

CONTROLUL INSTALAȚIILOR DE ÎNCĂLZIRE A LOCUINȚEI CU GAZ METAN

Autori: Radu Alin PACURAR¹

radu.pacurar96@gmail.com

Coordonator: Conf. univ. dr. ing. Liliana SAMOILĂ², Conf. univ. dr. ing. Ilie UȚU³

¹ Universitatea, Facultatea IME, specializarea: Exploatarea instalațiilor electrice industriale, anul II

² Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

³ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

Rezumat

Această lucrare examinează mijloacele moderne de control al instalațiilor de încălzire a locuințelor cu gaz metan. În aprecierea unei instalații de încălzire, există exigențe care trebuie neapărat îndeplinite. Astfel, confortul termic, adaptarea la utilizarea și economia de energie sunt exigențele care trebuie îndeplinite cu prioritate de către instalație; de asemenea, au o importanță majoră siguranța în exploatare, siguranța la foc, rezistența și stabilitatea, etanșeitatea, sănătatea oamenilor și protecția mediului.

Cuvinte cheie

încălzire, control, gaz, siguranță

1. Introducere

Principalul rol al instalațiilor de încălzire este de a asigura în perioada rece temperatura optimă în încăperi, acolo unde omul locuiește sau își desfășoară activitatea productivă. Instalațiilor de încălzire le revin rolul ca în procesul destul de complex al schimbului de căldură și masă între om și mediul înconjurător, să se desfășoare fără urmări negative asupra organismului.

Acestea participă activ la realizarea bilanțului energetic al unei încăperi, acoperind pierderile prin căldura cedată de sistem, asigurând astfel, pentru om, condițiile de termoneutralitate senzorială. (lipsa senzației de cald sau rece)

Aproximativ 40% din energia primară este folosită sub formă de energie termică pentru nevoile gospodărești din construcțiile de locuit și sectorul terțiar (clădiri administrative, social culturale, etc), din care 2/3 pentru încălzire. Este evident că aceste consumuri sunt destul de ridicate, ceea ce face ca rolul instalațiilor de încălzire să fie la același nivel având în vedere că, de modul în care aceste instalații sunt proiectate și exploatare, depinde consumul de energie și eficiența lor economică.

Odată cu creșterea gradului de confort în clădiri, specialiștii care se ocupă cu asigurarea lui sunt obligați a lua o serie de măsuri apelând la: găsirea de aparate moderne performante, o nouă concepție privind proiectarea în instalațiile de încălzire, soluții moderne de încălzire, o exploatare și o gestionare eficientă prin comandă automată, etc.

Instalațiilor de încălzire, fiind mari consumatoare de energie, le revine și rolul de a utiliza rațional și eficient această energie. Se impun o serie de măsuri începând cu consumatorii și terminând cu sursa termică.

La consumatori este necesar să se asigure soluții de încălzire adecvate, în concordanță cu potențialul actual al tehnicii (aparate de încălzire moderne, soluții de încălzire eficiente, etc.)

Sursa termică trebuie să fie echipată, de asemenea cu aparatură performantă, producerea de energie termică să se facă cu consum redus de combustibil, iar întregul proces să fie automatizat.

Astfel, față de cele menționate se poate concluziona că rolul unei instalații de încălzire este de a realiza:

- menținerea în încăperi a unei temperaturi cât mai uniforme, situată în jurul valorii cerute, atât în plan orizontal cât și în plan vertical.
- menținerea unei temperaturi a suprafețelor elementelor de construcții astfel încât să se evite pe cât posibil fenomenul de radiație rece (schimb activ de căldură între om și aceste suprafețe) precum și fenomenul de condensare a vaporilor de apă pe suprafața acestor elemente;
- o reglare a temperaturii interioare în funcție de necesități, ținând totodată seama de inerția termică a elementelor de construcții;
- o încălzire fără poluarea aerului din încăperi (degajări de praf, noxe, zgomote, etc) precum și fără poluarea mediului înconjurător;
- o încălzire fără curenți perturbatori ai aerului din încăperi;
- soluții eficiente și economice atât din punct de vedere al instalațiilor cât și al exploatării.

Calitatea unei construcții este rezultatul totalității performanțelor de comportare a acesteia în exploatare, în scopul satisfacerii, pe întreaga durată de existență, a exigențelor utilizatorilor și colectivităților.

Funcționalitatea unei clădiri, în raport cu unul sau mai multe scopuri pe care trebuie să le îndeplinească, este un criteriu esențial în alcătuirea unei destinații date.

De asemenea, organizarea funcțională a spațiului conține și răspunsul la exigențe ca: eficiența tehnico-economică, de confort și de gradul de ocupare a spațiului.

Analiza funcțională a spațiilor interioare conduce la criterii de amplasare optimă a instalațiilor și echipamentelor în raport cu elementele structurale portante și neportante, de pe o parte, și cu configurația geometrică a acestor spații, de pe altă parte.

Astfel instalațiile de încălzire, ventilare, sanitare trebuie să răspundă și acestor criterii funcționale în strânsă corelare cu exigențele de conformare, dimensionare și alcătuire specifice domeniului respectiv.

În conceptul de funcționalitate interioară a clădirilor, pe lângă exigențele de mai sus, se includ și exigențe referitoare la instalații și echipamente. Stabilirea traseelor conductelor sistemelor de instalații trebuie să se facă, respectând în strânsă corelare reciprocă, atât exigențele funcționale ce se impun structurii de rezistență, elementelor nestructurale, spațiilor interioare, cât și exigențele ce se impun instalațiilor și echipamentelor.

2. Elemente ale sistemului de comandă și automatizare

Elementele sistemului de comandă și automatizare sunt prezentate în fig. 1.

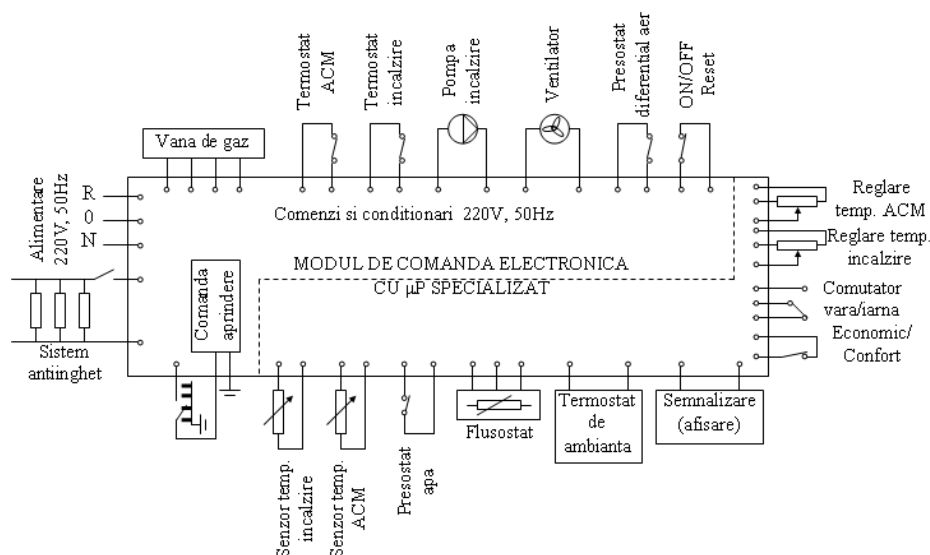


Fig. 1 Elementele sistemului de comandă și automatizare ale unei CT

Elementele acestui sistem sunt:

- Ventilator pentru evacuarea gazelor arse și aspirație aer necesar arderii. Funcționarea C.T. este condiționată electronic de existența și funcționarea presostatului de fum (de gaze arse) ;
- Electrode de detecție și electrode de aprindere ;
- Termostat de siguranță pentru circuitele de încălzire (pentru o temperatură mai mică sau egală de 90°C) ;
- Ventil cu 3 cai pentru comanda circuitului ACM / încălzire ;
- Senzor de temperatură pe circuitul de încălzire (60-90°C) ;
- Senzor de temperatură ACM (40-60°C) ;
- Fluxmetru (debitmetru) 3-14 l/min. ;
- Manometru (doar pentru citirea presiunii instalației de încălzire – tipic 1 bar când $t < 30^{\circ}\text{C}$ și 1,5-2,6 bar pentru $t > 40^{\circ}\text{C}$) ;
- Presostat pentru circuitul de încălzire (activ la $p > 3\text{bar}$)
- Sistem antiîngheț – acesta activează C.T. pe încălzire când temperatura apei pe tur scade sub 6°C. Pentru protecția circuitului de ACM sunt utilizate rezistențe electrice care sunt conectate atunci când temperatura pe circuitul de ACM scade sub 6°C. Pentru protecția circuitului de încălzire se utilizează și antigel.

Panoul de comandă frontal conține:

- Potențiometrul pentru reglarea temperaturii ACM (40-60°C);
- Potențiometrul pentru reglarea temperaturii circuitului de încălzire (60-90°C);
- Comutator vară / iarnă;
- Comutator pornit / oprit;
- Indicare / semnalizare valori temperatură de încălzire / ACM, prezență tensiune, funcționare încălzire / ACM, funcționarea instalației de aprindere, avarii ale C.T. (lipsa gaz, presiune redusă ACM / încălzire, supratemperatură ACM / încălzire).

Circuitul electronic de comandă asigură următoarele funcții:

- ✓ Pornirea centralei termice în următoarele condiții (autodiagnoză):
 - ventilator evacuare gaze arse/admisie aer, pornit (presostat aer închis ceea ce înseamnă că diferența de presiune dintre admisie evacuare este suficient de mare să asigure evacuarea gazelor arse din incinta în care este montată centrala termică);

- funcționarea dispozitivului de aprindere după pornirea ventilatorului;
- temperaturile apei calde menajere și pe circuitul de încălzire sub valorile maxime (termostatele în poziția închis);
- temperaturile apei calde menajere și pe circuitul de încălzire sub valorile impuse din potențioetrele de pe panoul de comandă;
- debit de apă rece mai mare de 3 l/min. sau presiunea în circuitul de încălzire mai mare de 1 bar;
- alimentarea cu gaz (G20 sau GPL).

✓ Funcționarea centralei termice. Pe durata funcționării, modulul electronic de comandă realizează următoarele funcții:

- Producerea de apă caldă menajeră
 - asigurarea unei temperaturi constante a apei calde menajere la ieșire;
 - modularea flăcării (creșterea/scăderea puterii termice a centralei în funcție de cerința de apă caldă menajeră);
 - oprirea centralei termice dacă temperatura apei calde menajere este mai mare de 60°C;
 - oprirea centralei termice dacă debitul de apă caldă menajeră este mai mic de 3 l/min.
- Încălzire
 - Modularea flăcării în funcție de temperatura din circuitul de încălzire;
 - Reglarea temperaturii pe circuitul de încălzire în funcție de temperatura impusă de la potențiometrul de pe panoul frontal sau prin intermediul unui cronotermistat de ambianță (de cameră) având de exemplu programarea zilnică orară ca în fig. 2.
 - oprirea centralei termice dacă temperatura pe retur depășește 90°C;
 - oprirea centralei termice dacă presiunea din circuitul de încălzire este mai mică de 1 bar;
 - oprirea centralei termice dacă: presiunea gazului este mai mică de 20 mbar pentru G20 și 35mbar pentru GPL; lipsește aprinderea; ventilatorul de evacuare oprit sau blocat (presiune diferențială este nulă sau evacuarea este înfundată).

Un caz particular al centralelor termice sunt instalațiile instant pentru producerea apei calde menajere.

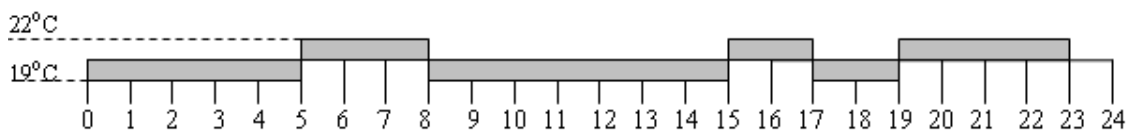


Fig. 2 Programare zilnică orară pentru reglarea temperaturii

Un caz particular al centralelor termice sunt instalațiile instant pentru producerea apei calde menajere.

Acestea sunt alimentate cu gaz G20 sau GPL și au principiul de funcționare identic centralelor termice prezentate anterior dar nu sunt prevăzute cu circuite hidraulice pentru încălzire (schimbător de căldură, pompă de circulație a apei, ventile de distribuție, etc).

3 Automatizarea sistemelor de încălzire centrală

Analiza soluțiilor de automatizare pentru o centrală termică pornește de la un criteriu hotărâtor - valoarea maximă a raportului performanță tehnică/valoarea investiției, deci calitate/preț, dar ține seama și de regimul hidraulic din circuitul primar și secundar, respectiv funcționarea în sisteme cu debit variabil și funcționarea în sisteme cu debit constant de agent termic.

În procesele de încălzire și preparare a apei calde de consum, obiectivul reglării constă în menținerea mărimii reglate (temperatura, presiunea, debitul purtătorului de căldură) la valoarea prescrisă, în condițiile unor costuri minime și respectării cerințelor privind parametri optimi de confort.

Analizate prin prisma optimizării, procesele de încălzire și de preparare a apei calde de consum trebuie să răspundă unei serii de cerințe:

- menținerea în încăperile din clădiri a unor temperaturi interioare constante (cât mai apropiate de valoarea de confort), cu posibilitatea modificării acestora în funcție de: destinația încăperii, regimul de utilizare, perioadă (zi – noapte, sfârșit de săptămână), obișnuința cu un anumit regim termic, apariția unor aporturi gratuite, etc.; ca urmare, în conceperea soluțiilor de reglare apare indicat să se controleze desfășurarea procesului de încălzire în fiecare încăpere.
- coordonarea regimului hidraulic al instalațiilor de încălzire (circuitul secundar ale punctelor termice) cu caracteristica de pompă debit – presiune; în acest sens se impune echilibrarea rețelei de distribuție și a coloanelor;
- coordonarea regimului hidraulic al punctelor termice și al rețelei de apă fierbinte cu caracteristicile funcționale ale pompelor de circulație; în acest sens se impune echilibrarea rețelei și prevederea de reglaje de debit în punctele termice;

- menținerea temperaturii apei calde de consum într-un domeniu restrâns, teoretic constant; această cerință, datorită variației consumului de apă caldă și a temperaturii agentului primar, constituie o sursă de perturbații;
- livrarea agentului termic primar în rețea și la punctele termice, la un nivel de temperatură cât mai apropiat de graficul teoretic de reglare, astfel încât buclele de reglare să opereze eficient în obținerea parametrilor controlați (temperatură interioară în încăperi, temperatura apei calde de consum).

Funcțiile de reglare se pot asocia cu alte funcții ale buclelor de automatizare (ex. asigurarea protecției utilizatorilor și personalului de exploatare, precum și a echipamentelor).

Pentru realizarea funcției de reglare se poate utiliza:

- *reglarea în buclă închisă*, în care mărimea reglată este măsurată, valoarea ei este comparată cu valoarea prescrisă și se acționează asupra puterii termice, pentru ca valoarea mărimii reglate să se apropie de valoarea prescrisă, în limite strânse (ex. controlul temperaturii de preparare a ACC);
- *reglarea în buclă deschisă*, în care mărimea reglată este comparată cu valoarea prescrisă, în corelare cu variația perturbațiilor care influențează nevoile de căldură, fără controlul mărimii care reflectă calitatea serviciului (ex. realizarea corespondenței dintre temperatura apei calde din conducta de tur și temperatura exterioară a aerului).

Acțiunea de reglare este concepută să răspundă la trei operațiuni funcționale: *măsurarea, compararea și comandarea*. Dintre soluțiile utilizate în tehnica reglării, în funcție de modul în care se corectează mărimea reglată, se disting următoarele:

- *reglarea “tot sau nimic”*, în care se controlează temperatura apei la ieșirea din cazan, prin anclanșarea și declanșarea arderii; modul “totul sau nimic” este recomandat la reglarea temperaturii interioare din clădirile cu inerție termică mare. Prin efectul inerției termice a încăperilor și al aporturilor de căldură, duratele de funcționare și de întrerupere a emițătorului de energie termică se pot schimba; acest mod de acționare poate fi folosit și la prepararea apei calde de consum în instalații prevăzute cu acumulare;
- *reglarea tripozițională (flotantă)*, în care pozițiile “deschis”, “de echilibru” și “închis” a elementului de execuție (ex. robinet de reglare) se obțin prin comanda de deschidere sau închidere la anumite valori negative sau pozitive ale abaterii mărimii reglate față de valoarea de consemn; modul tripozițional se poate utiliza la reglarea temperaturii interioare din încăperi, prin modificarea puterii termice emise (debitul de fluid);
- *reglarea progresivă*, în care regulatorul poate fi: proporțional (P), integrativ (I), proporțional-integrativ (PI) sau proporțional-integrativ-derivativ (PID).

În cazul reglării P, ventilul robinetului de reglare se deplasează cu aceeași valoare pentru fiecare unitate a abaterii mărimii reglate. Diferența dintre valoarea maximă a mărimii reglate și valoarea minimă admisă a acesteia reprezintă “banda de proporționalitate” (BP). În cazul reglării I, viteza de deplasare a organului de execuție este proporțională cu valoarea abaterii mărimii reglate față de mărimea de referință. Atâta timp cât există o eroare (abatere) regulatorul acționează, asigurând corecția poziției robinetului de reglare. În cazul reglării PI, poziția robinetului de reglare se obține prin completarea acțiunii proporționale cu modul de acțiune integral. Constanta de timp de integrare care apare în acest caz, reprezintă timpul după care corecția poziției robinetului de reglare generată de acțiunea P este repetată prin acțiunea I și depinde de viteza de deplasare a organului de execuție. Un astfel de sistem (cu regulator PI) este precis și sensibil și poate fi folosit la încălzirea clădirilor civile sau industriale și la prepararea apei calde de consum cu schimbătoare de căldură fără acumulare. Suplimentar, față de modul PI, sistemul PID ține seama de viteza cu care mărimea reglată se îndepărtează de valoarea de consemn. Un regulator PID se adaptează la o buclă de reglare prin trei mărimi caracteristice (banda de proporționalitate, constanta de timp de integrare, constanta de timp de derivare), mărimi de care se ține seama în operațiunile de acordare a reglatoarelor.

În același timp, echipamentele de automatizare a centralelor pentru încălzirea clădirilor și prepararea apei calde de consum devin tot mai complexe. Aceasta se reflectă prin ponderea în prețul cazanului și în faptul că tot mai multe disfuncționalități la instalare sau exploatare se datorează automatizării.

La construcția echipamentelor de automatizare se folosesc atât tehnologii vechi, consacrate (ex. termostate, programatoare cu came), cât și ultimele realizări în domeniul prelucrării informațiilor: microcalculatoare de proces, automate logice programabile executate în tehnologia componentelor electronice montate pe suprafața cablajului imprimat.

Principiile de reglare sunt aproximativ identice cu cele folosite cu mai mulți ani în urmă, în prezent remarcându-se implementarea într-un gabarit tot mai redus a unui număr ridicat de funcții de automatizare și o evoluție importantă în ceea ce privește dialogul cu operatorul uman.

În figura 3 se prezintă schema de conectare în cascadă a două cazane, specifică folosirii agentului termic pentru încălzire și preparare apă caldă de consum. Notațiile au următoarea semnificație:

- C – cazan,
- B – boiler pentru prepararea ACC,
- CI – corp de încălzire,
- P – pompă,
- V – ventil cu trei căi și servomotor,

T_e – termostat aer exterior,
 T_a – termostat de ambianță,
 T_c – termostat de contact.

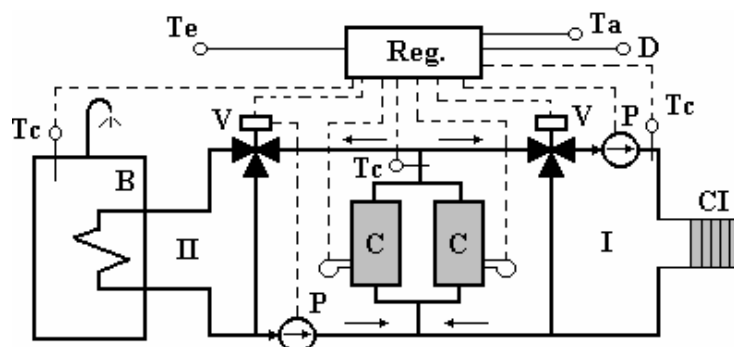


Fig. 3 Schema de reglare pentru două cazane

Regulatorul asigură:

- pornirea în cascadă a două cazane, cu una sau două trepte, funcție de temperatura apei în bara de ieșire din cazan;
- menținerea unei temperaturi a agentului termic de încălzire mai mică sau egală cu temperatura apei din cazane, funcție de temperatura exterioară și în corespondență cu curba de reglare a încălzirii, realizată prin bucla de reglare I;
- temperatura dorită a apei calde de consum, prin intermediul buclei de reglare II;
- comanda de la distanță D;
- optimizarea temperaturii agentului termic de încălzire funcție de temperatura de ambianță T_a .

Dacă se utilizează regulatoare analogice, pentru fiecare sistem de reglare este necesar câte un regulator. În cazul alegerii unui regulator numeric multicanal se pot realiza toate funcțiile de reglare cu un singur aparat. Acesta poate comunica cu un calculator, caz în care se poate realiza un sistem de monitorizare. Pentru un sistem de încălzire racordat la rețeaua urbană și la instalația interioară de încălzire și preparare ACM, se utilizează boilere. Acestea sunt destinate aplicațiilor pentru alimentarea cu agent termic, răspunzând exigențelor de încălzire și preparare apă caldă menajeră atât pentru marile complexe cât și pentru spațiile de locuit conectate la un sistem de încălzire central. Între avantajele oferite de utilizarea boilerelor se remarcă:

- lipsa emisiilor de noxe, care în cazul sistemelor de încălzire tradiționale
- pun probleme de montaj;
- instalarea nu necesită un spațiu special, care să corespundă din punct de vedere al suprafeței vitrate;
- pentru utilizator există posibilitatea unui control total al consumului și al nivelului de confort urmărit.

Boilerul “Tank in Tank” prezentat în figura 4 este un schimbător de căldură cu acumulare integrată, constituit din două rezervoare, unul în interiorul celuilalt și funcționează ca un acumulator termic cu eficiență ridicată, asigurând un răspuns rapid la cererea de energie termică din instalație, deoarece suprafața de schimb termic este mai mare decât în cazul unui boiler cu serpentină.

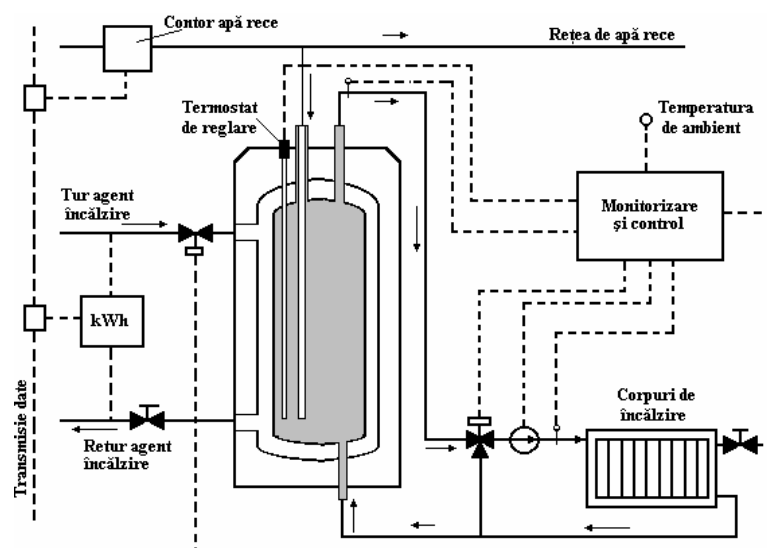


Fig. 4. Schema de principiu pentru racordarea boilerului “Tank in Tank”

Rezervorul interior care conține apa ce trebuie încălzită (circuitul secundar), este total imersat în rezervorul exterior ce conține agentul termic încălzitor (circuitul primar). Agentul primar circulă între cele două rezervoare și cedează căldura apei calde menajere.

Reglarea locală a agentului termic este realizată cu o vană cu trei căi (servomotorizată), o pompă de circulație și o sondă de temperatură montată pe circuitul de tur. Reglarea agentului de încălzire este făcută printr-o vană cu două căi (servomotorizată). Un gigacalorimetru măsoară consumul de energie termică în funcție de temperatura de pe tur și retur. Senzorul termostatului din interiorul rezervorului de ACM controlează circulația agentului termic de încălzire prin intermediul unui regulator (electronic), care comandă simultan cele două vane servomotorizate, în funcție de necesarul de căldură, temperatura exterioară și temperatura ambientală.

În funcție de cerințele impuse și de costul soluțiilor care pot fi adoptate, automatizarea centralelor termice poate atinge diferite niveluri de complexitate (urmând evoluția generală din domeniul sistemelor de automatizare), respectiv: automatizare locală, centralizată, ierarhizată și distribuită.

O *bucă locală* de reglare lucrează independent de celelalte bucle de reglare (și de multe ori în conflict), nu necesită alte conexiuni și are dezavantaje considerabile: parametri fiși ai regulatorului și imposibilitatea de comunicare (fig. 5). Când domeniul de reglare este mare rezultatul reglării cu astfel debucle poate fi total nesatisfăcător. Lipsa facilităților de comunicare face imposibilă urmărirea și coordonarea centralizată a instalației, cu implicații economice, mai ales la sarcini mici.

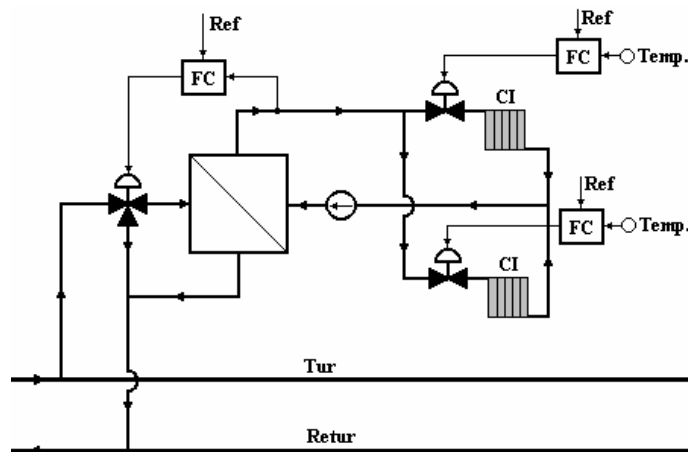


Fig. 5. Sistem de conducere locală

Conceptul pe care se bazează arhitectura *sistemelor centralizate* este camera de comandă, în care se află reglatoarele, acesta fiind un avantaj important din punctul de vedere al operatorului, care poate urmări evoluția diferiților parametri și interveni în comanda instalației (fig. 6).

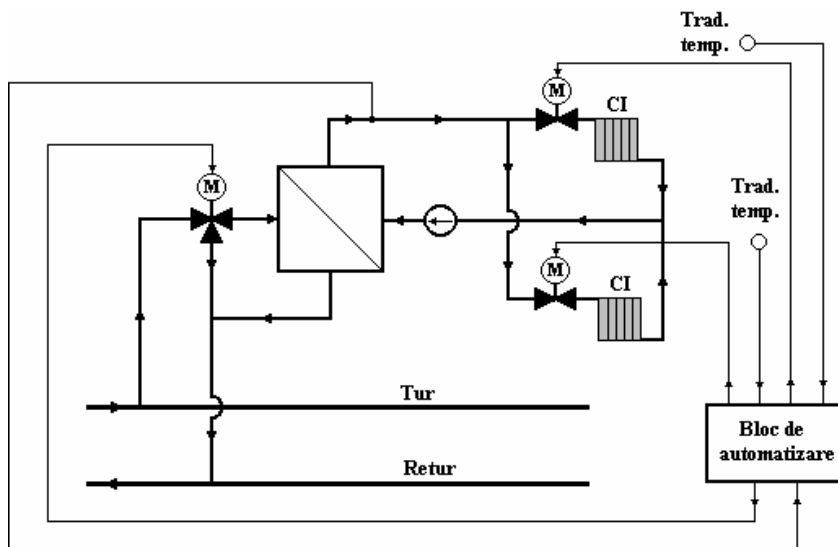


Fig. 6. Sistem de conducere centralizată

Aparatele locale sunt complet dependente de comenzile venite de la centru, ele neputând lucra independent, iar parametrii de acord ai reglatoarelor rămân, în general, fiși, operatorul acționând numai asupra valorilor de referință. Traductoarele și elementele de execuție sunt montate în instalație (*în câmp*, după limbajul specialiștilor).

Implementarea acestor sisteme se face cu aparate analogice sau numerice. În sistemele analogice, transmiterea

se face prin semnal unificat pneumatic sau electric, preponderent fiind cel electric. Implementarea cu aparatură numerică a conducerii centralizate prezintă avantajul posibilității de modificare a parametrilor de acord ai reguletoarelor pentru a optimiza funcționarea instalației, precum și o urmărire selectivă a parametrilor din instalație. Traductoarele și elementele de execuție sunt însă comandate cu semnal electric analogic.

Principalele dezavantaje ale acestor arhitecturi sunt date de traseele lungi de semnal mic și de dependența sistemului de aparatura centrală (aparatele locale sunt complet dependente de comenzile venite de la centru, ele neputând lucra independent).

Conducerea ierarhizată are o structură piramidală, în care primul nivel, realizat cu reguletoare distincte, asigură conducerea subproceselor, cu menținerea regimurilor de funcționare optime, atât timp cât sunt respectate restricțiile locale. Al doilea nivel, format din blocuri de automatizare, modifică restricțiile locale și criteriile de performanță ale reguletoarelor și transmite informația la un calculator central. Nivelul ierarhic cel mai înalt coordonează nivelurile inferioare, pentru a optimiza întregul sistem.

Conducerea distribuită combină avantajele arhitecturilor precedente, principiul pe care se bazează fiind cel al conlucrării: fiecare buclă de reglare lucrează independent dar comunică cu celelalte sisteme pentru a optimiza întreaga instalație. Tendința este ca reglarea să se facă local, prin bucle simple de reglare care comunică cu restul sistemului (fig. 7). Traductoarele de construcție recentă sunt echipate cu un microsistem de calcul (de tip microprocesor) care realizează anumite funcții, precum liniarizarea semnalului de ieșire.

Integratorul sistemului de conducere este rețeaua de comunicație, care-l face să lucreze unitar. Aceasta face ca toate mărimile măsurate din instalație sau parametrii de reglare să fie accesibili pentru programe orare, estimarea tendinței, afișare și monitorizare în orice punct al rețelei. Sistemul de comunicație trebuie să fie capabil să transmită informația cerută automat, fără ca operatorul să fie obligat să modifice setările.

Până recent, aproape toate sistemele de conducere numerice utilizau comunicația serială pe standardul RS 232, cu o viteză maximă de 9600 baud. Cu excepția unor aplicații mici, o astfel de viteză este prea mică pentru conducerea distribuită. Rețelele de comunicație actuale realizează viteze de comunicație de ordinul megabaud, care îmbunătățesc semnificativ performanțele sistemului de conducere.

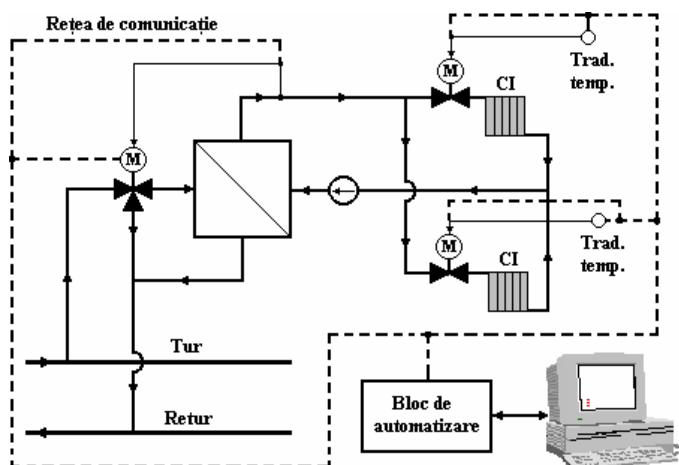


Fig. 7. Sistem de conducere distribuită

Sistemele distribuite de conducere necesită un limbaj de programare dedicat conducerii automate, care trebuie să asigure:

- controlul automat al fiecărei mărimi din instalație, printr-un singur program,
- fără a intra în conflict cu alte module de control;
- facilități de editare, de modificare a unui program de control al unei mărimi, precum și de modificare rapidă a bazei de date;
- funcții matematice și logice, calcule de optimizare;
- posibilitatea de a da valori mărimilor din sistem, în cazul defectării unor
- traductoare;
- afișarea în timp real a datelor și graficelor de evoluție și de tendință.

Schimbările majore tehnologice actuale sunt legate de comunicare, de la mass-media la rețelele de calculatoare, afectată fiind și aparatura de automatizare. Acest impact a condus la elaborarea unui standard pentru o rețea dedicată automatizării clădirilor, numită BAC-Net, care a devenit ghid pentru producătorii de aparatură numerică de automatizare.

4. Concluzii

Sistemele de încălzire sunt unități termice de producere a căldurii în scopuri tehnologice sau menajere. Rolul acestora se referă la proiectarea și realizarea de soluții moderne și eficiente pentru:

- menținerea în încăperi a unei temperaturi cât mai uniforme, situată în jurul valorii cerute, atât în plan orizontal cât și în plan vertical;

- reglarea temperaturii interioare în funcție de necesități, ținând seama de inerția termică a elementelor de construcție;
- menținerea temperaturii suprafețelor elementelor de construcții astfel încât să se evite fenomenul de radiație rece și fenomenul de condensare a vaporilor de apă pe suprafața acestor elemente;
- încălzirea fără poluarea aerului din încăperi și fără poluarea mediului;
- încălzirea fără curenți perturbatori ai aerului din încăperi;
- asigurarea de soluții eficiente și economice din punct de vedere al instalațiilor și al exploatării.

Pentru aprecierea unei instalații de încălzire se definește un set de cerințe, de importanță diferită. Astfel, confortul termic (apreciat prin temperatura interioară a aerului) trebuie îndeplinit cu prioritate, apoi stabilitatea și uniformitatea temperaturii interioare a aerului, temperatura interioară rezultată, ecartul de temperatură pe verticală, indicele global de confort termic, viteza curenților de aer și umiditatea relativă a aerului.

Adaptarea la utilizarea și economia de energie sunt, de asemenea, exigențe prioritare, pentru care se asigură: stabilitatea hidraulică a rețelei, măsuri pentru reglarea sarcinii termice în funcție de parametri climatici exteriori, aparatură de măsură și control pentru cunoașterea parametrilor instalației de încălzire, condiții speciale pentru extinderi, funcționare parțială, avarii.

De asemenea, au o importanță majoră siguranța în exploatare, siguranța la foc, rezistența și stabilitatea, etanșeitatea, igiena, sănătatea și protecția mediului, confortul acustic, vizual și tactil, economicitatea.

Bibliografie:

1. I. Uțu, L. Samoilă – *Senzori și instrumentație pentru sisteme electromecanice*. Editura Universitas, Petroșani, 2011
2. Antonescu.N, Caluianu.V, - *Cazane și aparate termice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1975
3. Ilina.M, ș.a – *Instalații de încălzire și rețele termice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980
4. Ilina.M - *Încălzirea locuințelor cu combustibili clasici*, Seria Tehnică la zi, Editura Tehnică, București, 1990
5. Podrumar D. D. – *Instalații de încălzire*. Universitatea din Timișoara, 1994
6. Petrilean D. C. – *Transmiterea căldurii*, Ed. Universitas, Petroșani, 2016
7. Ionescu G. C.
8. *Manualul de Instalații, Încălziri*, Vol. I, Editura ARTECNO București SRL, 2002
9. <https://ro.scribd.com/doc/204184288/Automatizarea-Sistemelor-Si-Instalatiilor-de-Incalzire>
10. I 13 -02 Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor de încălzire centrală
11. I 13/1-02 Normativ pentru exploatarea instalațiilor de încălzire centrală
12. GP 019-99 Ghid privind alegerea echipamentelor aferente instalațiilor de încălzire din clădiri
13. GT 020-98 Ghidul criteriilor de performanță pentru instalații din clădiri
14. GT 041-98 Ghidul pentru alegerea, proiectarea, întreținere și exploatarea sistemelor și echipamentelor de siguranță din dotarea instalațiilor de încălzire cu apă cu temperatura maximă de 115°C.
15. Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de încălzire centrală (revizuire și comasare normativele I 13-2002 și I 13/1-2002)", indicativ I 13-2015

ECOSTADION ARAD 2035 – ARMONIE ÎNTRE INGINERIE ENERGETICĂ ȘI DESIGN SUSTENABIL ÎNTR-UN COMPLEX OLIMPIC AUTONOM

Autor(i): Dennis FRENȚIU¹, Alexandru MINA², David TOMUȚA³

frentiudennis@paulro@yahoo.com

CONTACT@MAD-MILLING.RO

tomutadavid779@gmail.com

Coordonator(i):

Conf. Univ. Dr. Teodor CILAN⁴

Lect. Univ. Dr. Bogdan GOMOI⁴

¹ Universitatea „Aurel Vlaicu” din Arad, FACULTATEA DE INGINERIE, Programul de studii: Tehnologia Construcțiilor de Mașini, anul III

² Universitatea „Aurel Vlaicu” din Arad, FACULTATEA DE INGINERIE, Programul de studii: Autovehicule rutiere, anul III

³ Universitatea Politehnica Timișoara, Facultatea de Mecanică, profil: Mecatronică și Robotică, anul II

⁴ Universitatea „Aurel Vlaicu” din Arad

Rezumat:

Această lucrare propune un concept futurist pentru un complex sportiv olimpic complet autonom energetic, amplasat în Arad și proiectat pentru anul 2035. Am urmărit integrarea principiilor de inginerie energetică regenerabilă cu soluții arhitecturale sustenabile, pentru a crea un model replicabil de infrastructură ecologică. Proiectul include sisteme fotovoltaice inteligente, colectoare solare termice, turbine eoliene compacte și soluții de recuperare a apei. Designul este centrat pe eficiență, adaptabilitate la condițiile climatice și minimizarea amprente de carbon. Prin această abordare, complexul devine nu doar un spațiu pentru competiții de performanță, ci și un laborator funcțional pentru tehnologii verzi și educație ecologică.

Cuvinte cheie:

Eco-arhitectură, inginerie energetică, sustenabilitate, stadion olimpic

1. Introducere

În contextul accelerării schimbărilor climatice, al urbanizării rapide și al creșterii consumului energetic global, infrastructura sportivă a viitorului trebuie regândită fundamental. Nu mai este suficient ca un stadion să servească doar drept spațiu pentru competiții; el trebuie să devină un nod de inovație tehnologică, sustenabilitate și integrare urbană inteligentă.

Lucrarea de față își propune să exploreze, dintr-o perspectivă conceptuală și tehnico-științifică, posibilitatea realizării unui complex sportiv olimpic complet autonom energetic – EcoStadion Arad 2035. Acesta reprezintă o proiecție futuristă a unui stadion amplasat în municipiul Arad, proiectat pentru a funcționa exclusiv cu surse regenerabile de energie și pentru a minimiza amprenta ecologică în toate etapele ciclului său de viață.

Modelul propus îmbină soluții de inginerie energetică verde (precum panouri solare fotovoltaice de înalt randament, sisteme de stocare a energiei, recuperarea apei pluviale) cu o arhitectură contemporană, aerodinamică și funcțională. În plus, stadionul este conceput să deservească nu doar sportivi de elită, ci și comunitatea locală, integrând spații publice, piste de alergare, centre educaționale și zone de relaxare.

Această abordare reflectă tendințele globale în dezvoltarea sustenabilă a infrastructurii sportive – cu accent pe autonomie, digitalizare, eficiență energetică și impact urban minim. EcoStadionul nu este doar un exercițiu de design, ci o declarație de intenție pentru modul în care orașele viitorului pot sprijini sportul, cultura și mediul, simultan.

Prezentare generală – EcoStadion Arad 2035:

EcoStadion Arad 2035 este un proiect conceptual de infrastructură sportivă sustenabilă, dedicat municipiului Arad și gândit ca simbol al tranziției către o dezvoltare urbană responsabilă. Proiectul propune realizarea unui stadion olimpic inteligent cu o capacitate de aproximativ 12.000 de locuri, construit integral după principiile de eficiență energetică și autonomie funcțională.

Acoperișul curbat al stadionului este prevăzut cu panouri fotovoltaice monocristaline de ultimă generație, care vor produce întreaga energie necesară funcționării sale, inclusiv pentru nocturnă, echipamente electronice, climatizare și infrastructură auxiliară. Zona de joc este completată de o pistă de atletism omologată, iar întreaga geometrie structurală este optimizată pentru ventilație naturală, iluminat pasiv și confort termic fără consum excesiv.

Stadionul nu este doar o clădire sportivă – este o platformă urbană adaptabilă, cu zone verzi perimetrale, spații pietonale inteligente, centre educaționale pentru tineret, amfiteatre multifuncționale și conexiuni directe cu rețeaua de transport electric urban.

Din punct de vedere tehnologic, complexul integrează:

- sisteme de stocare a energiei cu baterii cu litiu fosfat (LiFePO_4),

- stații de încărcare electrică pentru public și logistică internă,
- recuperare de apă pluvială pentru irigații și igienizare,
- automatizare completă a accesului și controlului infrastructurii prin senzori IoT și software predictiv.

EcoStadion Arad 2035 propune o nouă paradigmă în arhitectura sportivă: un spațiu polivalent, ecologic și inteligent, construit nu doar pentru performanță, ci și pentru educație, comunitate și sustenabilitate urbană pe termen lung.

LiFePO₄ – Bateria sustenabilă pentru infrastructura viitorului:

LiFePO₄ (fosfat de litiu-fier) este un tip de baterie din categoria **Li-ion** (litiu-ion), recunoscută pentru siguranța, durabilitatea și stabilitatea sa chimică superioară. Datorită caracteristicilor sale tehnice, acest tip de acumulator este ideal pentru aplicații staționare, precum stocarea energiei regenerabile în infrastructura inteligentă – exact cum este planificat în cadrul EcoStadionului Arad 2035.

Proprietăți tehnice remarcabile:

- Tensiune nominală per celulă: **~3.2 V**
- Densitate energetică: **90–120 Wh/kg** (mai mică decât Li-ion clasic, dar suficientă pentru aplicații fixe)
- Cicluri de încărcare/descărcare: între 2000 și 7000 de cicluri, în funcție de regimul de utilizare
- Temperatură de funcționare: **-20°C până la +60°C**
- Timp de încărcare: relativ rapid, cu posibilitate de încărcare în regim „fast charge” fără degradare rapidă

Avantaje față de alte tehnologii:

- Siguranță superioară: nu se supraîncălzește ușor și nu este predispusă la explozie în caz de avarie (spre deosebire de **LiCoO₂**)
- Stabilitate chimică ridicată: permite integrarea în spații publice fără riscuri termice majore
- Durată de viață extinsă: ideală pentru aplicații pe termen lung, cum este stocarea energiei solare într-un stadion inteligent
- Non-toxică și reciclabilă: nu conține metale grele periculoase, ceea ce o face potrivită pentru proiecte verzi

Aplicație în EcoStadion Arad 2035:

În contextul proiectului, bateriile **LiFePO₄** sunt utilizate pentru stocarea energiei generate de panourile fotovoltaice de pe acoperișul stadionului. Această energie este apoi redistribuită inteligent pentru iluminat, echipamente electronice, infrastructură digitală și sisteme auxiliare în afara orelor cu soare. Sistemul de stocare este integrat într-o structură subterană tehnologică, termoizolată și monitorizată în timp real.

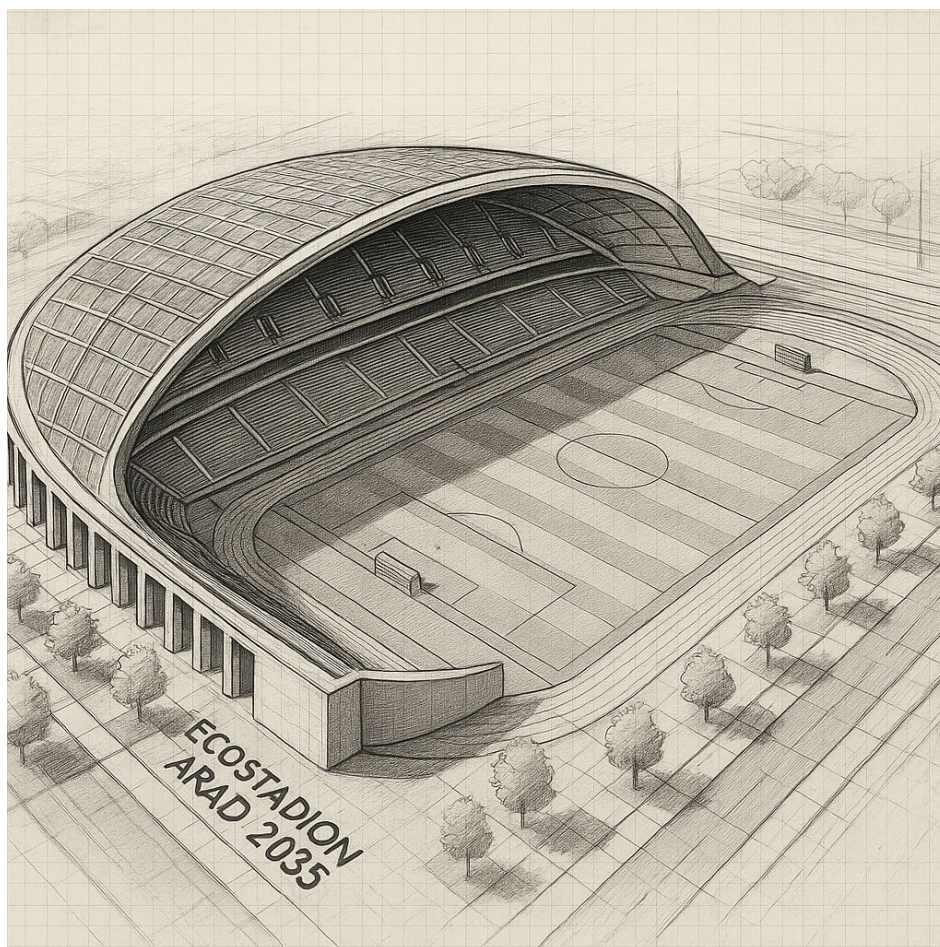


Fig.1. Desen tehnic conceptual – EcoStadion Arad 2035

Reprezentare arhitecturală de tip creion tehnic, ilustrând stadionul într-o perspectivă isometrică precisă. Se remarcă acoperișul curbat acoperit cu panouri fotovoltaice, tribunele dispuse pe două niveluri și pista olimpică de atletism. Liniile structurale sunt trasate pe fundal pătrat milimetric, specific desenelor ingineresti, accentuând rigoarea și coerența arhitecturală a proiectului.

2. Scop

Scopul principal al acestei lucrări este de a propune, dintr-o perspectivă tehnico-științifică, **un concept de stadion olimpic complet autonom energetic**, care integrează soluții moderne de inginerie sustenabilă, arhitectură funcțională și tehnologii digitale emergente. Proiectul **EcoStadion Arad 2035** are ca obiectiv să demonstreze că este posibilă dezvoltarea unei infrastructuri sportive multifuncționale care:

- să **funcționeze exclusiv pe baza energiei regenerabile** (în special solară),
- să fie **complet integrată în mediul urban**, fără a afecta negativ ecosistemul,
- și să ofere **o experiență de nivel internațional** atât sportivilor, cât și spectatorilor, cu accent pe confort, eficiență și inovație.

Lucrarea își propune să evidențieze beneficiile concrete ale utilizării panourilor fotovoltaice, ale stocării inteligente a energiei (prin tehnologia LiFePO₄), precum și ale reutilizării resurselor locale (ex. apa pluvială) într-o viziune unitară de **infrastructură sportivă viitoare**. De asemenea, se urmărește explorarea arhitecturii adaptate pentru climatul local și capacitatea de **modularitate** a spațiului – pentru utilizare atât în scop sportiv, cât și comunitar.

Prin această cercetare, se deschide direcția pentru **un model replicabil de stadion verde**, cu aplicabilitate reală în orașe de dimensiuni medii, în contextul angajamentelor europene privind reducerea emisiilor de carbon și digitalizarea spațiului public.



Fig. 2. EcoStadion Arad 2035 – Randare realistă în timpul unui eveniment sportiv

Imagine 3D din perspectivă aeriană, ilustrând stadionul în timpul unui eveniment major, cu tribunele populate. Se observă acoperișul curbat complet acoperit cu panouri fotovoltaice, integrarea armonioasă în spațiul verde urban și piațeta olimpică. Lumina caldă de seară accentuează atmosfera festivă, punând în valoare caracterul sustenabil și emblematic al complexului.

3. Descrierea zonei/obiectivului studiat

Proiectul **EcoStadion Arad 2035** este conceput ca o infrastructură sportivă de interes municipal și regional, care să răspundă atât nevoilor competiționale olimpice, cât și celor urbane și comunitare. Din acest motiv, alegerea unei **zone adecvate de amplasare** este esențială și presupune o analiză atentă din perspectivă urbanistică, ecologică și funcțională.

3.1. Criterii generale pentru poziționare

Pentru ca amplasarea stadionului să fie viabilă și să respecte legislația în vigoare privind dezvoltarea urbană, sunt necesare următoarele condiții:

- **Teren disponibil de minimum 10–12 ha**, pentru a include stadionul propriu-zis, piste, zonele verzi, parcurile și infrastructura auxiliară;
- **Acces la rețea rutieră majoră și transport public**, pentru a facilita fluxul spectatorilor și logisticii sportive;
- **Distanțare de zonele rezidențiale dense**, pentru a evita disconfortul fonic și impactul asupra traficului în zonele locuite;
- **Posibilitate de racordare la utilități existente** (apă, canal, electricitate, fibră optică);
- **Zonă cu expunere solară bună** și deschidere geografică favorabilă pentru maximizarea producției fotovoltaice.

3.2. Variante posibile în contextul municipiului Arad

În urma unei analize teoretice bazate pe ortofotoplanuri, hărți cadastrale și date satelitare, se propun două **zone fezabile** pentru o astfel de investiție:

a) Zona de sud-est – Zădăreni / Aradul Nou (extravilane reconvertibile)

Această zonă prezintă un potențial ridicat datorită:

- Aproximarea de centura de sud și DN7;
- Posibilitatea extinderii transportului în comun spre sud;
- Disponibilitatea unor parcele agricole degradate care pot fi reconvertite printr-un **PUZ (Plan Urbanistic Zonal)** și ulterior un **PUD (Plan Urbanistic de Detaliu)**.

b) Zona vest – spre Sânicolau Mic / UTA – terenuri industriale reconfigurabile

Avantajele includ:

- Infrastructură existentă parțial (drumuri, utilități);
- Acces la liniile de tramvai și autobuz;
- Posibilitate de integrare într-un masterplan de reconversie urbană.

3.3. Necesitatea elaborării documentațiilor urbanistice

În ambele cazuri, este **absolut necesară elaborarea unui Plan Urbanistic Zonal (PUZ)**, care să reglementeze:

- Funcțiunile zonei (sportivă, mixtă, verde);
- Coeficientul de ocupare a terenului (CUT) și procentul de ocupare (POT);
- Accesibilitatea și regimul de înălțime admis;
- Rețelele de transport, pietonal și rutier;
- Soluții pentru mediu, zgomot, iluminat, salubritate.

Ulterior, se impune un **Plan Urbanistic de Detaliu (PUD)** pentru implementarea proiectului propriu-zis, cu toate elementele funcționale și arhitecturale descrise.

Această etapă de analiză urbanistică asigură **fezabilitatea și legalitatea dezvoltării stadionului**, dar și **integrarea coerentă în țesutul urban** al municipiului Arad, într-o manieră sustenabilă și adaptată cerințelor anului 2035.

4. Materiale și metode de cercetare

Pentru dezvoltarea conceptuală și tehnică a proiectului **EcoStadion Arad 2035**, au fost utilizate o serie de metode interdisciplinare, îmbinând instrumente specifice ingineriei energetice, arhitecturii sustenabile, urbanismului și designului digital. Lucrarea se bazează pe simulări, modelări, studii comparative și analize de fezabilitate teoretică.

4.1. Metodologia de lucru

Cercetarea a fost structurată pe următoarele etape:

- **Analiza preliminară** a exemplelor internaționale de stadioane verzi (ex: Stadionul Național din Kaohsiung, Taiwan; Johan Cruyff Arena, Olanda);
- **Modelare CAD 3D a stadionului** în medii de proiectare precum SolidWorks și aplicații text-to-image AI (pentru vizualizări conceptuale);
- **Estimări de consum energetic** și dimensionare teoretică a sistemului fotovoltaic în funcție de radiația solară anuală medie pentru zona Arad;
- **Determinarea necesarului de baterii LiFePO₄** pentru stocarea energiei în regim autonom de funcționare;
- **Analiză urbanistică** pentru propunerea unor amplasamente posibile și corelarea cu reglementările teritoriale locale.

4.2. Instrumente și surse de analiză

- Software utilizat: **SolidWorks**, **SketchUp**, **HelioScope** (pentru simulare solară), **GIS Urban Tools** (pentru analiză amplasament);
- Baze de date consultate: **PVGIS**, **INCD URBANPROIECT**, **OpenStreetMap**, legislația privind PUZ/PUD și construcții publice;

- Parametrii de calcul: consum estimat (kWh), radiație solară medie anuală (kWh/m²), capacitate instalată (kWp), cicluri de utilizare baterii.

Tabelul 1. Materiale propuse și sisteme analizate

COMPONENTĂ	SPECIFICAȚII PROPUSE	ROL ÎN PROIECT
Panouri solare	Monocristaline, randament >22%	Producerea energiei electrice pentru întreg complexul
Acumulatori LiFePO₄	48V, 200 Ah, ciclu >4000 încărcări	Stocare de energie pentru autonomie pe timp de noapte
Structuri de acoperiș	Aluminiu anodizat + grinzi oțel ușor	Susținerea panourilor, arhitectură curbată aerodinamică
Sisteme LED inteligente	Control DALI, senzor lux integrat	Iluminat eficient în stadion și zone publice
Materiale perimetrale	Beton geopolimeric + sticlă securizată	Durabilitate, reciclabilitate, estetică modernă

Această etapă a permis o validare teoretică coerentă a fezabilității proiectului, demonstrând că **autonomia energetică a stadionului poate fi atinsă cu soluții tehnologice deja existente**, dacă sunt aplicate strategic și corelate cu contextul urban local.

5. Rezultate și discuții

În urma analizei și modelării efectuate, proiectul **EcoStadion Arad 2035** a demonstrat **fezabilitate energetică, funcțională și urbanistică** într-un cadru conceptual solid. Datele rezultate din simulări și calcule confirmă faptul că stadionul poate funcționa în regim autonom, în condițiile climatice ale regiunii Arad, utilizând tehnologii deja disponibile la scară comercială.

5.1. Estimări energetice și dimensionare fotovoltaică

Pe baza unei suprafețe disponibile pe acoperiș de aprox. **6.500 m²**, complet acoperită cu panouri fotovoltaice monocristaline de eficiență $\geq 22\%$, se obține o **putere instalată estimativă de 1,4 MWp**. La o radiație solară medie de **1.350 kWh/m²/an** în zona Arad, se poate genera anual:

$$1.400 \text{ kWp} \times 1.150 \text{ ore echivalente} = 1.610.000 \text{ kWh/an}$$

Această cantitate este suficientă pentru a acoperi:

- iluminatul integral (interior/exterior),
- funcționarea sistemelor de sunet și ecrane LED,
- climatizare (inclusiv pompe de căldură),
- infrastructura digitală și rețelele de siguranță,
- stocarea energiei pentru funcționare nocturnă prin baterii **LiFePO₄** (capacitate estimată: 480–600 kWh).

Tabelul 2. Comparativ cu un stadion convențional

CRITERIU	STADION CLASIC	ECOSTADION ARAD 2035
Sursă de energie	Rețea electrică națională	Panouri solare + stocare proprie
Consum anual estimat	~1.800.000 kWh	~1.610.000 kWh (acoperit integral)
Emisii CO ₂ indirecte	>400 tone/an	0 (cu energie regenerabilă)
Cost operare anual (energie)	180.000–250.000 €	5.000–10.000 € (mentenanță)
Durată de viață sisteme FV	-	25–30 ani

5.2. Discuții privind sustenabilitatea și urbanismul

Prin eliminarea dependenței de rețeaua națională și integrarea funcțională în spațiul urban, **EcoStadionul devine un model de infrastructură rezilientă și inteligentă**. De asemenea, soluțiile precum:

- reutilizarea apei pluviale,
 - utilizarea betonului geopolimeric cu emisii reduse,
 - și prezența zonelor verzi de compensare ecologică,
- contribuie direct la reducerea amprente de carbon și la menținerea unui microclimat urban sănătos.

Proiectul demonstrează că **tehnologiile actuale permit realizarea unui stadion 100% verde**, viabil energetic și funcțional, adaptabil în peisajul urban românesc, dacă este planificat cu rigoare tehnică și viziune pe termen lung.

6. Concluzii

Proiectul EcoStadion Arad 2035 demonstrează, dintr-o perspectivă conceptuală și inginerescă, că dezvoltarea unei infrastructuri sportive complet autonome energetic este nu doar posibilă, ci și fezabilă într-un orizont de timp realist.

Prin integrarea soluțiilor moderne de producere, stocare și eficientizare a consumului de energie, stadionul propus îmbină armonios performanța sportivă cu sustenabilitatea urbană.

Principalele concluzii ale lucrării sunt:

- Utilizarea panourilor fotovoltaice de înalt randament pe întreaga suprafață a acoperișului permite generarea unei cantități suficiente de energie pentru funcționarea completă a complexului, fără aport din rețele externe;
- Integrarea bateriilor LiFePO₄ asigură autonomie energetică în timpul nopții și în perioadele cu producție redusă, cu fiabilitate și durată de viață extinsă;
- Soluțiile arhitecturale propuse optimizează spațiul, fluxurile de utilizatori și confortul spectatorilor, în timp ce mențin o estetică modernă, fluidă și aerodinamică;
- Din punct de vedere urbanistic, amplasamentul propus poate fi validat prin elaborarea unui PUZ/PUD adecvat, în conformitate cu reglementările de mediu, mobilitate și dezvoltare sustenabilă;
- Modelul EcoStadionului poate fi replicat la scară medie în alte orașe europene, devenind un exemplu de bună practică pentru infrastructuri sportive verzi, autonome și comunitare.

Lucrarea nu reprezintă doar un exercițiu tehnic, ci o declarație de viziune asupra viitorului infrastructurii urbane – în care performanța sportivă, inovația inginerescă și responsabilitatea față de mediu nu sunt concepte separate, ci componente ale aceluiași sistem integrat.

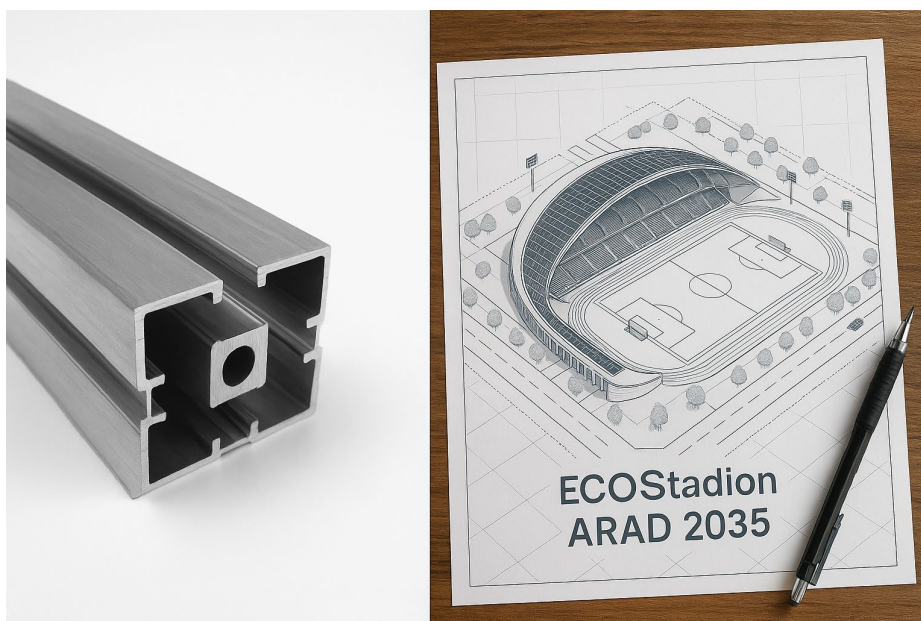


Fig. 3. Material structural și plan de proiectare pentru EcoStadion Arad 2035

În stânga: profil structural din aluminiu anodizat, utilizat pentru susținerea panourilor fotovoltaice montate pe acoperișul curbat al stadionului. Acest material este ales pentru durabilitatea sa ridicată, rezistența la coroziune și greutatea redusă, fiind esențial în construcțiile sustenabile.

În dreapta: plan de arhitectură conceptuală al stadionului, schițat în perspectivă isometrică, evidențiind amplasarea în rețea urbană, zonele verzi perimetrare și forma aerodinamică a acoperișului.

Bibliografie:

- [1] Birkeland, J., (2012), *Designing for Hope: Pathways to Regenerative Sustainability*, Routledge, London.
- [2] Dobre, R., & Enache, M., (2021), *Sisteme energetice inteligente pentru clădiri verzi*, Editura Matrix Rom, București.
- [3] Edwards, B., (2011), *Rough Guide to Sustainability*, RIBA Publishing, London.
- [4] Gehl, J., (2010), *Cities for People*, Island Press, Washington, D.C.
- [5] Ilie, A., & Popescu, F., (2019), *Arhitectură sustenabilă în zone urbane*, Editura Universitară Ion Mincu, București.
- [6] Kennedy, J., (2002), *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village*, New Society Publishers, British Columbia.
- [7] Kibert, C.J., (2016), *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*, Wiley, New York.
- [8] Lechner, N., (2014), *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects*, Wiley, Hoboken.
- [9] Roaf, S., (2007), *Ecohouse: A Design Guide*, Elsevier Architectural Press, Oxford.
- [10] Vale, B., & Vale, R., (2000), *Green Architecture: Design for a Sustainable Future*, Thames & Hudson, London.
- [11] Vasilescu, D., (2020), *Tehnologii verzi pentru infrastructuri sportive*, Editura Politehnica Press, București.

FOLOSIREA RESURSELOR ENERGETICE ȘI A ENERGIEI ELECTRICE CA ARMĂ GEOPOLITICĂ

Melania MÂNZĂTEANU¹, Gabriela POPESCU²
manzateanumelania@yahoo.com, ghetaugabry@yahoo.com

Șef lucr.dr.ing. **Daniel Nicolae FÎȚĂ³**, Șef lucr.dr.ing. **Teodora LAZĂR⁴**

¹ *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Inginerie Energetică, anul III*

² *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Inginerie Energetică, anul III*

³ *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Centrul de Cercetare: Studii Strategice de Securitate Energetică*

⁴ *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Energetică*

Rezumat

Folosirea resurselor energetice și a energiei electrice ca armă geopolitică presupune manipularea accesului la energie pentru a exercita presiune sau pentru a obține avantaje politice și economice. Marile puteri și actorii regionali utilizează exporturile de energie (gaze naturale, petrol și energie electrică) pentru a influența deciziile altor state, prin strategii precum controlul prețurilor, întreruperea livrărilor sau semnarea de contracte avantajoase doar pentru anumite părți. Dependența energetică a Europei față de gazele rusești, folosită de-a lungul anilor ca mijloc de influență politică este cel mai elocvent exemplu. În același timp, infrastructura energetică – conductele, rețelele de electricitate, terminalele LNG – devine obiect al disputelor strategice. În concluzie, energia nu mai este doar un bun economic, ci un instrument de putere, capabil să redefinească relațiile internaționale și să influențeze echilibrul geopolitic global. Gestionarea resurselor energetice și diversificarea surselor devin astfel priorități esențiale pentru statele moderne.

Cuvinte cheie

Resurse energetice, energie electrică, armă geopolitică

1. Introducere

În contextul actual al relațiilor internaționale, resursele energetice — în special petrolul, gazele naturale și energia electrică — au depășit cu mult simpla lor funcție economică, devenind instrumente strategice de influență și putere geopolitică. Statele care dețin rezerve semnificative de resurse energetice sau care controlează infrastructura de producere și transport al energiei pot exercita o presiune considerabilă asupra altor țări, folosindu-le ca pârghii în negocieri, alianțe sau conflicte.

Folosirea energiei ca armă geopolitică se manifestă printr-o serie de acțiuni deliberate, cum ar fi limitarea sau întreruperea livrărilor, creșterea prețurilor, condiționarea acordurilor comerciale sau finanțarea regimurilor politice aliante. Aceste practici au fost evidențiate în mod deosebit în ultimele decenii, mai ales în relațiile dintre Rusia și Uniunea Europeană, dar și în alte contexte internaționale, cum ar fi disputele din Orientul Mijlociu sau tensiunile din zona Asia-Pacific.

Controlul asupra resurselor energetice și infrastructurii de transport (oleoducte, gazoducte, rețele electrice transfrontaliere) conferă statelor influența capacitatea de a modela evoluția economică și politică a altor țări. În același timp, dependența energetică sporește vulnerabilitatea națiunilor importatoare și le limitează capacitatea de acțiune independentă pe scena globală.

Prin urmare, înțelegerea modului în care energia este folosită ca armă geopolitică este esențială pentru analiza echilibrului de putere la nivel internațional, a vulnerabilităților statelor dependente și a strategiilor de diversificare și securizare energetică promovate în ultimele decenii.

2. Arma geopolitică

Arma geopolitică este un instrument folosit de un stat sau o alianță de state pentru a influența alte state sau regiuni în cadrul relațiilor internaționale, fără a recurge neapărat la violență militară.

Aceasta poate fi folosită pentru a avansa interese strategice, economice sau politice, de multe ori implicând presiuni indirecte sau constrângeri.

Armele geopolitice pot include:

1. Resursele naturale:

- **Resurse energetice (petrol și gaze naturale):** un exemplu celebru este utilizarea exporturilor de gaze naturale de către Rusia ca instrument de presiune asupra Europei, reducând sau majorând livrările în funcție de obiectivele politice.

- Minerale rare: unele state, precum China, controlează exportul de minerale critice pentru tehnologie (litiu, cobalt etc.), ceea ce le oferă o pârghe în negocierile internaționale.

2. Infrastructurile critice energetice:

- Platforme maritime offshore (extracție hidrocarburi);
- Instalații extracție on-shore;
- Oleoducte și gazoducte;
- Rafinării;
- Stații de pompare petrol;
- Stații de comprimare gaze naturale;
- Capacități stocare (petrol și gaze naturale);
- Stații electrice de înaltă și foarte înaltă tensiune;
- Linii electrice de înaltă și foarte înaltă tensiune;
- Centrale electrice;
- Centrale nucleare.

3. Energia electrică

4. Poziției geografice strategice (strâmtori sau canale navigabile)

5. Economia și comerțul:

- Sancțiunile economice: Statele Unite, Uniunea Europeană sau alte puteri pot impune sancțiuni economice pentru a pedepsi sau izola un regim (ex. sancțiunile impuse Iranului pentru programul său nuclear).
- Boicoturi comerciale: restrângerea comerțului cu anumite țări sau blocaje economice sunt folosite pentru a exercita presiuni.

6. Dependențele tehnologice:

- Controlul asupra tehnologiei avansate, cum ar fi semiconductoarele, inteligența artificială sau rețelele de comunicații (ex. 5G), poate deveni o armă geopolitică. De exemplu, interdicțiile impuse de SUA asupra companiei Huawei au avut un impact global.

7. Informația și propaganda:

- Dezinformarea și influențarea opiniei publice în alte state prin rețelele de socializare, mass-media sau alte canale, cu scopul de a destabiliza guvernele sau de a crea tensiuni sociale.
- Cultura și soft power-ul: exportul de ideologie, filme, muzică sau alte produse culturale poate influența percepțiile și valorile altor state.

8. Migrația și crizele umanitare:

- Unele state pot încuraja sau exploata fluxurile de migrație ca armă geopolitică. De exemplu, folosirea refugiaților pentru a pune presiune pe granițele altor țări (așa cum s-a văzut în cazul relațiilor dintre Belarus și Uniunea Europeană în 2021).

9. Diplomația și alianțele:

- Crearea unor alianțe economice, militare sau diplomatice poate dezechilibra balanța de putere regională sau globală, blocând interesele adversarilor.

Pe scurt, o armă geopolitică este orice instrument care folosește vulnerabilitățile altor state pentru a obține avantaje strategice.

Eficiența acestor arme depinde de cât de bine sunt integrate într-o strategie geopolitică mai largă.

3. Folosirea resurselor energetice ca armă geopolitică

Folosirea resurselor energetice ca armă geopolitică este o strategie prin care statele sau actorii internaționali folosesc resursele energetice (petrolul și gazele naturale) pentru a obține avantaje politice, economice sau strategice în relațiile internaționale.

Această practică devine evidentă în contextul interdependenței economice dintre state și al nevoii de resurse energetice esențiale pentru dezvoltare.

Mecanismele folosirii resurselor energetice ca armă geopolitică:

- a) Manipularea prețurilor: Țările care controlează producția sau exporturile majore de resurse energetice pot influența prețurile globale pentru a exercita presiuni economice. De exemplu, Organizația Țărilor Exportatoare de Petrol (OPEC) a fost acuzată de manipularea prețurilor petrolului prin modificarea producției.

- b) *Restricționarea exporturilor*: Țările exportatoare pot restricționa livrările de resurse energetice către anumite state pentru a le forța să facă concesii politice. Rusia, de exemplu, a folosit exporturile de gaze naturale ca mijloc de presiune asupra țărilor din Europa de Est.
- c) *Crearea dependenței energetice*: Statele pot construi infrastructuri energetice care să lege economic și politic țările importatoare de resursele lor. De exemplu, conductele transfrontaliere devin instrumente de influență geopolitică.
- d) *Acorduri de parteneriat condiționate*: Țările care oferă acces la resurse energetice cer în schimb concesii politice, economice sau militare.

Exemple concrete:

- a) *Rusia și gazele naturale*: Rusia este unul dintre cei mai mari exportatori de gaze naturale și a folosit această poziție strategică pentru a exercita presiuni asupra statelor europene, în special asupra celor din fostul bloc sovietic. În timpul crizei din Ucraina (2014 și 2022), Rusia a redus sau a oprit livrările de gaze către Ucraina și alte țări europene, folosindu-se de această dependență energetică pentru a-și promova interesele.
- b) *Criza petrolului din 1973*: Țările arabe membre ale OPEC au impus un embargo asupra exporturilor de petrol către statele care sprijineau Israelul în timpul Războiului de Yom Kippur. Acest embargo a dus la creșteri masive ale prețurilor și a provocat o recesiune globală, demonstrând influența geopolitică a resurselor energetice.
- c) *Proiectul Nord Stream*: Conductele Nord Stream 1 și 2, care transportau gaze naturale din Rusia în Germania, au fost criticate de SUA și alte state europene pentru că ar crește dependența Europei de resursele rusești. Tensiunile din jurul acestui proiect au evidențiat dimensiunea geopolitică a infrastructurilor energetice.
- d) *Iranul și petrolul*: În contextul sancțiunilor internaționale, Iranul a amenințat periodic cu închiderea Strâmătorii Hormuz, o rută strategică pentru exportul de petrol, ceea ce ar putea afecta piețele globale de energie.

Efectele folosirii resurselor energetice ca armă geopolitică:

- a) *Tensiuni politice și economice*: Manipularea resurselor energetice poate amplifica conflictele internaționale și destabiliza regiunile afectate.
- b) *Accelerarea tranziției energetice*: Țările importatoare afectate de astfel de tactici pot să își diversifice sursele de energie și să investească în surse regenerabile pentru a reduce dependența.
- c) *Efecte asupra securității energetice*: Dependenta excesivă de un singur furnizor crește vulnerabilitatea statelor.

Soluții pentru reducerea vulnerabilității:

- a) *Diversificarea surselor energetice*: Importatorii pot căuta alternative la furnizorii tradiționali sau pot dezvolta infrastructuri pentru a importa energie din alte regiuni.
- b) *Promovarea energiilor regenerabile*: Investițiile în surse regenerabile reduc dependența de resursele fosile și de statele exportatoare.
- c) *Cooperare internațională*: Crearea de alianțe pentru securitatea energetică poate proteja statele importatoare de șantaj geopolitic.

Resursele energetice sunt nu doar un factor economic, ci și un instrument politic major în relațiile internaționale, iar statele trebuie să își dezvolte strategii pentru a minimiza vulnerabilitățile legate de această formă de influență.

4. Folosirea energiei electrice ca armă geopolitică

Utilizarea energiei electrice ca armă geopolitică este o practică emergentă sau în creștere, pe măsură ce dependența lumii de energie continuă să crească.

Energia electrică, la fel ca alte resurse energetice, poate fi folosită ca instrument de influență geopolitică în mai multe moduri:

1. Controlul exporturilor de energie electrică

Țările care produc un surplus de energie electrică, în special cele care generează energie din surse regenerabile (hidroelectrică, eoliană, solară) sau nucleare, pot folosi exporturile pentru a exercita presiuni asupra vecinilor lor.

De exemplu:

- *Rusia* a folosit exporturile de gaze naturale pentru a-și menține influența asupra Europei de Est. În mod similar, energia electrică poate deveni un instrument, mai ales dacă este generată în cantități mari din hidrocentrale sau alte surse.
- *Norvegia*, cu o mare parte din energia sa electrică provenind din surse regenerabile, are capacitatea de a exporta electricitate către țările vecine, stabilind astfel relații economice strategice.

Blocarea exporturilor poate crea o criză energetică pentru țările dependente, forțându-le să accepte condițiile impuse.

2. Interconexiunile energetice ca pârgă politică

Interconectările dintre rețelele electrice ale țărilor vecine sunt esențiale pentru stabilitatea energetică.

Țările care controlează aceste interconexiuni pot influența:

- Tarifele de tranzit al energiei – impunerea unor taxe mari poate crește costurile energiei electrice pentru țările dependente.
- Deconectările deliberate – În situații de conflict, țările pot amenința cu deconectarea sau pot reduce furnizarea de energie.

Exemplu: Disputele dintre Belarus și Ucraina cu privire la tranzitul de energie electrică.

3. Manipularea pieței energiei

Actorii majori pot manipula prețurile energiei electrice pentru a destabiliza economiile altor țări.

Creșterea bruscă a prețurilor sau fluctuațiile masive pot afecta:

- Industria și economia – Creșterea costurilor de producție.
- Populația – Crearea unor tensiuni sociale din cauza scumpirii energiei.

4. Infrastructura energetică ca țintă strategică

Atacurile cibernetice asupra rețelelor electrice au devenit un instrument modern al războiului hibrid.

Exemple:

- Atacuri cibernetice în Ucraina (2015 și 2016), care au provocat pene de curent majore și au demonstrat vulnerabilitățile infrastructurii energetice.
- Utilizarea acestui tip de atacuri pentru a descuraja oponentul sau pentru a-l destabiliza economic.

5. Proiecte energetice internaționale

Construirea infrastructurii pentru producerea și exportul de energie electrică poate avea un impact geopolitic semnificativ:

- China, prin Inițiativa „Belt and Road”, construiește rețele electrice și centrale în diverse țări, consolidând influența economică și politică.
- Investițiile masive ale Uniunii Europene în interconexiuni pentru energie verde cu țările vecine contribuie la reducerea dependenței de Rusia.

6. Promovarea dependenței de tehnologia energetică

Țările care dezvoltă tehnologii avansate pentru producerea, stocarea și distribuția energiei (cum ar fi bateriile, reactoarele nucleare avansate) pot exercita control asupra altor state prin vânzarea sau refuzul accesului la aceste tehnologii.

Folosirea energiei electrice ca armă geopolitică este o strategie din ce în ce mai evidentă în contextul globalizării și al tranziției energetice.

Țările care controlează sursele, interconexiunile și tehnologiile energetice pot influența deciziile politice și economice ale altor state.

Pentru a contracara aceste riscuri, țările afectate trebuie să investească în diversificarea surselor de energie și să promoveze cooperarea internațională.

5. Crize energetice

O „criză energetică” este o situație în care aprovizionarea cu energie (electricitate, gaze naturale, petrol etc.) este insuficientă sau instabilă, afectând semnificativ economia, populația și infrastructura unei țări sau regiuni. Aceste crize pot avea cauze multiple și efecte extinse. Iată o prezentare succintă:

Cauzele principale ale unei crize energetice:

- Geopolitice:*
 - Conflicte între state producătoare de energie și state consumatoare (ex: invazia Rusiei în Ucraina și efectele asupra gazului natural în Europa).
 - Sancțiuni economice asupra țărilor furnizoare.
- Epuizarea resurselor:*
 - Zăcămintele de petrol sau gaze care se epuizează.
 - Lipsa investițiilor în infrastructura energetică.
- Probleme climatice sau naturale:*
 - Seceta care reduce capacitatea hidrocentralelor.
 - Ierni extrem de reci sau veri caniculare care cresc cererea de energie.
- Dependența de surse unice:*
 - Țări care depind de un singur furnizor sau de un tip de energie (ex: gaze naturale rusești în Europa Centrală și de Est).
- Tranziția energetică lentă:*
 - Întârzierea investițiilor în surse regenerabile.
 - Renunțarea prea rapidă la combustibili fosili fără alternative stabile.

Efectele unei crize energetice:

- a) Creșterea prețurilor la combustibili, energie electrică, transport și bunuri de consum.
- b) Scăderea puterii de cumpărare a populației.
- c) Întreruperi de curent sau raționalizări ale energiei.
- d) Încetinirea creșterii economice sau recesiune.
- e) Instabilitate politică și socială.

Soluții și măsuri pentru prevenire/gestionare:

- a) Diversificarea surselor de energie (nuclear, solar, eolian, hidroelectric).
- b) Creșterea eficienței energetice în industrie și locuințe.
- c) Stocarea strategică de gaze și petrol.
- d) Cooperare internațională și investiții în infrastructura comună.
- e) Dezvoltarea tehnologiilor de energie regenerabilă și sisteme inteligente de rețea.

6. Concluzii

Folosirea resurselor energetice – în special a petrolului, gazului natural și, mai recent, a energiei electrice – a devenit un instrument esențial în strategiile geopolitice ale marilor puteri. Controlul asupra acestor resurse oferă influență economică, politică și militară, transformând energia într-un mijloc de presiune sau de negociere pe scena internațională.

Crizele energetice din ultimele decenii au demonstrat că dependența de un număr redus de furnizori poate fi exploatată pentru a impune voința politică sau economică a acestora asupra statelor consumatoare. Rusia, de exemplu, a folosit livrările de gaze naturale ca mijloc de influență asupra Europei de Est și Centrale, în timp ce alte state producătoare au folosit prețurile la petrol pentru a forța concesiile politice.

În plus, într-un context global de tranziție energetică, accesul la tehnologii și materii prime pentru producerea energiei regenerabile (cum ar fi litiul, cobaltul sau pământurile rare) devine o nouă sursă de competiție geopolitică. Energia electrică, distribuită prin rețele interconectate, poate fi la rândul ei utilizată ca instrument de presiune, prin limitarea livrărilor sau manipularea prețurilor în momente strategice.

Astfel, securitatea energetică devine parte integrantă a securității naționale și regionale. Diversificarea surselor, dezvoltarea resurselor interne și investițiile în energie regenerabilă sunt esențiale pentru a reduce vulnerabilitățile și pentru a limita eficiența utilizării energiei ca armă geopolitică.

În concluzie, energia nu mai este doar o resursă economică, ci o armă geopolitică sofisticată, iar gestionarea ei responsabilă și strategică este vitală pentru stabilitatea globală.

Bibliografie:

1. Oleg Serebrian, *Politică și geopolitică*, Editura Cartier, ISBN: 978-9975-86-735-1, 2024
2. Nicolae Daniel Fiță, Mila Ilieva Obretenova, Adrian Mihai Șchiopu, *Național Security – Elements regarding the optimisation of energy sector*, LAP – Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-7-45693-2, 2024
3. Nicolae Daniel Fiță, Adina Tătar, Mila Ilieva Obretenova, *Security risk assessment of critical energy infrastructures*, LAP – Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-7-45824-0, 2024
4. Daniel N. Fiță, Olivia R. Alecsioiu, Florin G. Popescu, *Extended security management*, LAP – Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-7-48738-7, 2024
5. Fiță Nicolae Daniel, Radu Sorin Mihai, Petrilean Dan Codruț, Marcu Marius Daniel, Uțu Ilie, Păsculescu Dragoș, Popescu Florin Gabriel, Lazăr Teodora, *Siguranța și securitatea sistemelor energetice industriale – Tratat universitar, Vol. I*, Editura Risoprint, Cluj Napoca, ISBN: 978-606-916-168-5, 2024
6. Fiță Nicolae Daniel, Radu Sorin Mihai, Petrilean Dan Codruț, Marcu Marius Daniel, Uțu Ilie, Păsculescu Dragoș, Popescu Florin Gabriel, Șchiopu Adrian Mihai, *Siguranța și securitatea sistemelor energetice industriale – Tratat universitar, Vol. II*, Editura Risoprint, Cluj Napoca, ISBN: 978-606-916-174-6, 2024
7. Fiță Nicolae Daniel, Radu Sorin Mihai, Herbei Roxana, *Global Security – European Energy Security*, Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-6-14168-6, 2023
8. Nicolae Daniel Fiță, Mila Ilieva Obretenova, Constantin Răzvan Olteanu, *Industrial security*, Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-6-15786-1, 2023
9. Nicolae Daniel Fiță, Cosmin Alin Popescu, Imre Kalman, *Security concepts*, Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-6-16236-0, 2023
10. Băhnăreanu C., *Securitatea energetică*, Centrul de Studii Strategice de Apărare și Securitate, Editura Universității Naționale de Apărare "Carol I", 2008
11. Gheorghe A., Mureșan L., *Energy Security*, Springer Publishing House, Dordrecht, The Netherlands, 2010
12. Florian Baumann, *Energy Security as multidimensional concept*, în CAP Policy Analysis, no. 1. March 2008, pp. 4-5

UTILIZAREA TELETRANSMISIEI DE DATE ÎN MANAGEMENTUL CLĂDIRILOR INTELIGENTE. SISTEMELE KNX

Autori: Roxana-Elena ANDRONE (DUMITRU) ¹, Cornel-Dumitru ȘTEFONI ²
androne_roxana@yahoo.com, mihaela_stefoni@yahoo.com

Coordonator: Asist. univ.drd.ing. Florin MUREȘAN-GRECU ³

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Energetică Industrială, anul III

² Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Energetică Industrială, anul IV

³ Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Energetică

Rezumat

Instalațiile electrice care echipează clădirile rezidențiale și de locuit au evoluat foarte mult în ultimele decenii. Dacă, până în urmă cu 30-40 de ani, domeniul automatizărilor era specific mediului industrial, în prezent clădirile rezidențiale au devenit „inteligente”, mulțumită diverselor sisteme de automatizare apărute pe piață. Datorită acestei dezvoltări a apărut necesitatea standardizării domeniului managementului clădirilor inteligente, apărând astfel standardul KNX.

Cuvinte cheie

KNX, actuator, magistrală, ETS, telegramă

1. Introducere

Dezideratele înalte privind securitatea, flexibilitatea și comoditatea în utilizare a instalațiilor electrice, combinate cu necesitatea de optimizare a eficienței energetice, au dus, încă de la începutul anilor 1990, la dezvoltarea de sisteme de management ale clădirilor, precum European Installation Bus (EIB). O evoluție similară, cu aceleași obiective, avea loc în aceeași perioadă cu precădere în spațiul francofon și a dus la dezvoltarea sistemului BatiBus. La rândul său, European Home Systems Association (EHSA) lucra, deja, la principiile conectării în rețea a aparaturii electrocasnice.

Asociația „KNX Association” a luat ființă pentru a crea un standard comun la nivel mondial în domeniul managementului clădirilor. Această fuziune a asociațiilor anterioare a facilitat crearea standardului KNX. La nivel global, KNX este singurul standard deschis pentru controlul caselor și al clădirilor în conformitate cu ISO/IEC (14543-3), cu CENELEC (EN50090) și, de asemenea, cu cerințele CEN (13321).

În cadrul unei instalații electrice clasice, consumatorul (receptorul electric) este întotdeauna comutat direct. Comutatorul și/sau senzorul sunt fie conectate direct la consumator, fie legate printr-un releu. Cablajul comutatorului/senzorului la consumator determină funcționarea acestuia.

Spre deosebire de instalațiile clasice, la instalațiile electrice prevăzute cu tehnologie KNX, consumatorul este comutat indirect. Toate elementele de operare -denumite senzori- și elementele efective de comutație -denumite elemente de acționare- sunt legate printr-un mediu de teletransmisie comun, iar sistemul funcționează astfel: la apăsarea -de exemplu- a unui buton, acesta transmite informația -denumită telegramă de date- prin intermediul mediului de teletransmisie -numit magistrală de transmisie sau bus- către elementul de acționare desemnat, care comută apoi consumatorul.

2. Aplicațiile și beneficiile sistemului KNX

Implementarea instalațiilor electrice în tehnologia KNX aduce după sine o serie de beneficii pentru proiectanți, instalatorii electricieni și utilizatori:

a) Pentru proiectant:

- un plus de fiabilitate pe durata fazei de proiectare, deoarece într-un stadiu timpuriu al proiectului este posibilă definirea mediului de transmisie, selectarea echipamentelor independent de producătorul lor și proiectarea instalației chiar dacă nu au fost definite încă cerințele finale;
- aparatele de la producători diferiți funcționează împreună datorită funcționalităților de bază definite în standard. Totodată, aparatele nou introduse funcționează cu cele existente;
- este posibilă interconectarea funcțiilor din diferite zone de aplicație;
- modificările și completările ulterioare pot fi introduse pur și simplu, fără a fi nevoie de reproiectarea completă a instalației și cablajului;
- sistemul KNX permite proiectarea unei game vaste de instalații electrice, începând de la cele mai simple și până la sisteme complexe de management al clădirilor.

b) Pentru contractantul lucrării (instalatorul electrician):

- instalația este executată ca până acum, în doze de aparat și derivație convenționale, dar cablarea este mai clară și mai simplă;
- este posibilă accesarea de la distanță a instalației KNX, prin internet, utilizând un gateway, de exemplu în scopuri de diagnosticare.
- c) Pentru utilizatorul final:**
 - sistemul asigură un grad înalt de flexibilitate în timp. În majoritatea cazurilor, o casă este un cămin pentru toată viața, dar în timp proprietarii pot reconsidera modul de utilizare a încăperilor. Sistemul KNX permite satisfacerea cu ușurință a necesităților în schimbare ale locatarilor. De exemplu, un birou cu un nivel de iluminare specific poate deveni o camera pentru copil prietenoasă și confortabilă fără a fi necesară nicio modificare în arhitectura instalației electrice;
 - funcții precum acționarea jaluzelelor sau a sistemelor de încălzire și condiționare a aerului vor putea fi controlate prin telecomandă sau prin comandă vocală;
 - o varietate de acțiuni pot fi declanșate prin elemente de operare speciale, cum ar fi, de exemplu, direcționarea la distanță a unei alarme către o structură de pază și protecție sau emiterea de semnale acustice și luminoase din interior.

3. Funcțiile unei clădiri inteligente

Cu ajutorul sistemului KNX pot fi implementate mai multe categorii de funcții specifice unei clădiri inteligente:

- a) Funcții de siguranță:**
 - protecția împotriva inundațiilor;
 - protecția împotriva scurgerilor de gaze (naturale sau GPL);
 - protecția împotriva intemperiilor;
 - integrarea sistemului antiefracție (inclusiv TVCI) în sistemul de casă inteligentă.
- b) Funcții pentru eficiența energetică:**
 - controlul multiorar al temperaturii;
 - comanda automată a iluminatului în funcție de intervalul orar, parametrii meteo sau gradul de ocupare;
 - oprirea automată a încălzirii când se deschide o fereastră;
 - temporizarea circuitelor electrice / repartizarea consumului pe intervale orare;
 - controlul automat al jaluzelelor și rulourilor în funcție de parametrii meteo;
- c) Funcții pentru confortul locuinței:**
 - comanda și controlul nivelului de iluminat (dimmer);
 - comanda și controlul local al jaluzelelor;
 - comanda și controlul prin radiofrecvență (wireless), a iluminatului / jaluzelelor / scenariilor;
 - ventilarea automată a încăperilor;
 - comanda și controlul sistemului de irigație (autonom sau în funcție de parametrii meteo);
 - integrarea sistemelor multimedia (Audio - Video);
- d) Funcții de comunicare și control la distanță:**
 - controlul casei prin smartphone, tableta, laptop sau PC;
 - controlul sistemului de interfonie & videointerfonie;
 - comanda și controlul centralizat al casei prin touchscreen.

4. Cablul de magistrală ca mediu de transmisie

În sistemul KNX sunt disponibile pentru transferul de informații patru medii de transmisie:

- transferul de informații prin cablu de magistrală;
- transferul de informații prin rețeaua de electroalimentare;
- transferul de informații prin undă radio, în gama de frecvențe de 868 MHz;
- transferul de informații prin intermediul unei rețele IP.

În lucrarea de față ne vom referi la sistemele KNX care utilizează ca mediu de transmisie cablul de magistrală.

Cablurile utilizate la realizarea magistralelor pentru transmiterea telegramelor sunt de tipul „Twisted Pair” (TP-1). Pentru exemplificare, în figura 1 sunt prezentate două modele de cablu de magistrală TP-1 fabricate de producătorul italian Gewiss:

- modelul GW90853, având o pereche de conductoare (1x2x0,8 mmp) răsucite, cu izolații rezistente la foc, fără halogeni și cu emisii reduse de fum, având culorile roșu și negru, tensiunea de străpungere 4000V și diametrul exterior al mantalei de 5,2 mm. Perechea de conductoare este utilizată pentru alimentarea cu TFJS de max. 29V a aparatelor și pentru transmisia telegramelor;
- modelul GW90852, având două perechi de conductoare (2x2x0,8 mmp) răsucite, cu izolații rezistente la foc, fără halogeni și cu emisii reduse de fum, având culorile perechilor roșu-negru și alb-galben, tensiunea de străpungere 4000V și diametrul exterior al mantalei 6,1 mm. Perechea roșu-negru este utilizată în mod similar cu cablul GW90853, în vreme ce perechea alb-galben poate fi utilizată pentru servicii auxiliare de alimentare cu TFJS de max. 29V.

Cablurile de magistrală KNX pot fi instalate împreună cu cablurile de alimentare de 230 V, în același sistem de pozare (tub de protecție, canal de cablu, jgheab, etc.), atâta timp cât mantaua lor exterioară rămâne intactă. La

montajul în dozele comune, este necesară o distanțare de minimum 4 mm între conductoarele cablului de magistrală KNX și cablul sau conductoarele rețelei de 230 V (figura 2). În acest fel sunt eliminate interferențele electromagnetice care pot să apară la nivelul dozei, întrucât cablul de magistrală KNX dispune, prin construcția sa, de o imunitate ridicată față de interferențele electromagnetice.

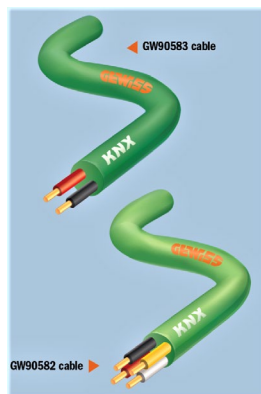


Fig. 1. Prezentarea schematică a cablurilor de magistrală KNX

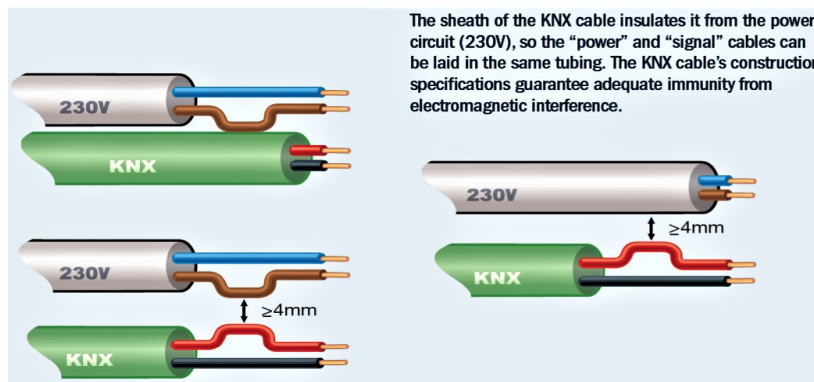


Fig. 2. Instalarea alăturată a cablurilor de magistrală KNX și a cablurilor de rețea

5. Topologia sistemului

La utilizarea cablului de magistrală ca mediu de transmisie, sistemul KNX are o structură ierarhică constituită din linii și arii.

a) Linia

Linia este cea mai mică unitate a instalației. Linia poate fi alcătuită din maximum 4 segmente de linie, fiecare cu până la 64 de aparate (figura 3). Numărul efectiv de aparate dintr-o linie este dependent de sursa de alimentare selectată și de consumul de putere al aparatelor individuale.

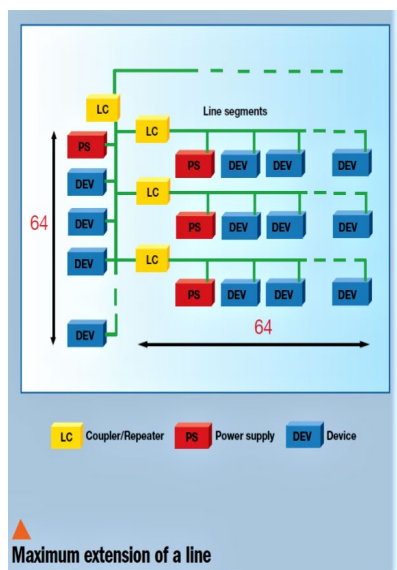


Fig. 3. Extensia maximă a unei linii

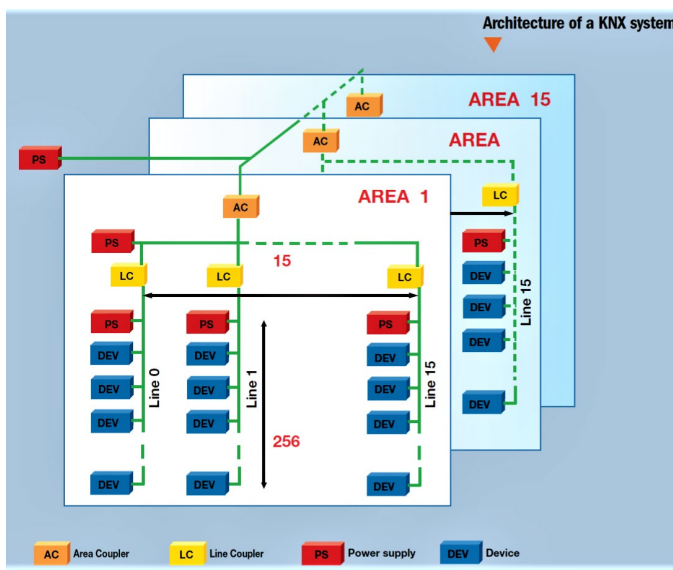


Fig. 4. Arhitectura ariilor unui sistem KNX

b) Aria

Dacă se utilizează mai mult de o linie, maximum 15 linii pot fi conectate la o linie principală prin intermediul cuploarelor de linie și combinate într-o arie. Pe o linie principală se pot afla maximum 64 de aparate, din care se scade numărul de cuploare de linie utilizate. În acest fel, într-o instalație cu un număr de maximum 15 arii pot fi interconectate 57600 de aparate.

6. Tehnologia de transmisie

Schimbul de informații între aparatele de magistrală individuale ale instalației KNX (cum ar fi comutarea comenzilor și/sau a semnalelor) se realizează prin intermediul telegramelor. Informațiile sunt transferate simetric prin cablul de magistrală. Rata de transmisie este de 9600 bps, iar durata medie de transmisie pentru trimiterea și confirmarea unei telegramme este de aprox. 25 ms.

Telegrama constă din informații specifice magistralei, din informații prin care se transmite evenimentul (de exemplu, apăsarea unui buton) și din informații de test pentru detecția erorilor de transmisie.

7. Sursele de alimentare

Sistemul KNX este alimentat cu tensiune foarte joasă de securitate (TFJS), având valoarea de maximum 29 V. În acest fel, magistrala este izolată față de rețeaua de distribuție de 230 V și, pe cale de consecință, utilizatorul poate atinge în siguranță conductoarele magistralei. Sursele de alimentare îndeplinesc cerințele din EN50090, sunt limitate în curent pe partea de magistrală și rezistente la scurtcircuit.

8. Configurarea sistemului

Standardul KNX oferă două moduri de configurare: E (Easy) și S (System). Fiecare mod are proprietăți specifice în funcție de: aria funcțională de utilizare, configurabilitate, punere în funcție, grup țintă.

a) Modul E KNX (modul Easy)

Configurarea în modul E se realizează fie prin intermediul unui controler central, fie al unor selectoare rotative sau al tastelor de pe panoul frontal al aparatelor KNX. Dacă controlerul dispune de funcționalități suplimentare (de exemplu, scene de lumină sau operații logice), acesta este menținut în instalație, în caz contrar putând fi eliminat după punerea în funcție a instalației. Aparatele compatibile Easy prezintă funcționalități limitate și sunt concepute pentru instalații de dimensiuni mici și medii. Pentru configurarea lor nu este necesar un soft, ci doar cunoștințe de bază pentru configurare și punere în funcție care, de regulă, se regăsesc în documentațiile care însoțesc aparatele.

b) Modul S KNX (modul System)

Configurarea și punerea în funcție a unei instalații KNX în modul S necesită un PC pe care se află instalat softul realizat pe baza standardului KNX, numit ETS, precum și cunoștințe avansate de utilizare din partea programatorului. Acest tip de configurare acoperă întreaga arie de instalații KNX, de la cele mai simple și până la cele mai complexe, din clădiri mari și cu funcționalități extinse. Modul S este cel în care funcționalitățile sistemului KNX pot fi utilizate la maximum.

c) Software-ul ETS

ETS reprezintă abrevierea de la „Engineering Tool Software”. Acest software poate fi achiziționat exclusiv din KNX online shop și este disponibil în trei variante: Demo, Lite și Professional.

- **ETS Demo.** Versiunea Demo include toate funcțiile ETS Professional, dar numărul de aparate dintr-un proiect individual este limitat la 3. Versiunea Demo este singura care poate fi achiziționată gratuit.
- **ETS Lite.** Versiunea Lite include, de asemenea, toate funcțiile ETS Professional, dar numărul de aparate dintr-un proiect individual este limitat la 20.
- **ETS Professional.** ETS Professional este varianta de vârf a software-ului ETS și include toate funcțiile pe care le pot realiza aparatele KNX, inclusiv pe cele din domenii de utilizare specifice. Complexitatea software-ului este atât de vastă, încât chiar și o simplă enumerare a funcțiilor și caracteristicilor acestuia ar fi imposibil de realizat în cuprinsul acestei lucrări. Platforma de e-Learning KNX- „e-Campus”, accesibilă prin intermediul KNX Online-Shop (onlineshop.knx.org), permite cunoașterea interactivă a tuturor funcțiilor ETS Professional și modalitatea de utilizare a instrumentului.

În cele ce urmează vom ilustra câteva detalii din procesul de configurare, cu ajutorul ETS Professional, a instalației electrice în sistem KNX dintr-un apartament.

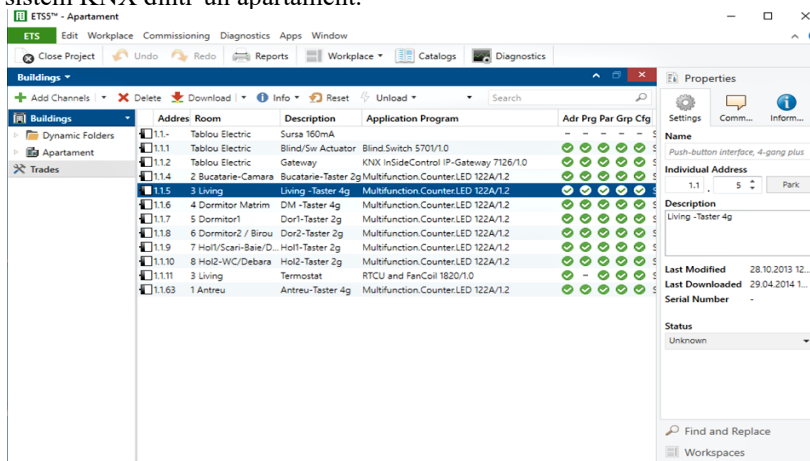


Fig. 4. Configurarea elementului de comandă a jaluzelelor din living

Astfel, în figura 4 este prezentată secvența de configurare a elementului de tip push-button („Living-Taster 4g”, la adresa 1.1.5), pentru comanda jaluzelelor din living, iar în figura 5 schema electrică a circuitului pentru acționarea sus-jos a jaluzelelor. Această schemă cuprinde următoarele elemente:

1. comutator;
2. interfață cu max. 4 canale;
3. actuator;
4. motor pentru jaluzea.
- Power supply- sursă de alimentare TFJS;

- KNX bus- magistrală de date.

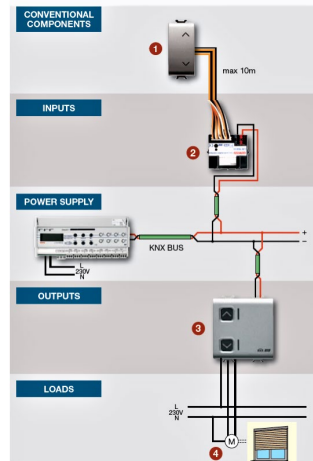


Fig. 5. Comanda prin buton a unei jaluzele

9. Concluzii

KNX este un standard complet care este utilizat pentru toate funcțiile/aplicațiile posibile în controlul casei și clădirii: iluminat, storuri, securitate, încălzire, ventilație, aer condiționat, monitorizare, controlul apei, managementul energiei, contorizare, inclusiv controlul aparateelor electrocasnice, audio și multe altele.

Consumul conștient de energie ne asigură viitorul și face casa mai economică. KNX este cu un pas înainte. Jaluzelele, storurile, termostatele, valvele de încălzire, senzorii de geam și senzorii de lumină pot comunica unii cu ceilalți prin KNX. Dispunerea inteligentă în rețea reduce automat consumul de energie și căldură, fiind un beneficiu major pentru utilizatorii oricăror clădiri.

Bibliografie:

1. KNX association- Manual pentru controlul caselor și al clădirilor. Principiile de bază, Association for the German Electrical and Information Technology Trade Frankfurt am Main, Ediția a-6-a în limba română, 2016;
2. Gewiss- Illustrated Manual for Home Automation, 2010.

UTILIZAREA BILANȚULUI ELECTROENERGETIC CA UNEALTĂ PENTRU VALIDAREA SOLUȚIILOR DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A EFICIENȚEI INSTALAȚIILOR ELECTRICE INTERIOARE

Autori: Ioan SIMA¹, Asami LIȘU²
simaioan@yahoo.com, asami.lisu@yahoo.com

Coordonator: Asist. univ. drd.ing. **Florin MUREȘAN-GRECU**³

¹ *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Inginerie Energetică, anul III*

² *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Inginerie Energetică, anul III*

³ *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Energetică*

Rezumat

Modernizarea și reconfigurarea spațiilor comerciale interioare ale unei hale agroalimentare, având drept scop alinierea la normele europene, creșterea numărului de comercianți și o mai bună sectorizare a halei, au condus și la o creștere continuă a consumurilor de energie electrică. Pentru a stopa această creștere și pentru a duce dinamica consumului de energie electrică pe o pantă descendentă, în ultimii ani au fost puse în aplicare o serie de măsuri organizatorice și tehnice care au condus la reducerea consumurilor proprii de energie electrică cu cca. 74%.

Cuvinte cheie

Putere instalată, coeficient de cerere, coeficient de simultaneitate, bilanț electroenergetic

1. Introducere

Elaborarea și analiza bilanțurilor electroenergetice constituie o metodă științifică pentru aprecierea eficienței energo-economice a proceselor tehnologice, în scopul îmbunătățirii randamentelor utilajelor consumatoare de energie, al ridicării nivelului tehnic-economic al exploatării acestora și al perfecționării schemelor de alimentare cu energie a operatorilor economici. Se pot întocmi bilanțuri pentru instalațiile industriale, pentru instalațiile de iluminat sau pentru instalațiile clădirilor administrative și rezidențiale.

Unul din criteriile de diferențiere a diferitelor bilanțuri îl constituie volumul de instalații la care se referă. În acest sens se definește noțiunea de contur al bilanțului, care constă din suprafața convențională ce cuprinde limitele instalațiilor față de care se consideră intrările, respectiv ieșirile de energie.

În cadrul bilanțurilor electroenergetice, minimul de mărimi care se măsoară constă din energiile active, energiile reactive și tensiunile în anumite puncte.

Dacă bilanțurile se întocmesc pentru o zi, variația mărimilor poate fi urmărită orar, adică se pot citi contoarele și tensiunile după fiecare oră. În acest fel determinând puterile medii, se pot trasa curbele de sarcină activă și reactivă pentru fiecare zi stabilită să se facă măsurătorile. Cu aceste curbe se pot stabili o serie de mărimi și indicatori utili ca: puterile maxime, minime, medii, factor de putere, duratele de utilizare a puterilor maxime.

2. Prezentarea halei agroalimentare

Hala agroalimentară care face obiectul studiului nostru cuprinde:

- birourile administrației și grupul sanitar;
- două baterii de boxe pentru comercializarea cărnii, brânzeturilor, lactatelor și mierii, situate la parterul halei;
- două baterii de chioșcuri pentru comercializarea produselor non-alimentare, situate la mezanin;
- o platformă cu tonete pentru vânzarea produselor agricole, la parter.

La demisolul halei agroalimentare de pe latura nordică se găsesc un atelier de întreținere și un punct sezonier pentru sacrificarea animalelor mici, care este utilizat doar în perioada sărbătorilor pascale. Toate aceste spații menționate au o suprafață desfășurată de cca. 1800 m².

În cele ce urmează vom prezenta și analiza demersurile întreprinse pentru eficientizarea consumurilor de energie electrică în cadrul halei agroalimentare.

3. Situația preexistentă

Între anii 2010-2020, consumurile de energie electrică ale halei agroalimentare au marcat o creștere semnificativă comparativ cu perioada anterioară anului 2010, creștere care a avut drept cauze principale apariția unor noi puncte de consum (bateriile de boxe construite în interiorul halei, extinderea birourilor Administrației, reconfigurarea iluminatului).

Pe lângă receptoarele electrice necesare desfășurării activităților de comerț în boxe (în principal echipamente frigorifice), birourile Administrației erau încălzite pe timpul iernii cu calorifere și convectoare electrice. S-a ajuns astfel ca, în lunile de iarnă, consumurile zilnice de energie electrică să ajungă la valori de 3-400 kWh și facturile de energie electrică să reprezinte cca. 20-25% din totalul cheltuielilor operatorului economic.

La nivelul anului 2020, puterile active instalate ale instalațiilor conectate în blocul cu măsură și protecție trifazat (BMP-T) al Halei agroalimentare au fost cele din tabelul 1. În același tabel se prezintă și situația actuală, după implementarea măsurilor detaliate în subcapitolul 4.

Întrucât nu sunt consemnate date din acea perioadă referitoare la regimul de funcționare al receptoarelor electrice și nu se pot determina coeficienții de simultaneitate și de cerere ai acestora, nu putem ști cu precizie care a fost puterea medie absorbită instantaneu, dar dacă avem în vedere că puterea aparentă maximă absorbită instantaneu aprobată prin contract este de 30 kVA, putem presupune că această putere nu a fost depășită în nici un moment, dat fiind că nu s-a semnalat nicio deconectare a protecțiilor la suprasarcini de durată din firida generală sau din postul trafo.

Totodată, nu sunt cunoscute valorile factorului de putere ($\cos\phi$), neputându-se estima consumul de energie reactivă inductivă și nici dacă acesta a fost sau nu facturat.

Tabelul 1. *Comparație între puterile active instalate ale instalațiilor conectate la BMP-T în hala agroalimentară în anii 2020, respectiv 2025*

Nr. crt.	Instalația electrică	Puterea activă instalată [kW]	
		2020	2025
1	Instalații de iluminat general la spațiile comune și căile de circulație din hala agroalimentară	3,5	1,5
2	Instalații electrice pentru iluminat și prize în 28 de boxe destinate producătorilor particulari	28	6
3	Instalații electrice pentru iluminat și prize în spațiile administrative și cu altă destinație în afara desfășurării activităților de comerț (birourile Administrației, atelier de întreținere, grup sanitar, punct de sacrificare animale mici)	21,6	11,6
TOTAL PUTERE ACTIVĂ INSTALATĂ		53,1	13,7

4. Măsurile de eficientizare a consumurilor de energie electrică

În contextul situației prezentate și dat fiind faptul că prețul energiei electrice a crescut continuu, s-a impus din ce în ce mai mult necesitatea găsirii unor soluții eficiente pentru reducerea consumului de energie electrică. Prima dintre ele a fost pusă în aplicare în prima parte a anului 2021, prin achiziționarea și montarea unui sistem de încălzire cu gaze naturale centralizat pentru zona birourilor administrației și a grupului sanitar. În acest fel, puterea activă instalată totală a scăzut cu cca. 10 kW.

În vara anului 2021, un număr de 22 de boxe pentru producătorii particulari, din totalul de 28, au fost debransate de la coloana electrică colectivă trifazată conectată în instalația electrică proprie a halei și au fost bransate direct în rețeaua operatorului de distribuție Enel, prin coloane electrice individuale, contorizate individual. În acest fel, utilizatorii boxelor plătesc cantitatea de energie electrică pe care o consumă, iar puterea activă instalată totală a mai scăzut cu încă 22 kW.

În anul 2022, toate corpurile de iluminat de pe căile comune de circulație, precum și cele de la birourile Administrației, grupul sanitar, atelierul de întreținere și punctul de sacrificare animale mici au fost convertite la tehnologie LED. Aceasta s-a făcut prin înlocuirea directă a becurilor cu incandescență cu corpuri LED de tip bec, a tuburilor fluorescente cu tuburi LED, sau prin înlocuirea corpurilor clasice de iluminat cu aplice și/sau proiectoare LED. În acest fel, puterea activă instalată totală a mai scăzut cu cca. 2 kW, ajungând la 13,7 kW.

Ultima măsură întreprinsă în vederea reducerii consumurilor de energie electrică a fost implementată în toamna anului 2024 și a vizat reducerea coeficientului de cerere în alimentarea cu energie electrică a iluminatului. Astfel, s-a renunțat la comanda manuală a liniilor de lămpi montate pe căile de circulație comune și s-a implementat un sistem de comandă automată prin intermediul unui întrerupător orar și a unui întrerupător crepuscular. În acest fel, aprinderea și stingerea liniilor de lămpi se fac în baza unui algoritm bazat pe o combinație dintre nivelul de iluminare naturală exterioară și orarul de funcționare al halei agroalimentare, în mod independent de factorul uman.

5. Rezultate obținute. Întocmirea bilanțurilor energetice

După cum se poate observa din sinteza datelor prezentate în tabelul 1, măsurile implementate și menționate mai sus au dus la o scădere cu cca. 74% a puterii active instalate totale pe bransamentul trifazat al halei agroalimentare. Pentru a avea o confirmare suplimentară a eficacității acestor măsuri, am vrut să vedem dacă și eficiența utilizării energiei electrice s-a îmbunătățit o dată cu scăderea consumului. Pentru aceasta, a fost necesară întocmirea unui bilanț electroenergetic.

Conturul detaliat al bilanțului a cuprins următoarele instalații electrice¹:

- Instalația electrică pentru iluminat și prize de utilizare generală din birourile Administrației;
- Instalația electrică pentru iluminat și prize pentru frigidere, cântare și case de marcat din boxele de comercializare lactate, brânzeturi și miere destinate producătorilor agricoli;
- Instalație electrică pentru iluminat și prize de utilizare generală din atelierul de întreținere;
- Instalație electrică pentru iluminat general pe căile de circulație din hala agroalimentară;
- Instalație electrică pentru iluminat la grupul sanitar al halei;
- Instalație electrică pentru iluminat de securitate de evacuare, cu luminoblocuri alimentate prin baterii locale.

Receptoarele consumatoare de energie electrică constau din: aparatură electronică (birotică-calculatoare PC și imprimante- case de marcat, cântare electronice), diverse scule electrice, aparate electrice pentru încălzire și frigorigice, corpuri de iluminat LED.

Alimentarea cu energie electrică se face din postul trafo aparținând distribuitorului zonal PPC, prin coloană electrică trifazată cu lungimea de cca. 15 m, executată cu cablu ACYABY 3x50+25 mm², pozată aparent pe elementele structurale incombustibile (pereți din beton armat și cărămidă) ale halei agroalimentare. Puterea instalată aprobată prin avizul tehnic de racordare pentru locul de consum este $P_i = 30 \text{ kW}$. Măsurarea energiei consumate se face în punctul de branșament prin intermediul unui contor electronic trifazat de tipul **CST 0410L D** (figura 1,a), care permite citirea succesivă a trei cadrane:

- Puterea instalată P_i ;
- Energia activă totală E_a ;
- Energia reactivă totală E_r .



Fig. 1. Aparatele de măsură utilizate:

a) contor digital CST 0410 LD; b) multimetru BENNING MM 1-1; c) clampmetru UNI-T Ut202a

În afară de aceste mărimi măsurate direct de către contor, pentru întocmirea bilanțului mai sunt necesare măsurarea tensiunii de linie U_l și determinarea curentului mediu absorbit instantaneu (curentul cerut) I_c în punctul de branșament. Pentru măsurări am utilizat un multimetru digital tip **BENNING MM1-1** precum și un clește ampermetric digital **UNI-T Ut 202a**.

Bilanțul electroenergetic s-a întocmit pentru intervalul orar 7-19, care corespunde cu programul de lucru cu publicul al halei agroalimentare. Culegerea datelor a fost efectuată în data de **15.02.2025** la fiecare oră din intervalul orar ante-menționat. Am măsurat: energia activă totală, energia reactivă totală și tensiunea de linie. Timpul de funcționare a instalației l-am considerat a fi $T_f = 1 \text{ h}$.

Pe baza acestor măsurători, am determinat următoarele date pentru fiecare oră în parte:

Consumul orar de energie activă ΔE_a = diferența dintre două citiri consecutive ale indexului energiei active totale;

Consumul orar de energie reactivă ΔE_r = diferența dintre două citiri consecutive ale indexului energiei reactive totale;

Factorul de putere orar $\cos\phi$:

$$\cos\phi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\Delta E_r}{\Delta E_a}\right)^2}} \quad (3.1)$$

Puterea absorbită instantaneu (cerută) P_c :

$$P_c = \frac{\Delta E_a}{T_f} \quad (3.2)$$

Coeficientul de cerere K_c :

$$K_c = \frac{P_c}{P_i} \quad (3.3)$$

Curentul absorbit instantaneu (curentul cerut) I_c :

¹ Nu a fost inclusă în contur instalația electrică pentru iluminat și prize de utilizare generală din punctul de sacrificare a animalelor mici, întrucât acesta funcționează doar în perioada sărbătorilor pascale.

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3}U_l \cos\varphi} \quad (3.4)$$

Tabelul 2. Datele necesare întocmirii bilanțului electroenergetic, obținute prin măsurători și calcule în data de 15.02.2014

Ora	Tensiune de linie U _l [V]	Energie activă totală E _a [kWh]	Consum orar de energie activă ΔE _a [kWh]	Energie reactivă totală E _r [kVAR]	Consum orar de energie reactivă ΔE _r [kVAR]	Putere cerută P _c [kW]	Curent cerut I _c [A]	Coeficient de cerere K _c	Factor de putere cosφ
7	422	647767	-	62353,98	-	-	-	-	-
8	423	647777	10	62357,98	4	10	14,70	0,33	0,93
9	421	647788	11	62362,36	4,38	11	16,24	0,37	0,93
10	423	647798	10	62366,34	3,98	10	14,70	0,33	0,93
11	424	647808	10	62370,32	3,98	10	14,66	0,33	0,93
12	419	647811	3	62371,52	1,52	3	4,45	0,1	0,93
13	422	647823	12	62376,29	4,77	12	17,67	0,4	0,93
14	420	647827	4	62377,88	1,59	4	5,92	0,13	0,93
15	423	647835	8	62381,07	3,19	8	11,76	0,27	0,93
16	424	647839	4	62382,66	1,59	4	5,86	0,13	0,93
17	422	647841	2	62383,45	0,79	2	2,95	0,07	0,93
18	425	647843	2	62384,24	0,79	2	2,92	0,07	0,93
19	420	647845	2	62384,03	0,79	2	2,96	0,07	0,93

Determinarea cât mai exactă a factorului de putere este foarte importantă, întrucât furnizează abonatului informații cu privire la o eventuală necesitate a instalării de echipamente pentru compensarea pierderilor de energie reactivă inductivă. După cum se știe, prin Ordinul A.N.R.E. nr. 76/2016, intrat în vigoare la data de 1.01.2017, s-a stabilit o nouă valoare de referință a factorului de putere neutral (redenumit acum „**factor de putere limită**”), aceasta scăzând de la valoarea **0.92** la **0.9**. Această valoare reprezintă limita inferioară a factorului de putere de la care începe taxarea consumului de putere reactivă inductivă pentru consumatorii non-casnici.

Datele obținute prin măsurători și calcule au fost sintetizate în tabelul 2.

Pe baza datelor sintetizate, am întocmit o serie de curbe de sarcină care ilustrează variațiile consumurilor de energie activă (figura 2) și reactivă (figura 3), dar și evoluția coeficientului de cerere pe parcursul unui schimb (figura 4).

Analizând cele trei grafice, se poate observa că formele lor sunt aproape identice. Acest aspect se datorează faptului că factorul de putere s-a menținut constant pe întreaga durată a schimbului de lucru. Totodată, coeficientul de cerere, deși a înregistrat variații mari pe parcursul întregului schimb, a atins, la ora 13, o valoare maximă de doar 0,4 (adică 40% din valoarea puterii instalate a bransamentului).

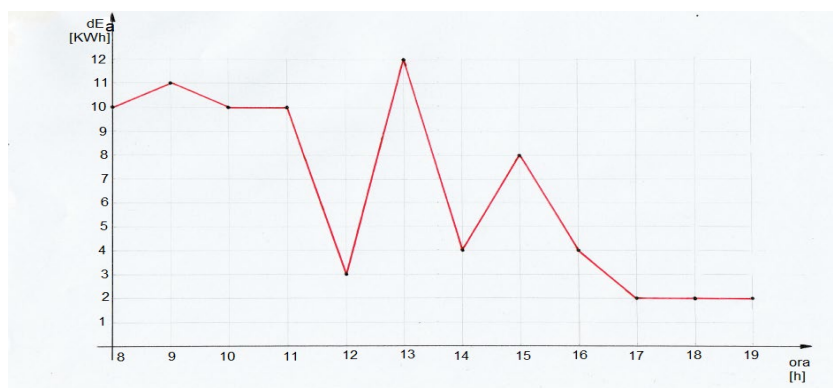


Fig. 2. Graficul de variație a consumului de energie activă pe durata programului de lucru al halei agroalimentare

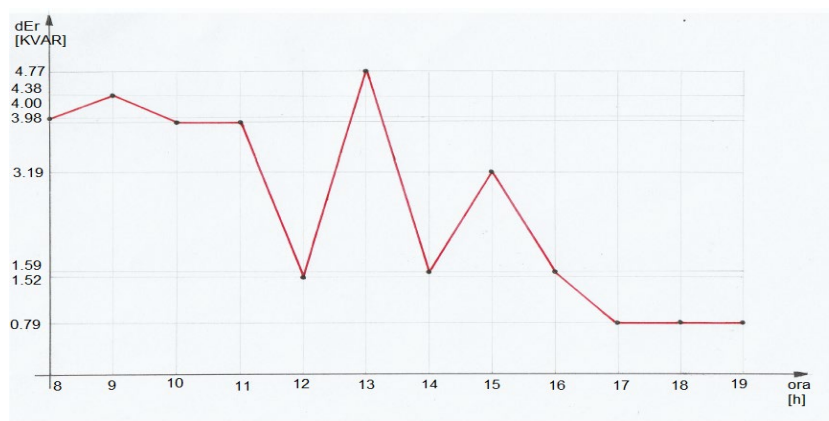


Fig. 3. Graficul de variație a consumului de energie reactivă pe durata programului de lucru al halei agroalimentare

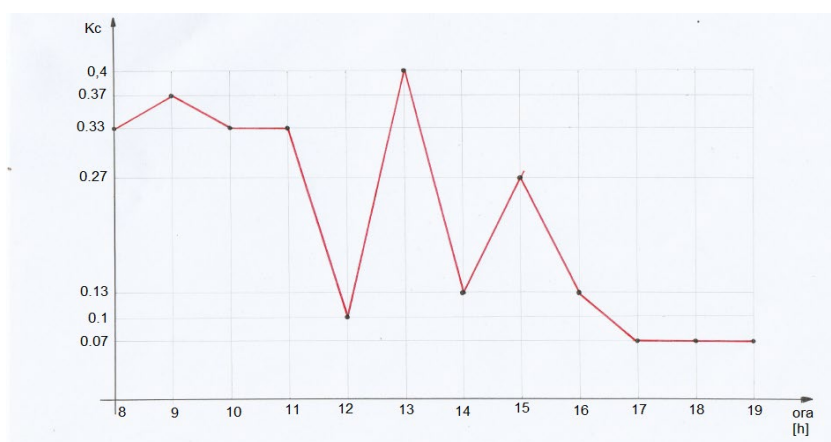


Fig. 4. Graficul de variație a coeficientului de cerere pe durata programului de lucru al halei agroalimentare

6. Concluzii

Datele colectate în decursul operațiunilor preliminare întocmirii bilanțului energetic arată fără echivoc că toate măsurile luate în anii anteriori cu privire la reducerea consumurilor de energie electrică și la optimizarea funcționării instalațiilor electrice din hala agroalimentară și-au atins scopul, ducând la:

- ridicarea valorii factorului de putere la 0.93, care este superioară factorului de putere limită de 0.9. În acest fel, puterea reactivă nu se facturează, fapt care înseamnă o economie importantă în cheltuielile cu utilitățile ale operatorului economic, în special în contextul actual al creșterii uriașe a costurilor energiei electrice;
- scăderea accentuată a puterii absorbite instantaneu (puterea cerută) pe toate palierele orare de funcționare a instalațiilor electrice. Astfel, cea mai mare valoare a coeficientului de cerere a fost de doar 0.4. Datorită acestui fapt, s-a ajuns în situația în care nu este nevoie de întreprinderea niciunui fel de măsuri suplimentare referitoare la mutarea unor consumuri dintr-un anumit interval orar într-un alt interval în care consumurile sunt mai mici;
- eliminarea completă a posibilității de supraîncărcare a instalațiilor electrice, cu efecte benefice asupra stării tehnice a circuitelor, dar și asupra securității utilizatorilor instalațiilor electrice.
- Putem concluziona, așadar, că instalațiile electrice interioare din hala agroalimentară care a făcut obiectul lucrării de față sunt eficiente și sigure în exploatare.

Bibliografie:

1. Handra A. D., Popescu F. G., Pasculescu D. - *Utilizarea energiei electrice*, Ed. Universitas, Petroșani, 2020
2. Pasculescu D., Padure A. - *Instalații electrice*, Ed. Universitas, Petroșani, 2010
3. Grigoraș Gh. - *Optimizări în sistemele energetice. Aplicații practice*, <http://www.gheorghe-grigoras.ieeia.tuiasi.ro/SDOE/indrumar.pdf> (accesat în data de 9.05.2021)
4. <https://www.scrigroup.com/tehnologie/electronica-electricitate/BILANTURI-ELECTROENERGETICE15963.php> (accesat în data de 6.05.2025)
5. <https://www.scribd.com/document/407117055/4-Bilanturi-electroenergetice> (accesat în data de 6.05.2025)
6. www.anre.ro (accesat în data de 10.04.2025)
7. <https://www.yumpu.com/ro/document/read/16104628/ghidul-de-elaborare-si-analiza-a-bilanturilor-energetice-publicat-in-> (accesat în data de 5.05.2025)