



## POWER SYSTEM FOR SHORT-TERM PROGNOSIS FOR ELIGIBLE CONSUMERS OF ELECTRICITY

**Radu Dumitru PENTIUC, Ovidiu-Chipryan UNGUREAN, Adryan GRAUR,  
Cezar-Dumitru POPA**

Faculty of Electrical Engineering and Computer Science,  
University "Ștefan cel Mare", Suceava, România

**Abstract** – *The eligible consumer which has several subsidiaries into the limits a geographical area, has also attached on his address a responsible officer in energy, representative of the company, on duty to coordinate a local team of responsible in energy engaged in a production unities of the subsidiary, in order to prepare and send daily hour characteristics/curves to his supplier containig the prognosis of consumption of electric energy. It follows a description of the alternative to the classical method of sending the records via E-mail by means of implemented special software application.*

**Keywords** – *eligible consumer, centralized market, prognosis of energy.*

## SISTEM ENERGETIC DE PROGNOZĂ PE TERMEN SCURT PENTRU CONSUMATORI ELECTRICI ELIGIBILI

**Radu Dumitru PENTIUC, Ovidiu-Ciprian UNGUREAN, Adrian GRAUR,  
Cezar-Dumitru POPA**

Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor,  
Universitatea "Ștefan cel Mare", Suceava, România

**Rezumat** – *Consumatorul eligibil de energie electrică, care are mai multe sucursale distribuite pe o arie geografică, are cel mai adesea și un responsabil energetic al companiei cu sarcina de a coordona o echipă de responsabili energetici locali aflați în unitățile de producție ale sucursalelor, pentru a întocmi și transmite zilnic curbe orare agregate de prognoză și consum către furnizorul său de energie electrică. În cele ce urmează vom prezenta o alternativă la metoda clasică de trimitere a rapoartelor prin intermediul emailului prin implementarea unei aplicații software dedicate.*

**Cuvinte cheie** – *consumator eligibil, piața centralizată, prognoza energiei.*

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИЕМЛЕМЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

**Пентюк Р.Д., Унгурян О.Ч., Граур Ан., Попа Ч.Д.**  
Факультет Электро Инженерии и Компьютерных Наук,  
Университет "Штефан чел Маре", Сучава, Румыния

**Реферат** – *Приемлемый потребитель, имеющий несколько филиалов на определенной географической территории, имеет чаще всего закрепленное ответственное лицо со стороны компании, отвечающее за координирование действия группы специалистов энергетиков, представляющих производственные единицы данных филиалов. Данный персонал ежедневно составляет и высылает почасовые кривые потребления и прогноза в адрес поставщика электроэнергии. В работе представлена альтернатива классической методики отправления отчётов посредством электронной почты внедрением специального программного приложения.*

**Ключевые слова** – *приемлемый потребитель, централизованный рынок, прогнозирование в энергетике.*

### 1. PREZENTARE GENERALĂ

În cele ce urmează vom prezenta un sistem informatic dedicat ce permite facilitarea prognozei consumului de energie al unui consumator eligibil (CE) cu locații de producție distribuite geografic numite în continuare sucursale. CE are în fiecare sucursală una sau mai multe unități/ateliere de producție dotate cu sisteme de telegestiune a energiei electrice unde datele înregistrate de

contoare pot fi citite și prelucrate de responsabili energetici locali (RL) pentru urmărirea diverșilor indicatori de eficiență energetică. Pentru fiecare sucursală, RL întocmesc prognoze orare zilnice în funcție de programul de funcționare a utilajelor stabilit de necesitățile de producție. RL sunt coordonați de la sediul central de un responsabil energetic al companiei (RC) care trebuie să transmită către furnizor/operatorul de distribuție/operatorul de transport, curbele agregate de

consum și prognoză orară zilnică. Consumurile orare zilnice sunt comparate cu prognozele orare zilnice. Scopul principal este acela de a minimiza deviațiile, de reducere a prețului de revenire la energia electrică.

Legea energiei a fost promulgată în 2007 și are ca scop crearea unui cadru juridic reglementat și adecvat activităților de producere, transport, distribuție și furnizare a energiei electrice, a energiei termice produse în cogenerare, ținând cont de interesele publice și private, conform principiilor economiei de piață.

Autoritatea competentă stabilește prețurile și cantitățile contractate, aferente tranzacțiilor angro dintre producători și furnizorii clienților captivi, pe piața reglementată de energie electrică, iar furnizarea energiei electrice la clienții captivi se face pe bază de contracte reglementate, la tarife reglementate.

Piața concurențială de energie electrică funcționează pe baza reglementărilor emise de autoritatea competentă iar tranzacțiile cu energie electrică se fac angro sau cu amănuntul. Tranzacțiile cu energie electrică pe piața angro trebuie să respecte obligatoriu principiile și regulile stabilite prin Codul Comercial aprobat prin Ordinul președintelui ANRE nr. 25/2004. Pe piața concurențială cu amănuntul, furnizorii vând energie electrică clienților eligibili prin contracte bilaterale la prețuri negociate sau prin oferte-tip.

Consumatorul de energie electrică (CE) cu o putere instalată de cel puțin 1000 kVA trebuie să prezinte prognoze orare de energie furnizorului cu care are relații contractuale, conform reglementărilor emise de autoritatea competentă.

Înregistrarea la Operatorul Pieței de Echilibrare din cadrul companiei naționale de transport CN Transelectrica SA este obligatorie pentru fiecare participant la piața angro. Prin Ordinul președintelui ANRE nr.25/2004, prevederile Codului Comercial al pieței angro de energie electrică participanții pot de asemenea să își transfere responsabilitatea echilibrării către un alt titular de licență înregistrat ca Parte Responsabilă cu Echilibrarea PRE. Modalitatea de alocare a costurilor generate de Dezechilibrele totale (nete) ale unei Părți Responsabile cu Echilibrarea va fi stabilită de comun acord între entitățile care formează respectiva PRE.

Costurile cu dezechilibre contribuie la creșterea prețului de revenire la consumator, motiv pentru care consumatorul de energie electrică trebuie să aibă un sistem adecvat de monitorizare a consumurilor orare de energie electrică și o bună cunoaștere a fluxului tehnologic din cadrul companiei.

## 2. PREZENTAREA PROBLEMATICII

### 2.1. Prezentarea metodei de lucru anterioare

În funcție de programul de funcționare al utilajelor responsabilul energetic local (RL) al fiecărei unități de consum, are ca sarcină întocmirea prognozelor orare zilnice de energie electrică. Fișierele Excel folosite conțineau sub formă matricială  $[n \times 24]$ , lista principalelor utilaje cu puterea medie absorbită pe linii, iar ca și coloane, intervalele orare  $1 \div 24$ . Pentru a marca starea de funcționare a unui utilaj, se atribuia cifra 1 și cifra 0 pentru starea de nefuncționare, astfel încât energia medie orară pentru locațiile de consum se obținea prin însumarea

energiilor medii orare ale utilajelor pornite.

Pornind de la premiza că o companie deține un număr de  $m$  sucursale sau unități de producție, iar fiecare sucursală  $k$ , are câte un număr de  $n_k$  echipamente atunci energia electrică orară este:

$$P_k = \left\| p_1^k \quad p_2^k \quad \dots \quad p_{n_k}^k \right\| \quad (1)$$

în care  $p_i^k$  este consumul energiei electrice exprimat în kW/h. În calculul energiei electrice consumate de către fiecare sucursală se presupune că echipamentele sunt în starea ON sau OFF câte o oră. În matricea

$$T_k = \left\| \begin{array}{cccc} t_{1,1}^k & t_{1,2}^k & \dots & t_{1,24}^k \\ t_{2,1}^k & t_{2,2}^k & \dots & t_{2,24}^k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n_k,1}^k & t_{n_k,2}^k & \dots & t_{n_k,24}^k \end{array} \right\| \quad (2)$$

notăm cu  $t_{ij}^k \in \{0,1\}$  starea echipamentului  $i$  de la locația  $k$ , pentru ora  $j$ . Aceasta poate fi 1 dacă echipamentul  $i$  este programat a fi pornit pentru ora  $j$ , altfel fiind 0.

Energia totală ce urmează a fi consumată în fiecare oră de către sucursala  $k$ , fiind exprimată prin produsul matricial.

$$W_k = P_k \times T_k \quad (3)$$

iar rezultatul obținut va fi sub forma matricii:

$$W_k = \left\| w_1^k \quad w_2^k \quad \dots \quad w_{24}^k \right\| \quad (4)$$

în care,  $w_h^k$  este energia electrică consumată de toate echipamentele unității de producție  $k$  pentru fiecare interval orar al unei zile. Sub o astfel de formă, fiecare RL trebuie să trimită consumul și prognoza energiei electrice către RC. La nivelul RC, toate matricile urmează a fi însumate și trimise către furnizorul de electricitate sau valorificate pentru analize ulterioare în interiorul companiei.

$$W = \sum_{k=1}^m W_k \quad (5)$$

Prognozele orare pentru următoarele două zile precum și consumul măsurat pentru ziua precedentă erau întocmite independent de către fiecare RL pentru fiecare unitate de consum aferentă și transmise către RC în format Excel ca și atașament prin intermediul e-mailului. Până la ora stipulată în contract a fiecărei zile, pe baza rapoartelor primite de la toți responsabilii locali, RC trebuia să efectueze agregarea curbilor de prognoză și consum spre a fi trimise furnizorului de energie. Cu toate că emailul este foarte popular, simplu de folosit și are ca principal avantaj suportul pentru orice fel de format de fișiere atașate, în cazul de față, se evidențiază unele dezavantaje:

- Cu toate că este o muncă de echipă, în care se încearcă minimizarea deviațiilor agregate, responsabilii locali nu puteau avea acces la rapoartele colegilor decât tot printr-o retrimiteri de emailuri;
- Timpul de așteptare pentru accesare, vizualizare a

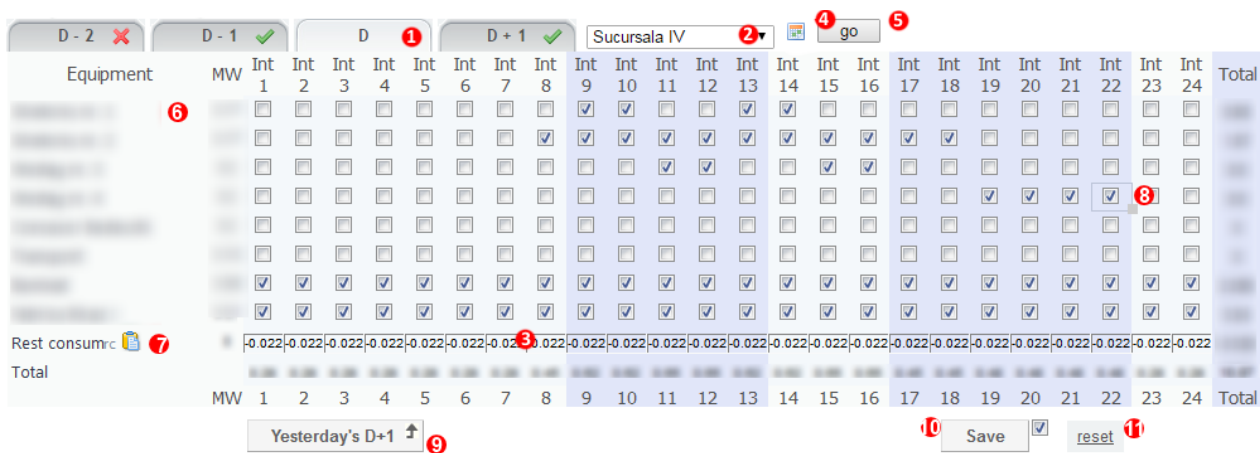


Fig. 1. Panoul de prognoză și consum al energiei electrice pentru o sucursală.

contribuției colegilor era ridicat;

- Muncă redundantă – responsabilul energetic al companiei (RC) trebuia să agreghe rapoartele trimise asincron/secvențial prin email, de la mai multe surse, uneori mai multe versiuni ale aceluiași raport;
- Curbele agregate cu rezultatul cumulat al consumului și prognozelor trebuiau și ele retrimise prin email către responsabilii energetici locali (RL), dar și la nivel superior ierarhic RC;
- În cazul în care stațiile de lucru al unui RL nu puteau avea acces la internet, rapoartele trebuiau trimise telefonic

## 2.2 Prezentarea soluției implementate

Principalele avantaje ale unei aplicații software specializate, ca alternativă la metoda clasică de trimitere a rapoartelor prin intermediul e-mailului constă în: generarea automată a rapoartelor, reducerea timpilor de generare al rapoartelor, modificarea rapoartelor într-un timp optim, agregarea automată a rezultatelor, generarea automată de grafice și analize variate, organizare ierarhică automată a rapoartelor, suport pentru accesul concomitent la resurse, acces personalizat în funcție de tipul utilizatorilor, suport pentru munca în echipă atât la generarea cât și la accesarea sau vizualizarea rapoartelor, securizarea datelor.

Necesitatea de generare și management în timp real al rapoartelor de la o serie de responsabili energetici ai unui consumator de energie electrică cu unități de consum distribuite geografic a impus apariția unui nou mod de lucru.

Aplicația software, propusă și implementată, constă în optimizarea sistemului de transmitere a prognozelor și a consumurilor orare zilnice din unitățile de consum către sediul central și apoi către furnizor, astfel încât:

- să permită obținerea unor abateri cât mai mici a prognozei de la consumul real;
- să reducă timpii de generare al rapoartelor;
- să ofere posibilitatea modificării prognozelor într-un timp optim;
- să ofere posibilitatea de reducere a costurilor cu energia electrică prin respectarea programului de funcționare al utilajelor.

S-a luat în calcul ca accesul la aplicația de prognoză să nu necesite instalarea altor aplicații specializate pe stațiile de lucru ale responsabililor energetici. După autentificare,

fiecare utilizator este direcționat către o pagină de start. Pagina de start, este personalizată în funcție de tipul și drepturile utilizatorului astfel încât dacă utilizatorul este un RL, aceasta nu va avea acces decât la panoul de prognoză pentru unitățile de care este responsabil. Dacă un RL va face completări/modificări/salvări, acestea se vor regăsi imediat în baza de date, iar rapoartele locale și agregate vor fi generate ținând cont de noile modificări. După cum se poate observa și în Fig. 1, aplicația specializată folosește terminologia ANRE conform căreia secțiunile denumite D-2, D-1, D, D+1 reprezintă „consumul pentru ziua precedentă zilei de livrare”, „prognoza de consum pentru ziua următoare zilei de livrare” și „prognoza pentru ziua a doua după ziua de livrare”. Consumul prognozat se calculează automat și în timp real prin bifarea/debifarea unui checkbox sau a unui grup de checkbox-uri, ce reprezintă modul de stare (pornit/oprit) al unui anumit utilaj pentru unul din intervalele orare 1 ÷ 24. Pentru utilajele care au un consum implicit diferit de zero, aplicația oferă posibilitatea ca acestea să facă parte dintr-o categorie specială astfel încât și acest consum să fie regăsit în prognoză. Așadar se oferă posibilitatea de ajustare a prognozei pe unitatea de consum astfel încât prognoza rezultată să fie cât mai aproape de consumul real sau dorit.

- (1) Zilele pentru care se face raportarea sunt marcate conform terminologiei recomandate de ANRE;
- (2) Permite selectarea locației pentru care se dorește a fi făcută prognoza sau consumul;
- (3) Pentru utilajele cu valori în starea OFF diferite de 0, această valoare poate fi specificată în clar de către responsabilul energetic local;
- (4) Schimbarea datei calendaristice de referință. Astfel se pot verifica consumurile și prognozele pentru orice dată anterioară.
- (5) După selectarea datei calendaristice de referință este necesară apăsarea butonului *Go* ca și confirmare că se dorește acest lucru.
- (6) Utilajele și valorile specifice sunt afișate în partea stângă a panelului de control. Un dublu click pe numele sau valoarea utilajului va modifica automat starea acestuia pentru toate intervalele orare. Această funcționalitate permite o mai ușoară introducere a datelor pentru cazurile în care de

exemplu utilajul ar fi în starea ON doar în intervalul 6-24.

- (7) Pentru utilajele de tip „rest consum”, a căror valoare în starea ON variază, aplicația oferă funcționalitate de tip copy/paste. Cel mai adesea, utilizatorii/responsabilii energetici locali copie valorile din Excel și apoi, prin apăsarea butonului Paste datele sunt copiate în panoul de prognoză, respectând formatul folosit de aplicație. De asemenea, pentru utilajele de tip rest consum există posibilitatea de a introduce în mod manual valorile de consum.
- (8) Modificarea stării unui anumit utilaj se face prin selectarea checkboxului corespunzător utilajului și intervalului pentru care se dorește modificarea. Printr-o operațiune de tip drag&drop asemănătoare celei din MS Excel pentru selectări de celule multiple, utilizatorul aplicației noastre poate modifica starea utilajelor. Un dreptunghi în zona dreapta/jos a fiecărui checkbox permite selectarea/modificarea multiplă a mai multor intervale în același timp. Restricția impusă în acest moment, este ca modificările multiple să se poată face doar pentru intervale dar nu și pentru utilaje.
- (9) Pentru că pentru o aceeași locație, prognozele pot fi foarte asemănătoare, existând posibilitatea ca prognoza pentru ziua curentă să fie copiată din prognoza pentru ziua anterioară. Ulterior, prognoza copiată poate fi modificată în funcție de cerințele planului de producție din ziua de lucru respectivă.
- (10) Butonul Save permite salvarea datelor din panoul

de prognoză în baza de date. Dacă starea checkboxului de lângă butonul Save este bifat, atunci prognoza pentru ziua D este salvată și pentru ziua D+1. Astfel se evită necesitatea reintroducerii aceluiași date și pentru ziua D+1, fiind necesară doar modificarea prognozei, dacă este cazul.

- (11) Butonul reset șterge prognozele din baza de date pentru ziua respectivă și reinițializează panoul de prognoză cu valorile implicite.

Valorile și tipul utilajelor, poate fi modificat în orice moment. De asemenea, trebuie specificat faptul că RL nu pot modifica valorile de consum decât pentru utilajele aferente propriilor locații. RL pot introduce consumul măsurat pentru ziua precedentă accesând tabul D-2 din secțiunea Prognoză a aplicației. După cum se poate observa și în figura 2, tabul D-2 conține un X pentru a-i indica responsabilului RC că un anumit RL a salvat datele pentru prognoza zilelor următoare.

În Fig. 2 este prezentată pagina de start pentru RC. În partea dreaptă a paginii se poate observa un grafic pe baza datelor introduse de RL, care este generat dinamic și în timp real, reprezentând curba agregată de consum față de prognoza fermă pentru fiecare interval orar (1 ÷ 24).

În partea superioară a paginii utilizatorul de tip RC are acces la un calendar și graficul de prognoză vs. consum pentru ziua anterioară. În acest grafic sunt reprezentate individual și abaterile locațiilor în valori absolute.

Responsabilul energetic al companiei are ca și pagină de start o pagină asemănătoare cu cea de mai sus.

- (1) Calendarul în care data curentă este selectată implicit

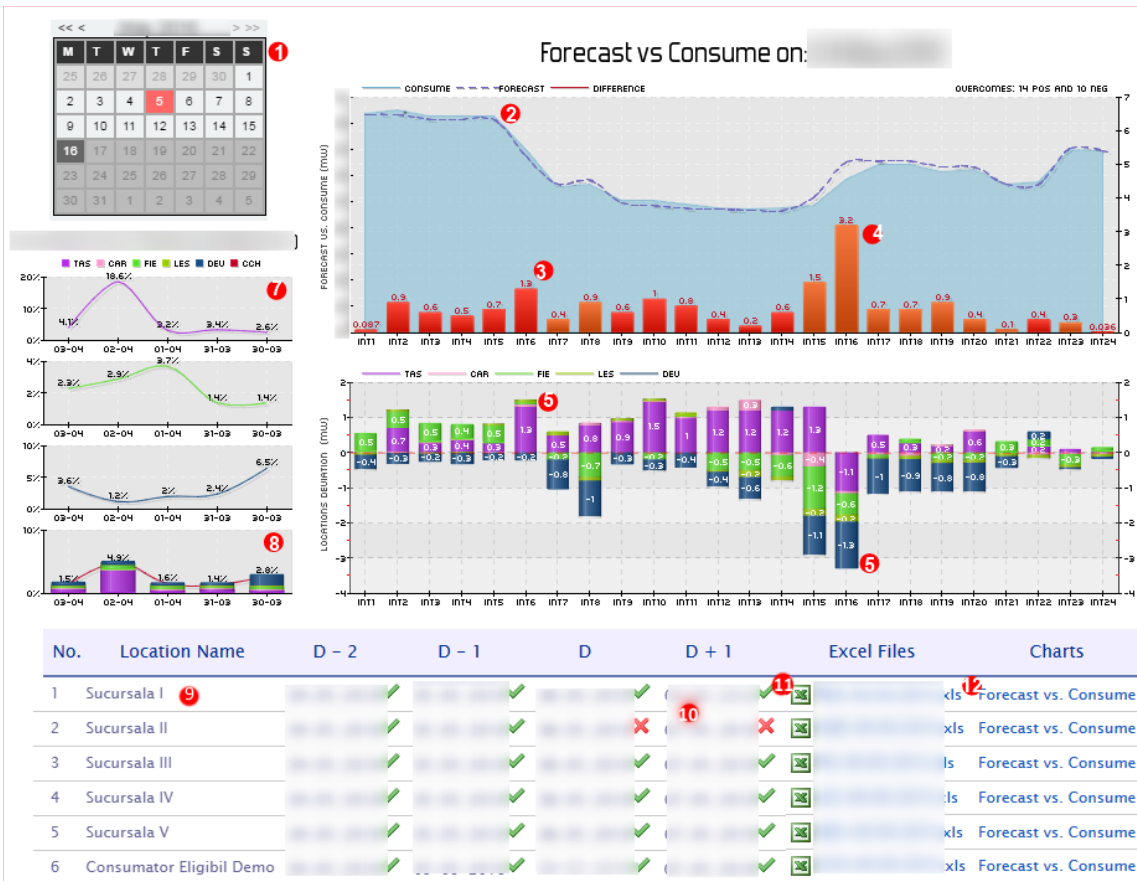


Fig. 2. Panoul de control pentru responsabilul energetic al companiei.

sau poate fi specificată de utilizator.

(2) Curbele de prognoză și consum. Valorile de prognoză sunt afișate în clar deasupra liniei mov întrerupte. Din motive de confidențialitate în figura generată pentru această captură am ales să nu prezentăm aceste valori.

(3) Abaterile pozitive agregate sunt marcate prin bar graphs de culoare roșie.

(4) Abaterile negative agregate sunt marcate prin bar graphs de culoare portocalie.

(5) Pentru fiecare locație, abaterile pozitive sunt marcate în clar prin grafice suprapuse.

(6) Dacă abaterile au fost negative, acestea sunt marcate corespunzător

(7) Abaterea procentuală de la prognoză pentru cele mai mari locații consumatoare de energie. Sunt reprezentate și abaterile procentuale pentru ultimele 5 zile anterioare datei curente alese.

(8) Abaterile procentuale agregate, precum și contribuția fiecărei locații consumatoare la abaterea agregată este reprezentată printr-un bar chart suprapus.

(9) Un click pe numele locație va direcționa utilizatorul către pagina cu panoul de prognoză vs consum al zilei curente.

(10) Pentru fiecare locație de consum dar cât și pentru fiecare zi este indicat stadiul de completare al rapoartelor de către responsabilii energetici locali. Bifa sau X-ul indică completarea, respectiv necompletarea datelor pentru o anumită zi. Printr-un click pe data corespunzătoare oricărei locații, utilizatorul va fi redirecționat către pagina cu panoul de prognoză sau consum specificată.

(11) Un click pe linkul respectiv va permite vizualizarea sau descărcarea fișierului Excel aferent.

(12) Un click pe linkul respectiv va afișa graficul de prognoză vs. consum pentru locația aleasă. Un al doilea click pe același link va ascunde graficul asociat. Pentru ziua curentă, este posibilă afișarea mai multor grafice de prognoză vs consum de la locații diferite facilitând comparația și/sau analiza individuală.

În partea inferioară a paginii start, responsabilul RC poate vedea dacă au fost introduse sau nu datele pentru oricare locație. De exemplu, dacă pentru o anumită locație au fost introduse atât datele de prognoză cât și cele de consum, aplicația va genera toate rapoartele aferente locației respective. Rapoartele energetice sunt generate cu datele existente în acel moment în baza de date, chiar dacă unul dintre utilizatori nu a completat toate prognozele. Rapoartele se creează automat ca și fișiere Excel sau grafice în formatele .xls și .png. Dacă un utilizator de tipul responsabil local va modifica prognoza sau consumul, aceste modificări vor fi imediat disponibile și în raportul agregat.

De asemenea, tot din pagina de start, RC poate accesa atât rapoartele tabelare și graficele pentru oricare locație.

În zona de Admin, se oferă posibilitatea de a edita și/sau adăuga noi utilizatori, sucursale, locații, utilaje. Modificările făcute vor fi imediat vizibile în aplicație și pot avea pot avea caracter general sau local. De exemplu, dacă RL dorește să modifice valoarea de consum al unui utilaj, aceasta se va face automat, iar rapoartele generate de la acel moment vor fi cu noile valori. Responsabilul energetic RC are posibilitatea să modifice termenul limită de timp pentru care se pot introduce în sistem, prognozele

și consumurile zilnice de la responsabilii locali.

Implicit pentru fiecare unitate de consum, rapoartele se generează, de fiecare dată când apar modificări în baza de date, conținând pe lângă data și ora la care au fost generate și numele responsabilului local care le-a generat. Rapoartele lunare, anuale se actualizează automat doar dacă sunt introduse date noi în sistem. Accesul la stația centrală și generarea concomitentă de rapoarte este posibilă, neexistând cazuri de conflicte astfel încât raportul agregat să fie generat cu date incomplete sau eronate.

Prin accesarea secțiunii Arhivă, utilizatorii pot descărca pe stațiile de lucru proprii, copii ale rapoartelor anterior generate. Accesul la rapoartele din Arhivă este de tip read-only, pentru toți utilizatorii. Rapoartele sunt organizate pe unități de consum, tipuri de fișiere și tipuri de rapoarte pentru a înlesni accesul la acestea și de a minimiza timpul de căutare. Astfel, pot fi accesate prognozele zilnice pentru o anumită locație, pot fi vizualizate reprezentările grafice ale abaterilor pentru oricare locație de consum sau pentru curba agregată orară, zilnică, lunară, anuală sau comparativă între locații.

S-a avut în vedere ca aplicația propusă să beneficieze de o interfață prietenoasă și intuitivă pentru a reduce timpul de învățare și acomodare al utilizatorilor precum și de încărcare cognitivă al acestora. De asemenea, interfața este personalizată în funcție de drepturile și responsabilitățile fiecărui utilizator. În cazul utilizatorilor cu profil de vizitator nu se generează nici un tip de raport sau fișier, iar accesul în secțiunile de administrare nu este posibil decât pentru a vizualiza rapoartele sau configurațiile salvate de către responsabilii energetici pentru propriile locații.

Un server securizat aflat într-o rețea intranet găzduiește aplicația, iar astfel accesul la rapoarte este limitat doar la personalul autorizat. Este permisă adăugarea de noi utilizatori, specificarea drepturilor de acces precum și a responsabilităților pentru fiecare utilizator. Avantajul alegerii acestei soluții constă în faptul că folosind datele de autentificare, responsabilii energetici pot accesa aplicația de pe orice stație din rețea, fără a mai fi constrânși în a folosi propriul calculator în cazul în care acesta ar avea unele defecțiuni.

În cazul consumatorilor care au și licența de furnizare de energie electrică pentru autofurnizare și sunt înscrși ca Parte Responsabilă cu Echilibrarea pe piața de energie, folosirea unei aplicații dedicate care să ajute la obținerea unor prognoze orare de energie electrică apropiate de consumul real, constituie un avantaj în minimizarea costurilor cu echilibrarea.

În cazul consumatorilor care au și licența de furnizare de energie electrică pentru autofurnizare și sunt înscrși ca Parte Responsabilă cu Echilibrarea pe piața de energie, folosirea unei aplicații dedicate care să ajute la obținerea unor prognoze orare de energie electrică apropiate de consumul real, constituie un avantaj în minimizarea costurilor cu echilibrarea.

### 3. CONCLUZII

Compania parteneră, folosește deja aplicația descrisă mai sus. Mai trebuie menționat faptul că proiectul a fost conceput să evolueze în 3 etape distincte. Prima etapă



prevede ca fișierele Excel să fie folosite în mod concomitent cu aplicația propusă. Această abordare este necesară pentru a permite testarea și o mai bună înțelegere a noului sistem de către utilizatorii finali. În cea de-a doua etapă, fișierele Excel vor fi generate de către aplicație doar la cererea expresă a utilizatorilor. Folosirea unei rețele neuronale artificiale care să contribuie la minimizarea diferenței dintre energia prognozată și cea consumată este propusă spre a fi implementată în cea de-a treia etapă a proiectului. Chiar dacă transmiterea de rapoarte prin intermediul e-mailului pare o metodă eficientă, pe termen lung se evidențiază unele dezavantaje iar o aplicație software specializată le poate elimina pe cele mai multe dintre aceste.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Popa C., Pentiu R., Pentiu St., Graur A. *Robot communication interaction with colour markers*, Conferința internațională World Energy System Conference - WESC 2008, Ediția a 7-a, Universitatea Tehnică Gh Asachi Iași, 2008.
- [2] Pentiu R., Popa C., Bobric C. E., Mahalu G., *Sisteme de tarifyare moderne a energiei electrice active*, Simpozionul National de Informatica, Automatizari și Telecomunicatii în Energetica, 2008, Sinaia, Romania ISSN/ISBN: 1842-4392, Pagini: 266-273;
- [3] Bernea M., *Energetic Efficiency Increase în SC CARPATCEMENT Holding S.A. – Bicaș Branch*, Conferința internațională World Energy System Conference – WESC 2008, Ediția a 7-a, Universitatea Tehnică Gh Asachi Iași, 2008;
- [4] Pentiu R., Mahalu G., Bejan M. *Sisteme de tarifyare moderne a energiei electrice active*, Al XIX-lea Simpozion Național "Siguranță în funcționare a sistemului energetic", SIG 2005, Editura SIER, ISBN 973-87456-0-8, pag. 308-311;
- [5] Pentiu R., Ioachim D., Popa C., *Utilizările energiei electrice. Electrotermie* - Editura Universității Suceava, 2000;
- [6] Pentiu R., Cantemir L. *Tracțiune electrică. Acționarea unităților motoare de curent continuu și ondulat. Îndrumar de proiectare* - Editura Universității Suceava, 1999;
- [7] Pentiu R. *Tracțiune electrică* - Editura Universității Suceava, 1998
- [8] Pentiu R., Ioachim D., *Utilizările energiei electrice. Instalații electrice de joasă tensiune* - Editura Universității Suceava, 1997.
- [9] Buzdugan, Gh., *Izolarea antivibratorie*, Ed. Academiei Române, București, 1993.
- [10] Pentiu R. D., Ungurean O. C., Bernea M., Popa C., *Short Term Energy Forecast System for Eligible Electrical Consumers*, International Conference on Industrial Power Engineering, CIEI 2016, 2 - 4 June 2016, Bacău, Romania.



**Pentiu Radu Dumitru**, născut la 27.10 1957 în Mitocu Dragomirnei, județul Suceava. Absolvent Institutul Politehnic Iași, Facultatea de Electrotehnică, Specialitatea Electrotehnică, în iunie 1982. Doctoratul în anul 1997, conducător prof. dr. ing. Cantemir Lorin cu teza *Cercetări privind motoarele liniare de inducție*

*în construcție hibridă.* Competențe: proiectarea instalațiilor electrice de joasă tensiune, instalații electrice de iluminat artificial cercetări fundamentale și aplicative în domeniul mașinilor electrice liniare de inducție, motoare hibride de inducție și aplicațiile lor în tracțiuni electrice, eficiență energetică.

Director Departament de Electrotehnică Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava, autor a 8 cărți, 12 brevete de invenție, peste 100 de articole dintre care 10 cotate ISI.