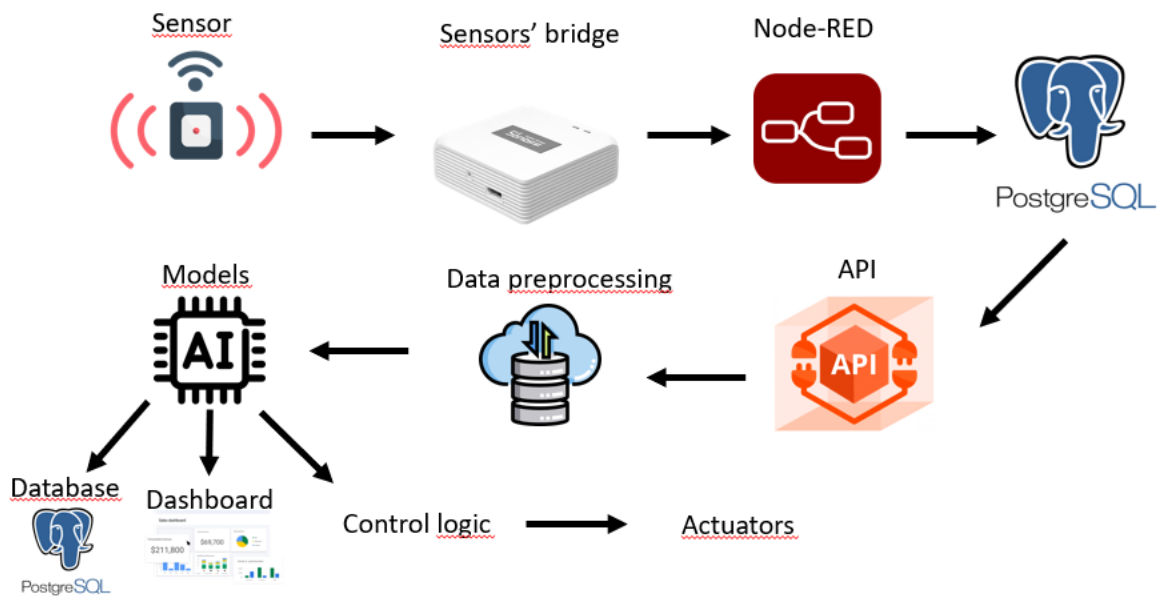


Fig. 7. Schema logică de preluare și procesare a datelor + generarea controlului personalizat.

- d. Interfața aplicației Snoovance este una simplă, cu toate că include foarte multe detalii importante despre acțiunile automate decise de modelele AI asupra echipamentelor din încăpere (precum deschiderea – închiderea geamurilor, ridicarea – coborârea rulourilor, aprinderea – stingerea becurilor etc.). De asemenea, în interfață sunt afișați parametri referitori la calitatea somnului, la evaluare riscurilor asociate din punct de vedere medical pentru un somn nepotrivit, după caz, dar și în legătură cu impactul asupra calității vieții. Toate aceste detalii sunt incluse în Fig. 8.

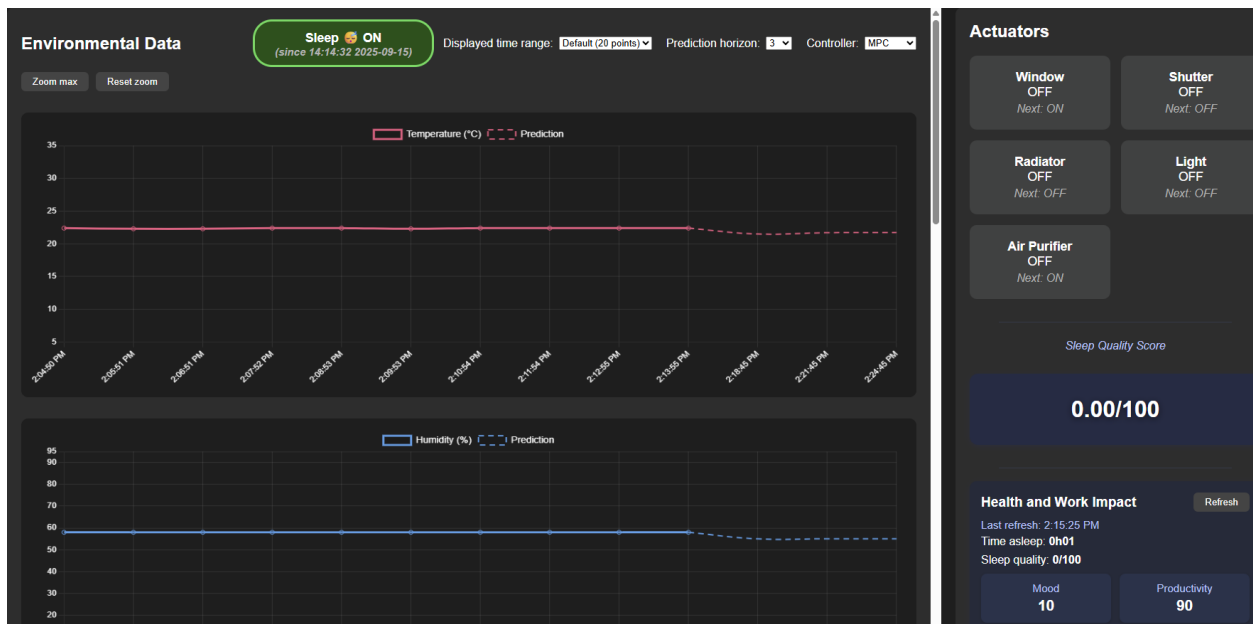


Fig. 8. Interfața grafică a aplicației Snoovance.

Ca urmare a celor prezentate anterior, toate obiectivele asumate în proiectul au fost atinse, rezultatele fiind validate printr-o serie vastă de articole științifice.

Rezultatele obținute au fost valorificate prin publicarea următoarelor articole științifice:

1. Articolul de conferință "Real Help? Smoking, Alcohol, and Their Effects on Sleep Quality in Military Environments" [1].
2. Articolul de jurnal Q1 "Sleep Today, Succeed Tomorrow: A Systematic Review on How Environment Shapes Health and Performance on Military and Civilian Populations in the Digital Twin Era" - în evaluare din 23 martie 2025 (ID f553fe5f-8797-47ac-b4ad-f7321f6010db) la jurnalul BMC Public Health [2].
3. Articolul de conferință "Enhancing Electricity Consumption Forecasting with Artificial Intelligence on Small Datasets: A Comparative Study" [3].
4. Articolul de conferință "Artificial Intelligence-Powered Image Analysis for Load Disaggregation via Fog Computing" [4].
5. Articolul de conferință "Digital Twins: The Next Frontier in Military Innovation" [5].
6. Articolul de conferință "Artificial Intelligence in Human-Centric Sleep Monitoring" [6].

7. Articolul de conferință "Fuzzy Logic-Based Sleep Quality Index: Integrating Wearable Sensors and Artificial Intelligence for a Holistic Approach to Disease Prevention" [7].

Concluzii

Ca urmare a celor prezentate anterior în secțiunea „Descriere științifică și tehnică”, cel de-al doilea an de implementare a proiectului a reprezentat un veritabil succes. Întreaga echipă a reușit să îndeplinească toate obiectivele stabilite la începutul proiectului. Astfel, a fost dezvoltată o nouă aplicație de monitorizare a consumului de energie electrică – BEMS UTCN v.2, precum și aplicația Snoovance, care preia datele din BEMS UTCN și, cu ajutorul unor algoritmi avansați de inteligență artificială creați în cadrul proiectului, optimizează controlul mediului ambiant pentru a îmbunătăți calitatea somnului în vederea asigurării sănătății studenților cazați în clădirea pilot.

Drept urmare, clădirea Campusului Studentesc din Mărăști a devenit un reper național și internațional atât în ceea ce privește preocuparea pentru sănătatea studenților, cât și în ceea ce privește protecția mediului.

Bibliografie

- [1] A. G. Berciu, D. D. Micu and E. H. Dulf, "Real Help? Smoking, Alcohol, and Their Effects on Sleep Quality in Military Environments," in *Innovations in Industrial Engineering IV (ICIENG 2025)*, Prague, Czech Republic, 2025.
- [2] A. G. Berciu, D. D. Micu and E. H. Dulf, "Sleep Today, Succeed Tomorrow: A Systematic Review on How Environment Shapes Health and Performance on Military and Civilian Populations in the Digital Twin Era," *BMC Public Health*, 2025.
- [3] A. G. Berciu, D. D. Micu and E. H. Dulf, "Fuzzy Logic-Based Sleep Quality Index: Integrating Wearable Sensors and Artificial Intelligence for a Holistic Approach to Disease Prevention," in *2024 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)*, Sydney, Australia, 2024.

- [4] A. S. Baldean, A. G. Berciu, D. Jurj, A. Muresan and D. D. Micu, "Artificial Intelligence-Powered Image Analysis for Load Disaggregation via Fog Computing," in *Future Energy Solutions*, Cluj-Napoca, Romania, 2025.
- [5] A. G. Berciu, D. D. Micu and E. H. Dulf, "Digital Twins: The Next Frontier in Military Innovation," in *25th International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*, Bucharest, Romania, 2025.
- [6] A. G. Berciu, D. D. Micu and E. H. Dulf, "Artificial Intelligence in Human-Centric Sleep Monitoring," in *Intelligent and Fuzzy Systems (INFUS 2025)*, Istanbul, Türkiye, 2025.
- [7] A. G. Berciu, D. D. Micu și E. H. Dulf, „Fuzzy Logic-Based Sleep Quality Index: Integrating Wearable Sensors and Artificial Intelligence for a Holistic Approach to Disease Prevention,” în *2024 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)*, Sydney, Australia, 2024.
- [8] X. Wang, X. Wang, j. Zhao, D.D. Micu, "A Cooperative Game-Based Green Electricity Sharing Framework for Multi-EV Charging Stations", in IEEE ETFG 2025 (in press).
- [9] M. Cretu, L. Czumbil, D. Let, A. Let, A. Ceclan, A. Polycarpou, D.D. Micu, "Analysis with regard to Research Building Conversion into Prosumer", IEEE UPEC 2025 (in press)

Raport de deplasare externă

Raport de deplasare – 06.12 – 18.12.2025

Domnul MICU Dan-Doru, având funcția de prof. dr. ing., se deplasează în perioada 6 – 18 decembrie 2025 în Wollongong, Australia pentru a participa la conferința IEEE ETFG 2025 și pentru a onora invitația primită de la University of Wollongong de a prezenta proiectele de cercetare ale centrului EnTReC.

Se prezintă articolului "A Cooperative Game-Based Green Electricity Sharing Framework for Multi-EV Charging Stations", ID 278.

Discuțiile bilaterale urmăresc stabilirea unui punct de contact între Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca și University of Wollongong!

Deplasarea se realizează în baza dispoziției de rector nr. 1414/17.11.2025.

Raport de deplasare – 02.09 – 05.09.2025

Doamna conf. Dr. ing. Mihaela CRETU și dl. Prof. Dr. ing. Dan Doru MICU s-au deplasat la Conferința Universities Power Engineering – UPEC2025 – Londra, Brunel University, UK.

Au plecat din Cluj-Napoca la ora 05:45 în data de 02.09.2025 spre Londra, unde au ajuns în aceeași zi la ora 07:15. De la aeroportul Luton au luat transferul spre Uxbridge, Universitatea Brunel, unde au ajuns în jurul orei 9 dimineața.

În perioada 02.09-05.09 a avut loc conferința UPEC2025, organizată de Universitatea Brunel și care s-a desfășurat în Uxbridge, în campusul universitar Brunel.

Aici au participat la sesiunile dedicate ale conferinței, iar în data de 05.09 de la ora 9:30, ora Angliei, au prezentat lucrarea cu titlul "Analysis with regard to Research Building Conversion into Prosumer" în cadrul sesiunii "Renewable energy integration III".

Vineri, 05.09 au plecat la ora 16 din Uxbridge cu transfer spre aeroportul Luton, Londra, unde au ajuns la ora 18. Avionul a avut două ore întârziere față de ora prevăzută inițial, astfel că au plecat de la Londra la Cluj la ora 23:25 și au ajuns la ora 4:00 la Cluj-Napoca.