

RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ

CUPRINS

Proiectul RE-COGNITION	2
Rezumat	3
Echipa	3
Rezumatul etapei în anul 2021	4
Concluzii	10
Bibliografie	11
Raport de deplasare externa	12
Raport de deplasare externa	13
Raport de deplasare externa	15
Raport privind deplasările interne la Universitatea “Stefan cel Mare” – Suceava	15

Proiectul RE-COGNITION

Sectorul construcțiilor este responsabil pentru 40% din energia consumată și 36% din emisiile de carbon din UE. Aproximativ o treime din clădirile utilizate în prezent au o vechime de peste 50 de ani și nu au instalate surse de energie regenerabilă (SER) sau au instalate puține. În același timp, UE a stabilit obiective energetice ambițioase pentru a rămâne în fruntea domeniului energiei curate, vizând reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu 40% până în 2030 și atingerea unei cote de 20% de surse regenerabile până în 2020, care să crească la cel puțin 27% până în 2030. În acest context, este nevoie de un impuls tehnologic, dar și de un impuls politic, pentru decarbonizarea parcului imobiliar european existent, extrem de inefficient, pentru a restabili rentabilitatea și a facilita noi investiții în vederea integrării tehnologiilor de energie regenerabilă în clădiri.

Prin RE-COGNITION s-a pregătit terenul pentru desfășurarea pe scară largă a surselor de energie regenerabilă la nivelul clădirilor și s-a crescut ponderea acestora în mixul energetic al UE într-un mod sigur și securizat pentru rețea. Principala ambiție a proiectului RE-COGNITION a fost dezvoltarea unei soluții integrate, de viitor, cu ajutorul căreia se maximizează utilizarea energiei produse la nivel local de către tehnologiile de energie regenerabilă la nivelul clădirilor și pentru a reduce implicit și explicit costurile induse, în vederea realizării dezideratului de a construi clădiri cu consum zero de energie. În derularea proiectului, accentul a fost pus pe dezvoltarea unei platforme de integrare a surselor de energie regenerabile, neintrusive și scalabile. În centrul acesteia, s-a implementat motorul de gestionare cognitivă automatizată a energiei (ACEME) împreună cu o poartă de acces inteligentă (iGateway), pentru valorificarea optimă a energiei generate de fiecare dintre resursele energetice disponibile, ținând cont de consumul de energie în timp real, de funcționarea unităților de stocare și de condițiile de rețea. RE-COGNITION a progresat dincolo de stadiul actual al tehnologiei în domeniul tehnologiilor regenerabile, mai puțin mature (fotovoltaice integrate în clădiri, turbine eoliene cu geometrie variabilă pe axa verticală) și al celor cu surse constante mai bine stabilite (micro-cogenerare pe bază de biogaz) pentru mediul clădirilor, împreună cu periferice de sistem proiectate în mod optim (de exemplu, stocare termică a căldurii latente și sistem hibrid, alimentat cu energie solară și termică, în scopul răcirii).

Rezumat

Prin proiectul RE-COGNITION s-a dezvoltat un motor cognitiv automatizat la nivelul întregii clădiri, bazat pe T.I.C., care monitorizează, prevede, optimizează și controlează fluxul de energie între diferite subsisteme de cerere și ofertă, cu scopul de a maximiza autoconsumul clădirii și de a crește performanța sistemelor de energie regenerabilă, la un cost mai mic; s-au oferit soluții inovative în tehnologiile RES de bază pentru sectorul clădirilor din Europa și s-a îmbunătățit interoperabilitatea, rezistența și scalabilitatea prin intermediul unei arhitecturi hibride. Testarea și validarea la scară mică a soluției finale s-a realizat prin asigurarea unei planificări optime a integrării sistemelor de energie regenerabilă și a subsistemelor, pe baza unui instrument de sprijinire a deciziilor multicriteriale care a facilitat procesul decizional al instalatorilor și al proprietarilor de clădiri. În urma testărilor s-au creat și evaluat modele de afaceri, centrate pe client, care vor exploata în mod eficient potențialul soluției propuse pe mai multe piețe energetice din Europa.

Echipa

Micu, Dan Doru - UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Crețu, Mihaela - UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Dărăbant, Laura - UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Șteț, Denisa - UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Ceclan, Andrei - UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Czumbil, Levente - UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Farkas, Timea - UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Jurj, Dacian - UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Rezumatul etapei în anul 2021

Prin participarea la activitățile de cercetare, un număr de 3 cercetători și-au finalizat teza de doctorat. Prin acest proiect am susținut 7 stagii de cercetare și s-au publicat 3 articole. Prin achiziția unor materiale necesare instalării surselor de energie regenerabilă și a software-ului de control aferent, continuăm să ne implicăm activ în activitatea de dotare a clădirilor universității. În partea de descriere științifică și tehnică se evidențiază importanța cercetării și a rezultatelor obținute.

Descrierea științifică și tehnică

Predicția și analiza valorilor viitoare ale unui set de date reprezintă una dintre cele mai importante întrebări în multe domenii, de la economie și finanțe la inginerie și științe sociale. Cu un nou cadru de referință, modelele de prognoză sunt acum o necesitate în toate procesele care necesită îmbunătățiri [2], "este dificil să faci predicții, mai ales despre viitor"- Neils Bohr [1]. Rețeaua de energie electrică seamănă tot mai mult cu un ecosistem care se extinde și devine tot mai complex pe zi ce trece. Predicția precisă a generării și consumului de energie a devenit o necesitate din cauza expansiunii și interconectării constante [2]. Generarea unei cantități mari de energie nu numai că duce la un dezechilibru în rețea, dar este asociată și cu pierderi de energie. Pe de altă parte, un vârf brusc al cererii poate chiar afecta rețeaua, provocând creșteri nedorite ale prețului energiei electrice și probleme de transmisie [2]. Utilizarea din ce în ce mai mare a surselor de energie regenerabilă și implementarea în masă a vehiculelor electrice și a sistemelor de stocare distribuite contribuie la interconectarea și volatilitatea viitoarelor rețele. Ne confruntăm cu o creștere a sistemelor energetice, iar majoritatea soluțiilor de stocare nu sunt eficiente, de exemplu, stocarea prin baterii la scară largă. Este dificil să se mențină gestionarea și planificarea cererii de energie într-un sistem care se poate schimba rapid și poate crea dezechilibre în sistem. Acesta este punctul în care metodele de prognoză în domeniul energiei electrice devin o problemă crucială, care trebuie abordată. După cum se menționează în Platforma tehnologică europeană Smart Grids [3], o mare parte din capacitatea de generare va fi dinamică și/sau intermitentă până în 2035. Caracterul incert al energiei eoliene și solare face dificilă pentru operatorii de rețea adaptarea sarcinii la producția neregulată a surselor intermitente. Modelele clasice de dispecerizare nu mai pot fi fiabile atunci când în planificarea și operarea sistemului sunt incluse surse regenerabile semnificative asociate cu energia intermitentă [4],[5].

În domeniul prognozei încărcării cu radiații solare și a vitezei vântului, s-a observat că s-au înregistrat progrese semnificative în cercetare și s-au obținut rezultate într-o gamă largă de modele de prognoză. Accentul a fost pus pe furnizarea de rezultate mai precise și mai fiabile, în timp ce metodele optime de prognoză a sarcinii pentru sistemele energetice cu resurse solare și eoliene nu au primit suficientă atenție [6], [7]. La nivel mondial, producția totală de energie este încă dominată de energia generată de combustibilii fosili - 84,3% din totalul energiei utilizate

pentru electricitate, transport și căldură, cu doar 15,7% energie generată din surse cu emisii reduse de carbon, în 2020. Chiar și așa, ponderea energiei produse din surse cu emisii reduse de dioxid de carbon a crescut lent în timp, de la 13,9% în 2000 la 15,7% în 2020. Numai în cazul energiei electrice, situația este mai favorabilă: mai mult de o treime din energia electrică globală este generată din surse cu emisii reduse de dioxid de carbon - 63,5% din combustibilii fosili și 36,7% din surse cu emisii reduse de dioxid de carbon, în principal surse nucleare, hidroelectrice, eoliene și solare - Figura 1.

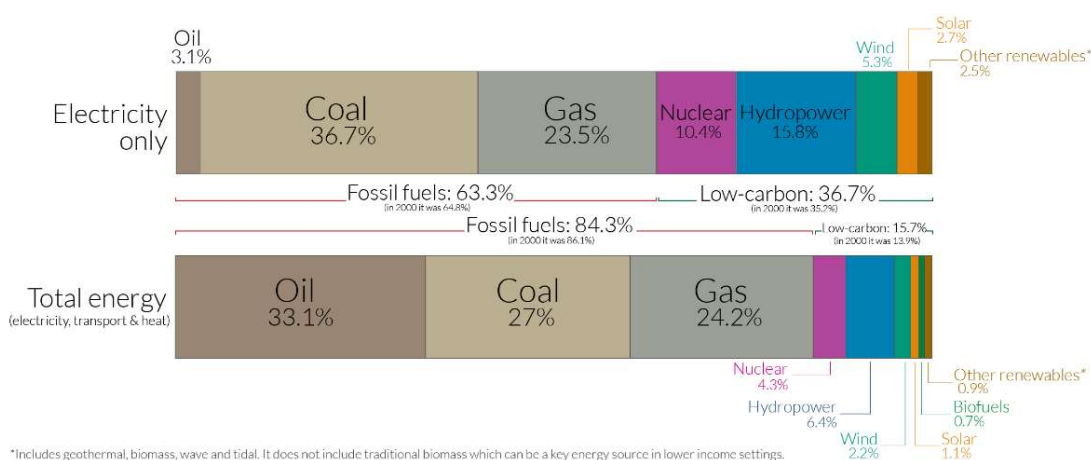


Figura 1 - Producția mondială de energie pe surse - Sursa: Lumea noastră în date [7]

În perioada 2009-2019, evoluția producției de energie primară în UE a fost în mare parte negativă în ceea ce privește combustibilii fosili solizi, petrolul, gazele naturale și energia nucleară. Cea mai mare scădere a fost înregistrată la producția cu gaze naturale, cu 49,4%, urmată de cea cu petrol și produse petroliere și de combustibili fosili solizi, cu scăderi de 34,6% și, respectiv, 33,2%. Producția de "energie verde" a avut o tendință pozitivă în aceeași perioadă (cu excepția anului 2011) cu o creștere de 48,3%, similară cu cea a deșeurilor (neregenerabile) care a înregistrat o creștere de 36% - Figura 2.

(million tonnes of oil equivalent)

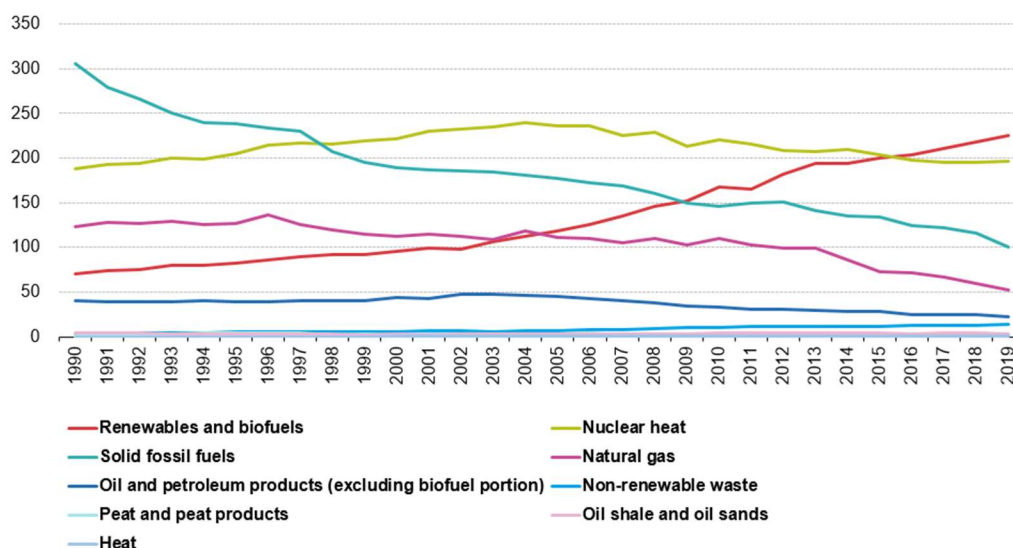


Figura 2 - Producția de energie primară în funcție de combustibil, UE, 1990-2019 - Sursa: Eurostat [8]

În 2019, energia verde a fost cea mai mare sursă care a contribuit la producția de energie în UE - 37 % din producția totală de energie a UE, urmată de energia nucleară (32 %) - a doua sursă ca mărime, combustibilii solizi (19 %), gazele naturale (8 %) și petrolul (4 %), după cum se poate observa în -Figura-3

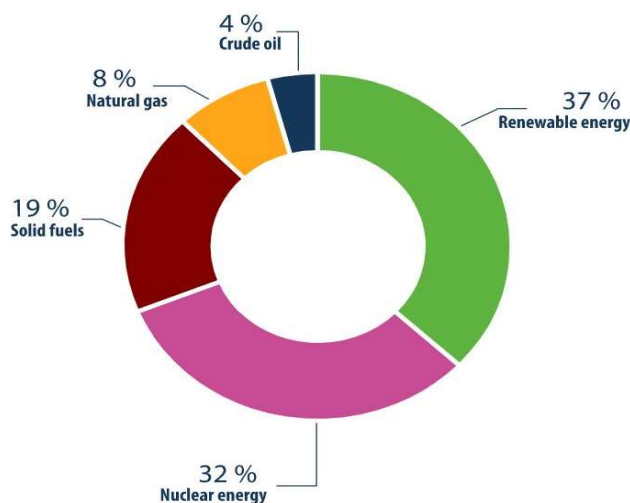


Figura 3 - Ponderea producției de energie a UE în funcție de sursă, 2019, Sursa: Eurostat [8]

Conform statisticilor AIE [9], producția totală de energie înregistrată în România pentru anul 2018 a fost de aproximativ 25 Mtep, cu 38,06% mai mică decât valoarea înregistrată în 1990, acoperind aproximativ 80% din necesarul anual de energie al țării [10]. Cea mai mare parte a energiei este produsă în principal din: petrol, gaze naturale, cărbune, așa cum se poate observa în figura 4, dar există și procente bune în surse nucleare, biocombustibili și deșeuri și energie hidroelectrică.

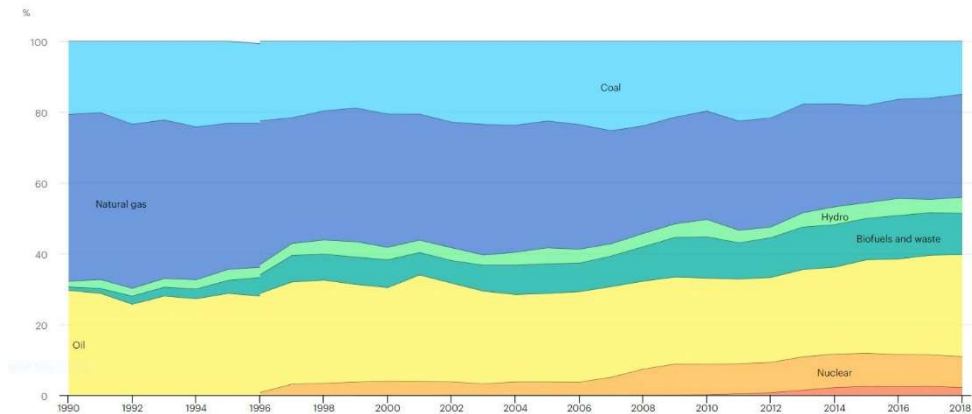


Figura 4- Aprovizionarea totală de energie pe surse, România, 1990-2018 - Sursa: România, 1990-2018: AIE [9]

În figura 5 sunt prezentate tendințele producției de energie electrică din România. Este clar că, în cazul energiei electrice, între 2000 și 2020, situația privind sursele din care este produsă energia electrică este destul de diferită de producția totală de energie. Chiar dacă cantitatea de energie electrică produsă a fost fluctuantă în perioada analizată, în ultimii ani nu au avut loc schimbări majore în ceea ce privește ponderea energiei electrice produse pe surse. La fel ca în cazul producției totale de energie, în România se produce o cantitate importantă de energie electrică pe bază de cărbune și gaze, dar există și procente semnificative de energie electrică produsă din surse cu emisii reduse de carbon, cum ar fi sursele nucleare și energia hidroelectrică, la care se adaugă sursele regenerabile (în principal solare și eoliene).

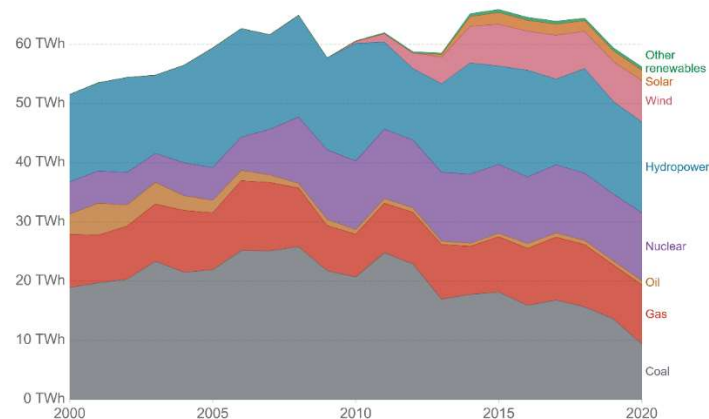


Figura 5 - Producția de energie electrică pe surse, România, 2000-2020 - Sursa: Lumea noastră în date [11]

Întrucât necesitatea de integrare a resurselor regenerabile cunoaște un trend ascendent în ultimii ani, atât comunitățile de afaceri, cât și comunitățile academice și-au îndreptat eforturile pentru a reduce erorile din procesele de analiză folosind metode calitative și cantitative în seturile de date de energie electrică. Studiile realizate pe parcursul anului 2021, au avut scopul

de a oferi o analiză avansată a detectării valorilor “anormale” dintr-un set de date de energie electrică utilizând tehnici probabilistice, statistice și de inteligență artificială aplicate pe datele de consum de energie electrică a clădirilor pilot din Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca. Pentru îmbunătățirea performanței metodelor de detecție, un algoritm numeric a fost dezvoltat cu scopul de a ajuta metodele folosite să diferențieze valorile anormale față de vârfurile (naturale) de energie electrică; ceea ce scoate în evidență conceptul particular al lipsei de universalitate în aplicarea metodelor din știința datelor. În urma exercițiului de “optimizare” a datelor de consum de energie electrică din cele 4 locații pilot, se demonstrează necesitatea realizării procesului de "optimizare" înainte de realizarea oricărei analize de predicție a consumului de energie electrică. Un calcul al impactului asupra “base line-ului” aplicat într-un scenariu de cerere răspuns “demand response” ne evidențiază importanța înlăturării datelor cu caracter anormal. În demo-pilot-ul desfășurat în complexul de clădiri al Universității Tehnice din Cluj-Napoca, (în unele cazuri) nu a fost posibilă calcularea valorilor de performanță (reducerea maximă a puterii, economii de energie, economii de costuri, reducerea emisiilor de CO₂) fără curățarea datelor de referință energetică, deoarece valorile rezultate au fost mult prea mari (50% față de medie). Studiul scoate în evidență importanța exercițiului și printr-un process ARIMA, unde se observă reducerea erorii în predicția consumului de energie electrică.

În procesul de pregătire și montare a resurselor regenerabile s-au făcut măsurători anemometrice pe complexul de natație al Universității Tehnice din Cluj-Napoca, Figurile 6-7, și pe clădirea “Observatorului 2”, Figurile 7-8, pentru a determina viteza vântului iar rezultatele prezentate în Figurile 9 și 10 au fost conforme cu cerințele de montare a resurselor regenerabile.



Figurile 6-7 - Măsurători anemometrice pe Complexul de Natație al Universității Tehnice din Cluj-Napoca



Figura 7-8 - Măsurători anemometrice pe clădirea Observatorului 2 a Universității Tehnice din Cluj-Napoca

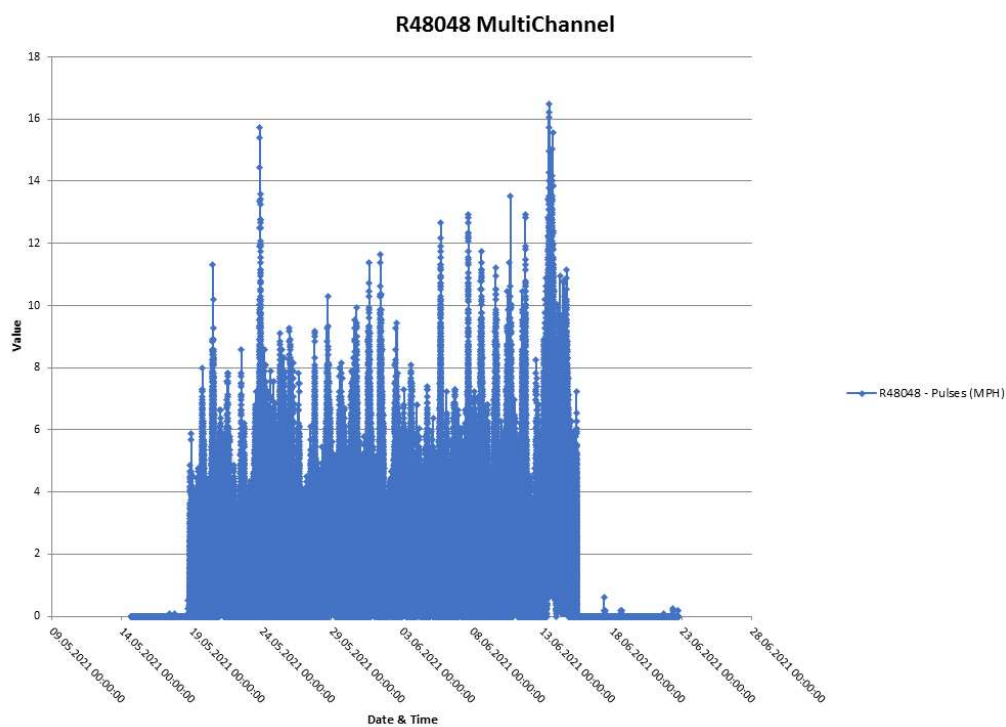


Figura 9 - Măsurători anemometrice pe Complexul de Natație al Universității Tehnice din Cluj-Napoca

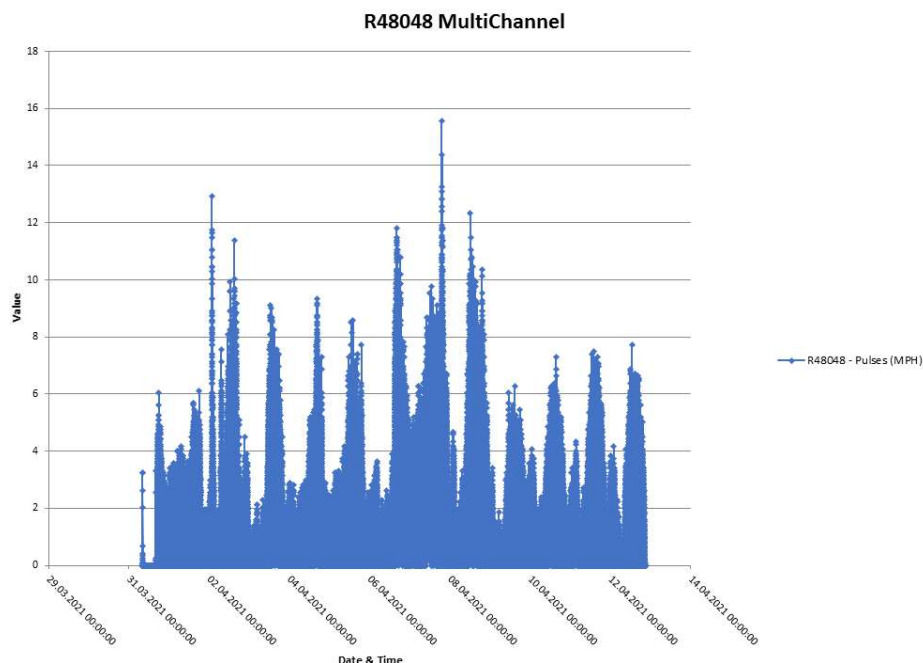


Figura 10 - Măsurători anemometrice pe clădirea Observatorului 2 a Universității Tehnice din Cluj-Napoca

Măsurătorile au fost realizate în perioade diferite de timp, pentru a putea face o estimare mai corectă a parametrilor fizici care intervin în procesul de generare a energiei electrice. Pentru integrarea soluțiilor, o aplicație care are ca scop monitorizarea consumului de energie electrică a fost creată și urmează să fie dezvoltată. Această cercetare are ca scop îmbunătățirea procesului de preluare și prelucrare de date de energie electrică care au fost folosite în cadrul proiectului RE-COGNITION.

Concluzii

În urma studiului, a fost monitorizată cererea de energie din 12 clădiri ale UTCN din patru locații diferite. Pentru a îmbunătăți calitatea datelor de referință și a evaluării indicatorilor-cheie de performanță (KPI), a fost propus un proces de curățare a datelor (Interquartile range method, Metoda Mediane, Local outlier factor, Density-based spatial clustering of applications with noise). Rezultatele numerice au arătat că, și în cazul unor profiluri energetice diferite, datele curățate au redus în toate cazurile, abaterea standard a base-line-ului cu o medie de 0,41%, ceea ce înseamnă că natura datelor nu este afectată de eliminarea valorilor aberante și, de asemenea, câștigăm mai multă precizie în ceea ce privește base-line-ul. Mai mult decât atât, acest lucru evidențiază faptul că un proces de curățare a datelor de consum a energiei electrice, înainte de orice proces calitativ sau cantitativ, poate îmbunătăți semnificativ calitatea rezultatelor. De asemenea, este important de menționat că, pe lângă tehnicile de detectare a valorilor aberante propuse, a fost creată și o funcție integrată personalizată pentru a face diferența între vârfurile energetice naturale și valorile aberante reale

Pentru proiectul de răspuns la cerere implementat la nivelul clădirilor Universității Tehnice din Cluj-Napoca, în unele cazuri, au fost imposibil de calculat KPI-urile solicitate (reducerea puterii, economiile de energie, economiile de costuri, reducerea emisiilor de CO₂) fără procesul de curățare a datelor, altfel valorile rezultate erau mult prea mari (>50%) și nu erau realiste. Acesta este motivul pentru care, în cazul modelelor de afaceri reale, pentru a se baza pe pilotul demonstrativ de răspuns la cerere, este esențial să se utilizeze tehnici de eliminare a valorilor aberante. În urma acestei analize și a rezultatelor obținute prin măsurări a indicelui de însorire și a vitezei vântului, complexul de natație al Universității Tehnice din Cluj-Napoca a devenit clădire pilot pentru integrarea surselor regenerabile. Procesul îmbunătățit de curățare a datelor de referință prezentat a facilitat evaluarea comparativă și validarea integrării noilor tehnologii RES încorporate [2] și a KPI-urilor stabilite, asociate acestora în cadrul proiectului RE-COGNITION "REnewable COGeneration and storage techNologies IntegraTion for energy autONomous buildings".

Bibliografie

- [1] Dacian I. Jurj, Dan D. Micu, Alexandru Muresan "Overview of Electrical Energy Forecasting Methods and Models in Renewable Energy", 2018 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE) 2018
- [2] Strategic Energy Technologies Information System, SmartGrids Strategic Research Agenda (SRA) for RD&D needs towards 2035, European Technology Platform SmartGrids, 2012.
- [3] Bouffard, Francois, and Francisco D. Galiana. "Stochastic security for operations planning with significant wind power generation." Proc Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, 2008 IEEE, pp. 1-11. IEEE, 2008.
- [4] Papavasiliou, Anthony, Shmuel S. Oren, and Richard P. O'Neill. "Reserve requirements for wind power integration: A scenario-based stochastic programming framework." IEEE Transactions on Power Systems, vol.26, no. 4 (2011): 2197-2206
- [5] Kaur, Amanpreet, Lukas Nonnenmacher, and Carlos FM Coimbra. "Net load forecasting for high renewable energy penetration grids." Energy, vol.114 (2016): 1073-1084.
- [6] Gamal Aburiyana Department of Electrical and Computer Engineering Dalhousie University Halifax N.S. Canada Gamal.Aburiyana@Dal.ca, Mohamed E. El-Hawary Department of Electrical and Computer Engineering nDalhousie University Halifax N.S. Canada ElHawary@Dal.ca An Overview of Forecasting Techniques for Load, Wind and Solar Powers
- [7] <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>
- [8] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption
- [9] <https://www.worldometers.info/energy/romania-energy/>
- [10] <https://ourworldindata.org/energy-mix?country=>

Raport de deplasare externa

Raport de Deplasare – 22.11÷27.11.2021

În perioada 22.11÷27.11.2021 subsemnatul **Ș.I. dr.ing. CZUMBIL Levente** (Departamentul de Electrotehnică și Măsurări, Facultatea de Inginerie Electrică a Universității Tehnice din Cluj-Napoca) am participat la un stagiu de documentare și diseminare la Democritus University of Thrace, Xanthi, Grecia în cadrul proiectului 44 PP H2020.

Scopul deplasării a fost prezentarea proiectului H2020 Re-Cognition și diseminarea rezultatelor intermediare obținute în cadrul acestui proiect către colectivul de cercetare al laboratorului de Sisteme Energetice (Power Systems) din cadrul Electrical & Computer Engineering Departement al Democritus University of Thrace. Cu acest prilej s-a realizat și un schimb de experiență în privința problemelor de compatibilitate electromagnetica și calitatea energie electrice care ar putea să apară la interconectarea mai multor tipuri de RES în vederea preîntâmpinării și contracarării acestor probleme de compatibilitate electromagnetica în momentul în care se vor conecta sistemele de BIPV, VAWT și cogenerare care urmează să fie implementate în cadrul sistemului energetic de la Complexul de Natație (Bazinul Olimpic) din Cluj-Napoca. În cadrul acestei sesiuni de schimb de experiență s-a realizat și familiarizarea cu modul de RES din cadrul programului software EMTP-RV pe care colectivul laboratorului Power System din Xanthi îl utilizează în mod curent, modul care ar permite testarea și simularea prealabilă a scenariilor de exploatare dezvoltate în cadrul proiectului Re-Cognition și care urmează să fie implementate și practic după conectarea noilor sisteme RES la site-urile pilot de la UTCN.

Ziua 0 (22.11.2021): Deplasare cu avionul de la Cluj-Napoca la Salonic, Grecia și respectiv cu autocarul de la Salonic la Xanthi, Grecia.

Ziua 1 (23.11.2021): Vizită la Power Systems Laboatory. În cadrul acestei vizite *Assoc. Prof.* Theofilos Papadopoulos, conducătorul laboratorului a făcut o scurtă prezentare a proiectelor în derulare, a tematicilor de cercetare abordate și a infrastructurii de soluții RES de la laboratorul de Power Systems din Xanthi. În urma acestei vizite au fost parcurse și articolele științifice [1] și [2] recomandate de *Assoc. Prof.* Theofilos Papadopoulos, articole în curs de publicare, recenzate de acesta și care ar putea fi utile în privința implementării cu succes a proiectului Re-Cognition.

Ziua 2 (24.11.2021): Prezentare EnTReC, proiect H2020 Re-Cognition în cadrul colectivului de cercetare al laboratorului Power Systems extins cu membrii invitați din cadrul departamentului „Electrical & Computer Engineering”. În urma prezentării făcute s-au discutat soluțiile RES dezvoltate în cadrul proiectului Re-Cognition care urmează să fie implementate și testate la Cluj-Napoca, posibile probleme de calitatea energiei și compatibilitate electromagnetica care ar putea să apară la interconectarea acestora și pe durata scenariilor de testare care o să fie demarate. S-au discutat și viitoare posibile colaborări în vederea dezvoltării de noi propuneri de proiecte ca parteneriat între Power Systems Laboratory, Xanthi și EnTReC, UTCN.

Ziua 3-4 (25-26.11.2021): În colaborare cu *Assoc. Prof. Theofilos Papadopoulos* s-a studiat funcționarea și modul de utilizare a modului de echipamente RES din cadrul programului de modelare și simulare în regim permanent și tranzitoriu a sistemelor electro-energetice EMTP-RV. S-au identificat modalități de modelare a sistemelor RES ce urmează a fi implementate la Cluj-Napoca, punându-se bazele unei colaborări cu *Assoc. Prof. Theofilos Papadopoulos* în vederea simulării scenariilor de testare RES dezvoltate în cadrul proiectului Re-Cognition cu scopul scrierii unor articole științifice la următoarele ediții ale conferințelor UPEC 2022 și respectiv IPST 2023, care va fi organizat la Salonic de Aristotle University of Thessaloniki în parteneriat cu Democritus University of Thrace.

Ziua 5 (27.11.2021): Întoarcere la Cluj-Napoca cu avionul din Salonic, Grecia.

Bibliografie:

- [1] Y. Shena, W. Hua, M. Liu, F. Yanga & X. Kong: „Energy Storage Optimization Method for Microgrid Considering Multi-Energy Coupling Demand Response”, *Journal of Energy Storage*, doi: 10.1016/j.est.2021.103521.
- [2] A.U. Rehman, G. Hafeez, F.R. Albogamy, Z. Wadud, F. Ali, I. Khan, G. Rukh & S. Khan: „An Efficient Energy Management in Smart Grid Considering Demand Response Program and Renewable Energy Sources”, *IEEE Access*, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3124557.

Raport de deplasare externa

Raport de Deplasare – Stagiul de cercetare 03.12.2021 – 09.12.2021

Subsemnata **Farkas Timea**, în calitate de student doctorand în Departamentul de Electrotehnică și Măsurări, Facultatea de Inginerie Electrică a Universității Tehnice din Cluj-Napoca, am participat la un stagiul de cercetare la **Brunel University London**, Uxbridge, Anglia în perioada **03.12.2021 – 09.12.2021**, în cadrul proiectului 44 PPH 2020.

Scopul deplasării a fost prezentarea proiectului H2020 denumit RE-COGNITION pentru colectivul de cercetare în cadrul departamentului *Electronic and Computer Engineering, College of Engineering, Design and Physical Sciences, Brunel University London*. De asemenea, stagiul de cercetare a fost o oportunitate bună pentru schimbul de experiențe și de expertiză la nivelul surselor regenerabile de energie, interconectarea acestora, respectiv pentru a discuta noi oportunități de aplicare la apeluri de finanțare existente la nivel internațional. Schimbul de experiență aduce o plus valoare echipei EnTReC, responsabil pentru implementarea surselor regenerabile propuse pentru site-ul pilot din România, la Complexul de Natația, în cadrul proiectului RE-COGNITION.

Ziua 0 (03.12.2021): Deplasare cu avionul de la Cluj-Napoca la Londra, Anglia, respectiv cu autocarul de la aeroport la Uxbridge.

Ziua 1 (06.12.2021): Vizită la laboratoarele departamentului. În cadrul acestei vizite Dr. Ioana Pisica a prezentat proiectele încheiate respectiv cele în derulare, infrastructura disponibilă pentru cercetare, inclusiv sursele regenerabile de energie la nivelul clădirilor din campusul universității.

Ziua 2 (07.12.2021): Discuție și asistare la cursul lectorului Conf. Dr. Ahmed Zobaa, membru în cadrul departamentului Electronic and Computer Engineering. Cursul menționat, intitulat *Sustainable Electrical Energy System* a fost susținut pentru studenții din anul III, iar subiectul acestuia s-a bazat pe sisteme autonome, sisteme conectate la rețea respectiv sisteme hibride de energie. În urma acestei vizite au fost parcurse articolele științifice [1], [2] și [3], recomandate de Conf. Dr. Ahmed Zobaa și Dr. Ioana Pisică, în privința implementării cu succes a proiectului RE-COGNITION. De asemenea s-au împărtășit experiențe în ceea ce privește proiectele de cercetare, care vizează sistemele hibride de energie.

Ziua 3 (08.12.2021) : Prezentarea colectivului de cercetare EnTReC, respective a proiectului H2020 RE-COGNITION în cadrul grupului de cercetare, extins cu membri invitați din cadrul departamentului Electronic and Computer Engineering. În urma prezentării, s-au discutat sinergii în ceea ce privește ariile de cercetare și tematica integrării surselor regeneabile la nivelul clădirilor, posibilități de stocare a energiei electrice și termice, respectiv provocările care pot fi întâmpinate la integrarea acestor surse în rețeaua electrică. S-au discutat viitoare colaborări în vederea pregătirii de noi propuneri de proiecte în cadrul programelor LIFE respectiv Horizon Europe, derulate de comisia Europeană, ca parteneriat între colectivul de cercetare de la Brunel University London și colectivul EnTReC de la Universitatea Tehnică.

Ziua 4 (09.12.2021) : Deplasare cu avionul de la Londra, Anglia la Cluj-Napoca.

Bibliografie :

- [1] Mohamed, N., Aymen, F., Ali, ZM., Zobaa, AF. and Abdel Aleem, SHE. (2021) 'Efficient power management strategy of electric vehicles based hybrid renewable energy'. *Sustainability*, 13 (13). pp. 1 - 20.
- [2] Davarzani, S., Pisica, I., Taylor, GA. and Munisami, KJ. (2020) 'Residential Demand Response Strategies and Applications in Active Distribution Network Management'. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 138. pp. 1 - 21. ISSN: 1364-0321
- [3] Zobaa, AF., Ahmed, I. and Abdel Aleem, SHE. (2019) 'A comprehensive review of power quality issues and measurement for grid-integrated wind turbines'. *Recent Advances in Electrical and Electronic Engineering*, 12 (3). pp. 210 - 222. ISSN: 2352-0973

Raport de deplasare externa

Raport de Deplasara – Stagiu de cercetare 05.12.2021 – 10.12.2021

Subsemnatul, prof. dr. ing. Dan doru Micu, am efectuat intre 5 si 9 decembrie 2021 un stagiu de cercetare la Institute for Eastern Studies, din Varsovia, Polonia.

In perioada 6-7 decembrie am fost invited speaker la European Congress of local governments, unde am prezentat lucrarea “Investments in clean energy efficiency – Entrec perspective”. Am prezentat rezultate ale cercetarilor efectuate in cadrul proiectului RE-COGNITION. In data de 8 si 9 decembrie am purtat discutii cu colegii de la Universitatea din Varsovia pe marginea proiectului mai sus amintit. In 10 decembrie, la ora 0:25 am ajuns inapoi in Cluj.

Raport privind deplasările interne la Universitatea “Stefan cel Mare” – Suceava

Scopul deplasării a fost prezentarea proiectului H2020 RE-COGNITION, in vederea stabilirii unor conexiuni pe teme comune de cercetare. Au avut loc intalniri cu specialisti din domeniu, s-au pus bazele unei noi propuneri de proiect, avand ca tema integrarea surselor de energie regenerabila in cladiri, cu posibilitatea includerii ca site pilot a Universitatii “Stefan Cel Mare”-Suceava.