

# ASPECTE PRIVIND IMPLEMENTAREA UNUI SISTEM DE CONTORIZARE INTELIGENTĂ ÎN REȚELELE DE DISTRIBUȚIE A ENERGIEI ELECTRICE

Conf. univ. dr. ing. Elena Crenguța BOBRIC, Maria-Ancuța ȚANȚA,  
Conf. univ. dr. ing. Daniela IRIMIA, Prof. univ. dr. ing. Dumitru Radu PENTIUC

Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava

**REZUMAT.** Lucrarea își propune să facă o trecere în revistă problemelor caracteristice sistemelor de citire automată a contoarelor de energie electrică. Începând cu primele tipuri de contoare inteligente utilizate inițial la marii consumatori și până la implementarea pe scară largă a sistemelor de telecitire, structura Smart Metering a cunoscut o evoluție favorabilă atât în ceea ce privește reducerea costurilor aferente implementării sistemului cât și a posibilităților de gestionare a numărului mare de contoare integrate.

**Cuvinte cheie:** Smart Grid, Smart Metering, contoare inteligente, curbe de consum.

**ABSTRACT.** This paper aims to make an overview of the problems characteristic to automatic reading electricity meter systems. Since the first types of smart meters used initially to large consumers to the implementation of large-scale systems for remote reading, Smart Metering structure experienced a favorable trend both in terms of reducing the cost of system implementation and the management capabilities of the high number of integrated meters.

**Keywords:** Smart Grid, Smart Metering, Smart Meters, consumption curves.

## 1. INTRODUCERE

Încă de la introducerea contoarelor electronice la începutul anilor '90, au fost adăugate funcții suplimentare contoarelor pentru a oferi mai multe informații utilizatorilor și nu doar o simplă înregistrare a energiei consumate. Astfel, contoarele multifuncționale sunt capabile să memoreze energia activă și reactivă, timpul de funcționare, energia consumată pe diferite tarife orare sau încărcarea pe anumite faze. Toate aceste facilități combinate cu posibilitatea comunicării la distanță a datelor citite au condus la apariția primelor sisteme de citire automată (automated meter reeading - AMR). Contoarele ce răspundeau acestor noi cerințe și aveau implementat unul sau mai multe micro-procesoare au fost numite „contoare inteligente”.

Dacă la început sistemele de contorizare inteligentă au fost utilizate pentru facturarea energiei electrice la marii consumatori (clienții industriali sau marile centre comerciale), ulterior structura AMR a fost implementată și la clienții casnici. Problemele întâmpinate în cazul implementării AMR la consumatorii casnici au constat în principal în realizarea unui contor inteligent suficient de ieftin și a unui sistem capabil să gestioneze atât numărul mare de contoare integrate cât și volumul imens de date transmise de acestea.

Ultimele tipuri de contoare inteligente oferă mai multe informații decât generațiile anterioare furnizând date despre SCADA, putere, fiabilitate, calcule referitoare la pierderi, corectarea erorilor etc. [3], [4].

## 2. CERINȚE GENERALE PENTRU SMART METERING

Având în vedere rolul funcțional al unui contor inteligent montat în cadrul unui sistem automat de citire, ansamblul trebuie să îndeplinească următoarele funcții generale:

– măsurarea de la distanță a consumului de energie în timp real atât pentru cantitatea produsă cât și consumată din rețea;

– generarea unor alarme pentru evenimente precum: tentative de fraudă (deschiderea capacului, încercări de scurtcircuitare a contorului, intervenții neautorizate soft etc.), întreruperi în alimentarea cu energie electrică, întreruperi comunicație, erori de hard și soft (baterie descărcată, afișaj defect, erori de memorie, evenimente tranzitorii etc.);

– deconectarea/reconectarea de la distanță a consumatorilor cu confirmarea în timp real a operațiilor efectuate;

– parametrizarea de la distanță a tuturor echipamentelor;

– adaptarea automată a rețelei de comunicații la schimbările de topologie a rețelei electrice (buclări, preluări consumatori de pe un post de transformare pe altul etc.);

– sincronizarea automată zilnică a ceasului contoarelor de energie și concentratoarelor cu ceasul de la punctul central;

– alocarea automată a contoarelor de energie electrică la un concentrator urmată de transmiterea unui raport la punctul central;

– contoarele de energie electrică vor oferi/transmite la cerere informații (consum de energie, index curent și autocitit, consumuri pe intervale orare, tarife etc.) către un dispozitiv local cu afișaj aflat la locul de consum;

– comunicarea bidirecțională între contor, concentrator și sistemul de punct central;

– posibilitatea de efectuare sincronizată a citirilor astfel încât informațiile preluate din sistem să poată fi utilizate la efectuarea de balanțe energetice, prognoze de consum, analize zilnice și calculele de reducere a pierderilor;

– înregistrarea consumului pe structuri tarifare avansate funcție de perioadă;

– identificarea și transmiterea întreruperilor în alimentarea cu energie electrică și a altor informații privind calitatea energiei furnizate către operatorul de distribuție în scopul asigurării funcționării rețelei în parametrii optimi;

– asigurarea unei căi de comunicații securizate pentru transmiterea datelor;

– transferul datelor înregistrate către o pagină web la care să aibă acces consumatorii și terțe părți autorizate, în scopul asigurării transparenței și a unei facturări corecte fără a fi necesar accesul la punctul de măsurare;

– controlul de la distanță al corectitudinii montajului grupului de măsură fără intervenție directă asupra circuitelor electrice [4], [5].

### 3. ARHITECTURA UNUI SISTEM DE CONTORIZARE INTELIGENTĂ

Din punct de vedere funcțional, arhitectura unui sistem de contorizare inteligentă poate fi împărțită pe trei nivele distincte, așa cum este prezentat în figura 1.

*Nivelul I – consumator* conține:

a) Contoarele inteligente de energie electrică ce utilizează în mod curent rețeaua de joasă tensiune pentru transmiterea datelor. Acestea trebuie să fie capabile să asigure o cale de comunicație de rezervă prin rețeaua GSM/GPRS și trebuie echipate cu port optic pentru parametrizarea/interogarea locală prin intermediul unui laptop.

b) Dispozitivul de afișare locală (home device) este un dispozitiv de interogare wireless a contoarelor ce poate oferi consumatorului date referitoare la consumul de energie electrică, istoric de consum, consumuri pe intervale orare, tarife etc. Acest dispozitiv poate fi achiziționat de către consumator de la furnizorul de energie electrică.

*Nivelul II – post de transformare.* Pentru colectarea datelor de la contoarele din rețea, în fiecare post de transformare, pe partea de joasă tensiune, va fi montat un concentrator de date ce trebuie să răspundă următoarelor cerințe:

– va fi capabil să comunice cu un număr de contoare suficient de mare astfel încât să poată acoperi toți consumatorii racordați din postul respectiv de transformare,

– trebuie să detecteze automat contoarele alocate și să gestioneze canalele de comunicație cu acestea,

– va detecta și transmite la punctul central orice probleme de comunicație sau anomalii de funcționare ale contoarelor,

– trebuie să asigure comunicația bidirecțională, prin rețeaua de joasă tensiune, cu contoarele de energie electrică,

– concentratorul va comunica bidirecțional cu punctul central prin rețeaua GSM/GPRS,

– va efectua periodic autodiagnosticarea și va transmite orice neconformitate la punctul central sub formă de alarmă,

– va avea posibilitatea de programare, sincronizare a ceasului intern și update de software de la distanță.

*Nivelul III – punctul central.* Pentru coordonarea corectă și eficientă a echipamentelor montate la consumator și în posturile de transformare, la nivelul punctul central trebuie instalat un sistem (hardware și software) specializat pe colectare, stocare, validare, agregare, achiziție, prelucrare, management, evidență și raportare a datelor de proces.



Fig. 1. Nivelele unui sistem Smart Metering.

Totodată acest sistem trebuie să poată asigura conectarea/deconectarea și parametrizarea contoarelor de la distanță, răspunzând unor cerințe precum:

- sistem multiuser (administrator, utilizator cu anumite drepturi) cu posibilitate de protecție și securitate useri prin chei de acces/parole,
- cu posibilitatea de parametrizare centralizată și comandă de la distanță a contoarelor,
- cu posibilitate de arhivare date și sistem de back-up a arhivei,
- transmisie securizată de date către concentrator și punctul central [1], [2], [6].

## 4. ANALIZA COST – BENEFICII ÎN CAZUL IMPLEMENTĂRII UNUI SISTEM DE CONTORIZARE INTELIGENTĂ

Analiza cost - beneficii a fost realizată cu ajutorul unui simulator de calcul – Smart Regions Tool, disponibil la <http://www.smartregions.net/>. Studiul efectuat a estimat timpul de amortizare a investiției și a pus în evidență avantajele oferite de înlocuirea unei soluții clasice de contorizare cu un sistem integrat de citire de la distanță.

Implementarea serviciului de contorizare inteligentă produce o serie de modificări ce afectează părțile implicate astfel:

### Costuri:

- a) achiziționare contoare – operatorul de distribuție,
- b) instalare, operare și mentenanță contoare - operatorul de distribuție,
- c) preluare date de la contoare inclusiv managementul datelor - operatorul de distribuție,

### Beneficii:

- d) răspuns îmbunătățit la reclamațiile clienților – operatorul de distribuție,
- e) costuri reduse de utilizare a rețelei de joasă tensiune – operatorul de distribuție,
- f) managementul facil al contoarelor – operatorul de distribuție,

g) monitorizarea energiei cumpărate – furnizorul de energie,

h) schimbarea facilă, cu costuri reduse ale furnizorului de energie – operatorul de distribuție și furnizorul de energie.

Petru studiul de caz considerat vom lua în calcul o serie de valori specifice pieței energetice din România, datele de intrare fiind următoarele:

- Perioada de calcul pentru modelul economico-financiar: 30 ani
- Moneda utilizată în calcule: Euro
- Rata de reducere a prețului (discount pentru numărul de contoare): 20%
- numărul total al clienților pentru furnizorul de energie electrică în anul zero: 1 milion de clienți
- creșterea anuală a numărului de clienți: 1%
- numărul total de ani considerat pentru instalarea tuturor contoarelor inteligente: 5 ani
- durata previzionată de funcționare a contoarelor simple de energie electrică 20 ani
- durata maximă de funcționare a contoarelor inteligente de energie electrică: 16 ani

Luând în considerare datele de intrare prezentate mai sus, se pot genera o serie de grafice comparative ce oferă informații de interes atât pentru furnizorul de energie electrică, pentru operatorul de distribuție, client sau pentru furnizorii de noi servicii caracteristice pieței precum:

Analizând *graficul cheltuielilor anuale pentru contoare*, se observă cum curba de cost aferentă sistemului de contorizare inteligentă (culoare verde) prezintă două salturi importante, ambele cu o durată de aproximativ cinci ani, în timp ce caracteristica de cost pentru serviciile nemodificate de business (contorizarea clasică), de culoare albastră, păstrează un trend constant. Primul salt al costurilor aferente contorizării inteligente, de până la 16 milioane de euro pe an, în perioada de implementare 0 – 5 ani este de fapt investiția inițială pentru proiect și reprezintă cheltuielile pentru contoarele ce trebuie montate la fiecare consumator. Perioada de cinci ani a fost stabilită încă din datele de intrare ale proiectului ca durată maximă considerată pentru instalarea tuturor contoarelor inteligente.

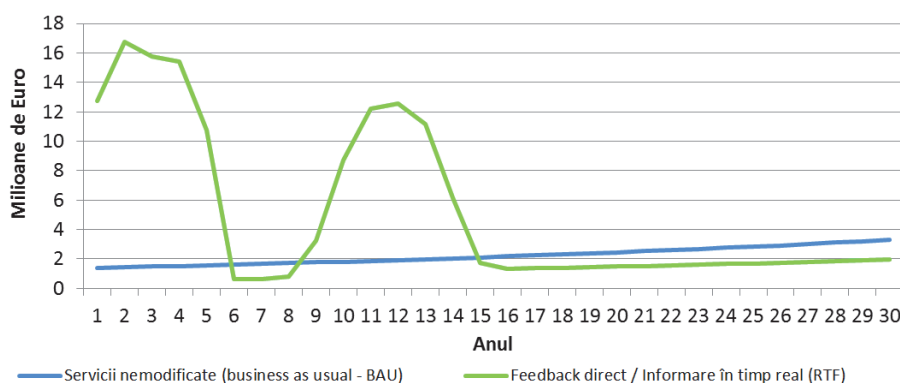


Fig. 2. Cheltuielile anuale pentru contoare [8].

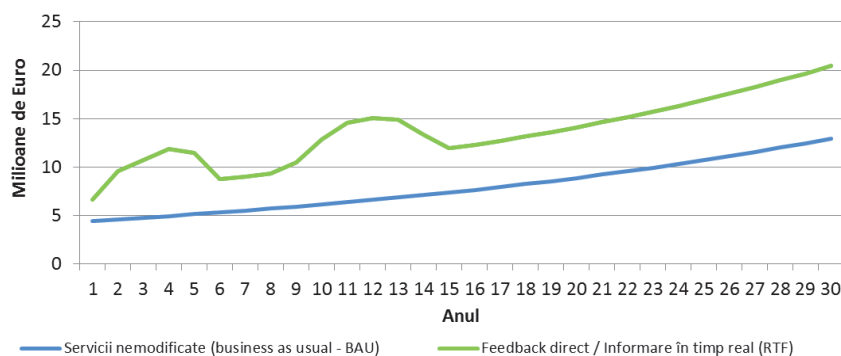


Fig. 3. Cheltuielile totale pentru instalare contoare [8].

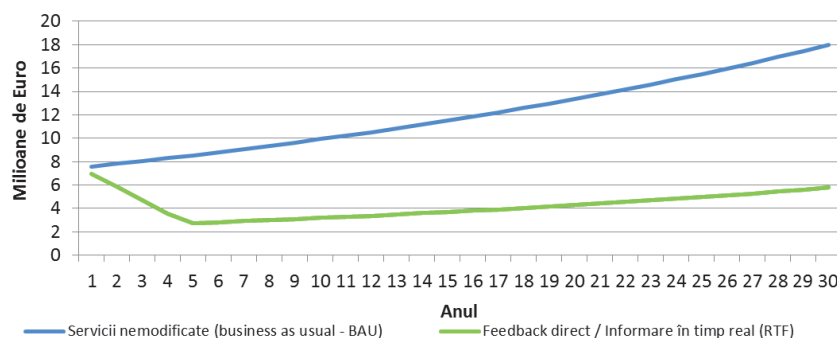


Fig. 4. Cheltuielile anuale pentru citire contoare [8].

A doua zonă a graficului, între 5 și 9 ani, în care costurile anuale pentru contoarele electronice scad sub costurile necesare sistemului clasic de contorizare reprezintă perioada în care singurele cheltuieli pentru achiziția de contoare sunt datorate defectării acestora.

A treia zonă din grafic, între 9 și 15 ani, indică un nou salt al costurilor de până la 12 milioane de euro pe an. Acest val de cheltuieli este datorat schimbului periodic de contoare electronice înainte de îndeplinirea duratei de viață de 16 ani stabilită în datele de intrare ale proiectului. Deși numărul de contoare înlocuite a rămas aproximativ același ca și în cazul investiției inițiale, reducerea valorii maxime cheltuite de la 16 la 12 milioane de euro pe an se datorează scăderii prețului pe contor (materiale mai ieftine, tehnologie de lucru avansată ce se reflectă în preț mai mic pe contor produs).

Ultima zonă a caracteristicii, între 15 și 30 de ani, prezintă un grad de liniaritate și reflectă doar costurile necesare înlocuirii contoarelor electronice defectate în timpul funcționării din diverse cauze (defect de fabricație, montaj incorect, suprasarcini, vandalism, supratensiuni atmosferice etc.) Din grafic se observă faptul că nu mai apare o nouă zonă cu cheltuieli ridicate aferente schimbului periodic (la terminarea duratei de viață de 16 ani) deoarece se presupune că al doilea lot de contoare, datorită progresului tehnologic, conține echipamente mai fiabile, cu o durată de viață mult mai mare ce nu vor trebui înlocuite în intervalul de timp avut în vedere în proiect – 30 de ani.

Grăful *cheltuielilor totale pentru instalare contoare*, prezintă o alură asemănătoare graficului de cheltuieli pentru achiziția contoarelor, cu două zone de cost ridicat între 0 și 5 ani și 9 – 15 ani corespunzătoare investiției inițiale, respectiv schimbului periodic înainte de îndeplinirea duratei de viață de 16 ani. Spre deosebire de graficul anterior (achiziție contoare), se observă că bugetul anual ce trebuie alocat sistemului de contorizare inteligentă este întotdeauna mai mare decât cel necesar serviciilor nemonificate (contorizare clasică). Chiar și în perioadele în care nu sunt necesare schimburi masive de contoare 5 – 9 ani și 15 – 30 ani, costurile necesare instalării contoarelor electronice nu scad sub costurile pentru contorizarea clasică.

O altă observație referitoare la costurile aferente instalării, atât pentru sistemul clasic cât și pentru contorizarea inteligentă, este trendul crescător al cheltuielilor. Acest fapt se datorează modificărilor de pe piața muncii, respectiv previziunilor de creștere salarială.

Grăful *cheltuielilor anuale pentru citirea contoarelor* are o alură previzibilă, respectiv costuri mult mai mici pentru sistemul de contorizare inteligentă față de serviciile nemonificate. Diferența e tot mai mare în timp deoarece, așa cum a fost precizat și la paragraful anterior, cheltuielile cu resursa umană sunt preconizate a avea o evoluție crescătoare (salarii mai mari), iar costurile pentru citirea manuală se pot dubla de la 8 la 16 milioane de euro pe an într-un interval de 25 de ani.

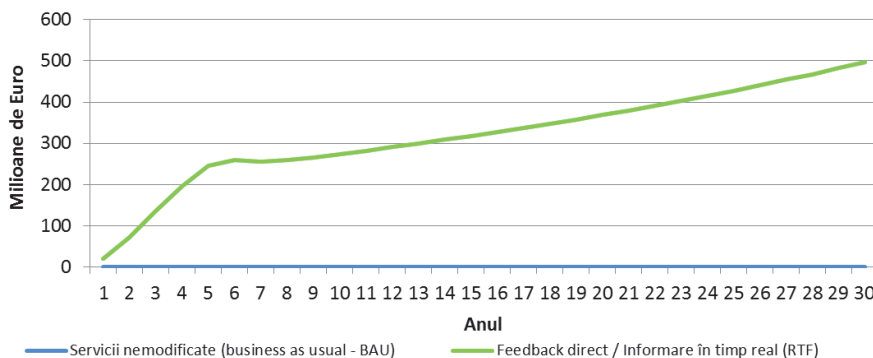


Fig. 5. Economii anuale realizate de clienți [8].

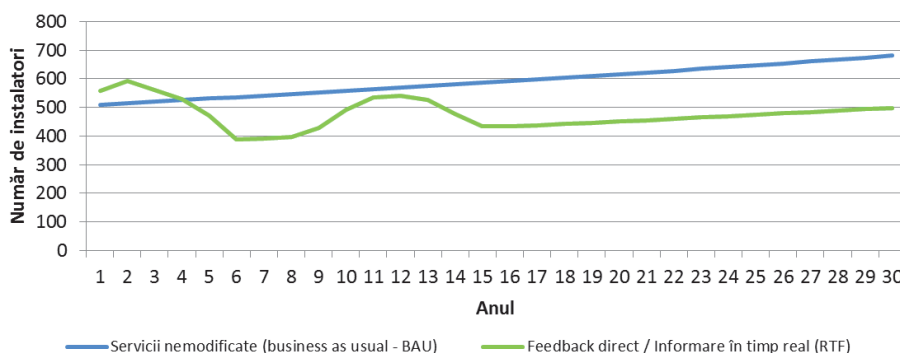


Fig. 6. Număr de angajați [8].

Din grafic se mai observă faptul că în primii cinci ani, cheltuielile pentru citirea contoarelor electronice (curba verde) scad progresiv, pe măsură ce se instalează tot mai multe contoare inteligente. În anul cinci, la finalizarea proiectului, costurile aferente citirii manuale sunt de 9 milioane de euro, iar pentru contorizarea inteligentă de doar 3 milioane de euro.

*Economiile anuale realizate de clienți* se datorează avantajelor oferite de sistemul inteligent de contorizare în privința posibilității urmării curbelor de consum. Astfel, în baza informațiilor concrete asupra caracteristicilor locului de consum se poate realiza un management mai eficient al utilizării energiei electrice. Totodată, prin consiliere cu furnizorul, pe baza datelor din sistem, clientul poate alege un tarif mai avantajos, potrivit curbei sale de sarcină și necesarului de energie.

În privința *numărului de angajați*, se observă că în perioada de start a proiectului (primii 3-4 ani) numărul de angajați este mai mare în cazul rețelelor de contorizare inteligentă comparativ cu sistemul clasic. Totodată, graficul ilustrează, la fel ca în cazul graficului de achiziție contoare inteligente, cele două zone de impact: primii cinci ani caracterizați de eforturi în scopul înlocuirii contoarelor clasice cu contoare inteligente și alți cinci ani, în intervalul 10 – 15 ani, alocați schimbului periodic de contoare înaintea îndeplinirii duratei maxime de viață (16 ani) [8].

Pe lângă câștigurile strict financiare menționate mai sus, actorii din cadrul smart grid pot obține și alte beneficii conexe precum:

a) Pentru consumatorul final:

- creșterea gradului de conștientizare a utilizatorului ceea ce duce la scăderea consumului de energie și implicit la reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub>;
- citirea corectă a contoarelor, respectiv facturarea precisă,
- schimbarea facilă a furnizorului de energie electrică, deci concurență crescută, prețuri mai mici și servicii calitative,
- posibilitatea încheierii unor contracte de furnizare personalizate pe baza istoricului de consum,
- gestionarea consumului de energie prin utilizarea unui afișaj la domiciliu sau a unei platforme electronice pe internet.

b) Furnizorul de energie:

- câștigarea noilor clienți ca urmare a ofertei de servicii personalizate,
- reducerea costurilor aferente centrelor de asistență clienți,
- facturi precise și implicit mai puține reclamații privind facturarea,
- mai puțini clienți rău platinici datorită sistemului de deconectare de la distanță.

c) Operatorul de rețea:

- culegerea de informații precise privind comportarea și gradul de încărcare al rețelelor și,



pe baza acestor date, demararea proiectelor de investiții,

- detectarea nerespectării puterilor contractate,
- urmărirea facilă a parametrilor de calitate a energiei electrice [6].

### 5. CONCLUZII

➤ Implementarea sistemului de contorizare inteligentă la scară largă are impact atât asupra furnizorului de energie electrică, operatorului de distribuție cât și asupra consumatorului final care are posibilitatea de a-și analiza consumul, de a utiliza eficient și economic energia, ducând în cele din urmă la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

➤ Pentru operatorii de distribuție, sistemele smart grid, pot oferi informații suplimentare foarte utile pentru proiectele ce vizează reducerea consumului propriu tehnologic. Fie că este vorba despre descurajarea fraudelor sau citiri/balanțe de energie în timp real (citirea automată în același moment a tuturor contoarelor dintr-o zonă de rețea), informațiile preluate sunt de un real ajutor în gestionarea rețelelor electrice.

➤ Pe lângă beneficiile imediate resimțite de furnizor, operatorul de distribuție și client prin implementarea unei sistem de contorizare inteligentă, mai sunt o serie de avantaje conexe ce derivă precum: reducerea consumului de energie electrică (prin reducerea pierderilor și conștientizarea consumatorilor), reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub>, aplatizarea curbei de consum (prin utilizarea la scară largă a sistemelor de tarifare diferențiată zi/noapte) etc.

➤ Cu toate că sistemele de contorizare inteligentă aduc beneficii tuturor participanților de pe piața energiei electrice, sunt cazuri în care implementarea acestora se face cu dificultate. Unul dintre motive este reticența clienților care sunt îngrijorați în privința intimității lor și securității datelor. Aceasta

deoarece, pe baza informațiilor primite de la contoarele inteligente pot fi trase concluzii legate de comportamentul membrilor familiei (orele în care sunt plecați de acasă, program zilnic etc.).

➤ Pentru dezvoltarea rețelelor smart grid este necesară implicarea tuturor actorilor participanți, dar cu toate acestea, primii pași în această direcție trebuie făcuți de către operatorii de rețea (operatorii de distribuție sau operatorii de transport). Ei trebuie să investească în modernizarea rețelelor, astfel încât acestea să dețină un minim grad de „inteligentă” care să constituie punctul de plecare către smart grid [8].

### BIBLIOGRAFIE

- [1] Anastasiu, M.; Milandru, A.; Vintea, A. *Foaie de parcurs pentru servicii de contorizare inteligentă la consumatorul final pentru România*. Smart Regions.
- [2] Bălăuță, S.; Cazacu, M.; Coșarcă, G. *Sistem de colectare curbe de sarcină utilizand tehnologie PLC*. Conferința Națională și Expoziția de Energetică CNEE 2011, Sinaia, Octombrie 2011.
- [3] Coteanu, M.; Vatră, F.; Lavrov, G. *Concepte, necesități și oportunități de Smart Grids în rețelele electrice de transport și distribuție din România*. Open Forum în cadrul SIE 2010, Sinaia, Octombrie 2010.
- [4] Dumitrescu, M. *Power smart micro grids operational aspects*. Conferința „Sisteme Inteligente în Electroenergetică” – SIE 2010, Galați, Octombrie 2010.
- [5] Eremia, M.; Cârțină, G.; Bulac, C.; Toma, L. *Reglajul ierarhizat tensiune – putere reactivă, o soluție către viitoarele rețele inteligente*. Conferința „Sisteme Inteligente în Electroenergetică” – SIE 2010, Galați, Octombrie 2010.
- [6] Kearney, A. T. *Raport privind contorizarea inteligentă în România*. Publicat pe site-ul ANRE, Septembrie 2012.
- [7] Miron, Al.; Bobric, E. C.; Miron, S.; Pierrat, L.; Viziteu, M.; Popa, C. *From scada to smart grid in power transmission and distribution systems*. Buletinul AGIR, nr. 4/2011, p. 191-198.
- [8] Țanța, M. A. *Studiul domeniului furnizorilor de servicii în Smart Grid*. Lucrare de disertație. Suceava: Universitatea „Ștefan cel Mare”, Facultatea de Inginerie Electrică, iunie 2015.
- [9] \*\*\* Disponibil la: <http://www.smartregions.net/>