



ROMANIAN NATIONAL COMMITTEE
OF WORLD ENERGY COUNCIL



THE GENERAL ASSOCIATION
OF THE ENGINEERS IN ROMANIA

EMERG

Energy • Environment • Efficiency • Resources • Globalization

Quarterly publication of Romanian National Committee
of World Energy Council (WEC/RNC)
and
The General Association of Engineers in Romania (AGIR)

ISSN 2668-7003 Year V / 2019
ISSN-L 2457-5011

www.cnr-cme.ro/publicatii/emerg
www.emerg.ro

EMERG

Energy • Environment • Efficiency • Resources • Globalization

Quarterly publication of Romanian National Committee
of World Energy Council (WEC/RNC) and
The General Association of Engineers in Romania (AGIR)

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

Ștefan GHEORGHE – WEC/RNC

Editorial Consortium

– WEC/RNC

– AGIR

Editors

Victor VERNESCU WEC/RNC

Dan BOGDAN AGIR

Elena RATCU WEC/RNC

Mihaela MĂRIUȚĂ AGIR

Scientific Board

Ioan GANEA

AGIR (coordinator)

Niculae-Napoleon ANTONESCU

Petroleum-Gas University of Ploiesti

Lazăr AVRAM

Petroleum-Gas University of Ploiesti

Viorel BĂDESCU

Romanian Academy

Gianfranco CHICCO

Politecnico di Torino

Gheorghe BULIGA

Romanian Society of Oil and Gas Engineers

George DARIE

University Politehnica of Bucharest

Nicolae GOLOVANOV

University Politehnica of Bucharest

Nicolae ILIAȘ

University of Petroșani

Emil MACOVEI

WEC/RNC, FEL Programme

Ion MIRCEA

University of Craiova

Virgil MUȘATESCU

University Politehnica of Bucharest

Ion ONUȚU

Petroleum-Gas University of Ploiesti

Radu PENTIUC

University “Ștefan cel Mare“ of Suceava

Anca POPESCU

ISPE

Ionuț PURICA

Romanian Academy, Institute for Economic
Forecasting

Călin VILT

WEC/RNC



ROMANIAN NATIONAL COMMITTEE
OF WORLD ENERGY COUNCIL



THE GENERAL ASSOCIATION
OF THE ENGINEERS IN ROMANIA

EMERG 11

**Energy • Environment • Efficiency
• Resources • Globalization**

Quarterly publication of WEC/RNC and AGIR

ISSN 2668-7003

Year V / 2019

ISSN-L 2457-5011

www.emerg.ro

www.cnr-cme.ro/publicatii/emerg

Papers' authors:

Nicolae DIGĂ

Silvia-Maria DIGĂ

Ion DUMITRU

Sorin FIANU

Florian GRIGORE-RĂDULESCU

Sergiu Stelian ILIESCU

Sandor KOVACS

Dan LOGHIN

Daniel MORAR

Ionuț PURICA

Ioan RODEAN

Vladimir ROJANSCHI

Marius SÎMBOTIN

Ilie TURCU



AGIR Publishing House
Bucharest, 2019

**Romanian National Committee of World Energy Council (WEC/RNC)
and
The General Association of Engineers in Romania (AGIR)**

WEC/RNC

B-dul Lacul Tei, nr. 1-3, București, Sector 2, 020371, +40372-821-475
+40372-821-476, secretariat@cnr-cme.ro; www.cnr-cme.ro

AGIR

Calea Victoriei nr. 118, etaj 1, sector 1 Bucuresti, tel. 021 3168993, 021
3168994, fax. 021 3125531, e-mail: office@agir.ro; www.agir.ro

- For any reproduction, in whole or in part, of the materials published in EMERG, the approval of the editorial board is mandatory.
- The authors have signed a Copyright Transfer Statement and they take full responsibility for the content and originality of the published materials.
- Suggestions and opinions can be sent to the AGIR Publishing House:
Calea Victoriei nr. 118, sector 1, 010093 București,
Tel./Fax: 4021-316 89 92; tel; fax: 4021-312 55 31;
E-mail: editura@agir.ro
www.cnr-cme.ro | www.emerg.ro



COMITETUL NAȚIONAL ROMÂN
AL CONSILIULUI MONDIAL AL ENERGIEI



ASOCIAȚIA GENERALĂ
A INGINERILOR DIN ROMÂNIA

CUPRINS

Abordări ale sectorului energetic în raport cu cerințele protecției mediului (<i>Vladimir ROJANSCHI, Florian GRIGORE-RĂDULESCU</i>).....	7
Modele de business pentru domeniul energetic. Stocarea de energie ca oportunitate de activitate profitabilă (<i>Dan LOGHIN</i>)	23
Aspecte de mediu specifice sistemului de evacuare a șlamului dens din centralele termoelectrice (<i>Silvia-Maria DIGĂ, Nicolae DIGĂ</i>)	39
Managementul LEA prin aplicarea tehnologiei informației (<i>Ioan RODEAN, Marius ȘIMBOTIN, Sandor KOVACS, Daniel MORAR</i>)	51
Abordarea economiei circulare prin intermediul termodinamicii ireversibile – viziune de scală a sistemului (<i>Ionuț PURICA</i>)	59
Soluții digitale în utilități (<i>Sergiu Stelian ILIESCU</i>)	68
Promovarea energiei electrice din surse regenerabile produse în capacități aparținând prosumatorilor (<i>Ion DUMITRU</i>).....	74
Tehnologia reactorilor cu neutroni rapizi răciți cu plumb în România; proiectul ALFRED (<i>Ilie TURCU</i>).....	82
Energie nucleară, da sau nu? (<i>Sorin FIANU</i>).....	94



ROMANIAN NATIONAL COMMITTEE
OF WORLD ENERGY COUNCIL



THE GENERAL ASSOCIATION
OF THE ENGINEERS IN ROMANIA

CONTENTS

Approaches of the energy sector in relation to the requirements of environmental protection (<i>Vladimir ROJANSCHI, Florian GRIGORE-RĂDULESCU</i>)	7
Business models for the energy field. Energy storage as a business opportunity (<i>Dan LOGHIN</i>)	23
Environmental aspects specific to the dense sludge evacuation system in the thermoelectric power plants (<i>Silvia-Maria DIGĂ, Nicolae DIGĂ</i>)	39
OHTL management by it applications (<i>Ioan RODEAN, Marius SÎMBOTIN, Sandor KOVACS, Daniel MORAR</i>)	51
Irreversible thermodynamics view of the need for a circular economy (<i>Ionuț PURICA</i>)	59
Digital solutions in utilities (<i>Sergiu Stelian ILIESCU</i>).....	68
Promotion of RES-E produced in capacities of the prosumers (<i>Ion DUMITRU</i>)	74
Lead cooled fast neutron reactors technology in romania; the ALFRED project (<i>Ilie TURCU</i>).....	82
Nuclear energy, yes or no? (<i>Sorin FIANU</i>)	94

APPROACHES OF THE ENERGY SECTOR IN RELATION TO THE REQUIREMENTS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

ABORDĂRI ALE SECTORULUI ENERGETIC ÎN RAPORT CU CERINȚELE PROTECȚIEI MEDIULUI

Vladimir ROJANSCHI¹, Florian GRIGORE-RĂDULESCU²

Abstract: *The development of human society in a near or distant perspective is dependent on energy and the methods of generating it. The classic sources of energy production, which from the beginning to today have provided support for development, are increasingly challenged in the conditions in which they cause great environmental damage.*

The paper draws attention to the way in which the alternatives that are being promoted must be done carefully and through an integrated approach. Such are considered;

- *Life cycle assessment;*
- *Environmental impact assessment (illustrative method, matrix method);*
- *Developing good practice guides;*
- *Circular economy.*

Keywords: environmental assessment, energy sector, life cycle assessment.

Rezumat: *Dezvoltarea societății umane într-o perspectivă apropiată sau depărtată este dependentă de energie și de metodele de generare a acesteia. Sursele clasice de producere a energiei, care de la începuturi și până azi au asigurat suportul dezvoltării, sunt din ce în ce mai contestate în condițiile în care produc mari daune mediului.*

Lucrarea atrage atenția asupra modului în care alternativele ce se promovează trebuie făcute cu grijă și printr-o abordare integrată. Astfel, sunt avute în vedere:

- *evaluarea ciclului de viață;*
- *evaluarea impactului asupra mediului (metoda ilustrativă, metoda matriceală);*
- *elaborarea de ghiduri de bune practici;*
- *economie circulară.*

¹ Prof., Ecological University of Bucharest, President – ARM Romania, e-mail: vrojanschi@gmail.com

² Assoc. Prof., Ecological University of Bucharest, Romania, e-mail: gdflorian@yahoo.com

Cuvinte cheie: evaluarea impactului asupra mediului, sectorul energetic, evaluarea ciclului de viață.

1. Introducere

La 9 aprilie 2014, Comisia Europeană a adoptat „*Orientările privind ajutoarele de stat pentru protecția mediului și energie pentru perioada 2014-2020*”³. Orientările stabilesc condițiile în care ajutoarele de stat pentru protecția mediului și energie pot fi declarate compatibile. Acestea se aplică de la 1 iulie 2014.

„Orientări privind ajutoarele de stat pentru protecția mediului și energie pentru perioada 2014-2020” sunt un instrument destinat punerii în aplicare a unor decizii în materie de politică adoptate de Uniunea Europeană, inclusiv Strategia UE 2020⁴, Pachetul privind clima și energia⁵, inițiativa emblematică „O Europă eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor”⁶, Foaia de parcurs pentru utilizarea eficientă a resurselor⁷, precum și Comunicarea „Un cadru pentru politica privind clima și energia în perioada 2020-2030”⁸ („Cadru 2030”) care stabilește obiectivele privind energia și clima care trebuie să fie realizate până în 2030. De asemenea, au existat mai multe concluzii ale Consiliului care fac apel la eliminarea treptată a subvențiilor dăunătoare mediului⁹. Astfel, Orientările Comisiei au în vedere efectele negative ale subvențiilor dăunătoare mediului, luând în

³ JO C 200, 28.6.2014, p. 1.

⁴ COM(2010) 2020 final din 3.3.2010

⁵ Decizia nr. 406/2009/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 aprilie 2009 privind efortul statelor membre de a reduce emisiile de gaze cu efect de seră astfel încât să respecte angajamentele Comunității de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră până în 2020 (JO L 140, 5.6.2009, p. 136) și Directiva 2009/28/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 aprilie 2009 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, de modificare și ulterior de abrogare a Directivelor 2001/77/CE și 2003/30/CE (JO L 140, 5.6.2009, p. 16), inclusă în punctul 41 din anexa IV la Acordul privind SEE prin Decizia nr. 162/2011 a Comitetului mixt (JO L 76, 15.3.2012, p. 49 și Suplimentul SEE nr. 15, 15.3.2012, p. 56).

⁶ COM(2011) 21 din 26.1.2011

⁷ COM(2011) 571 final din 20.9.2011

⁸ Comunicare a Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social European și Comitetul Regiunilor, Un cadru pentru politica privind clima și energia în perioada 2020-2030, COM(2014) 15 final, 22.1.2014

⁹ Concluziile Consiliului European din 23 mai 2013 au confirmat necesitatea eliminării treptate a subvențiilor dăunătoare pentru mediu sau economie, inclusiv pentru combustibilii fosili, pentru a facilita investițiile în infrastructurile energetice noi și inteligente.

același timp în considerare necesitatea de a aborda compromisurile între diferitele domenii și politici, astfel cum sunt recunoscute de aceste instrumente de politică. De exemplu, ajutoarele pentru extracția combustibililor fosili nu sunt incluse în prezentele orientări.

În sensul prezentelor orientări, „protecția mediului” înseamnă orice acțiune menită să remedieze sau să prevină orice prejudiciu asupra mediului fizic sau a resurselor naturale, rezultat din activitățile proprii ale unui beneficiar, să reducă riscul unor astfel de prejudicii sau să conducă la o utilizare mai eficientă a resurselor naturale, inclusiv măsuri de economisire a energiei și utilizarea de surse regenerabile de energie.

2. Dezvoltare durabilă

Începând cu anii '70 ai secolului trecut a fost lansat un nou model de dezvoltare a societății umane, ca urmare a efectelor devastatoare ale poluării, ce însoțea activitățile socio-economice în special în țările dezvoltate, dar și în cele în curs de dezvoltare.

Conceptul propus, intitulat „dezvoltare durabilă” promovează un optim între cei patru piloni ai societății umane:

- tehnologie/energie;
- economie;
- mediu;
- umanitate.

Simplificând abordarea modului de dezvoltare a societății în special în perspectiva anilor ce vor veni putem identifica două direcții principale. O primă direcție este cea a generării de energie, care putem spune fără a greși este motorul de dezvoltare a societății umane. Cealaltă direcție se conturează a fi din ce în ce mai pregnant protecția mediului, coordonată determinantă a modului de evoluție și de asigurare a bunăstării generațiilor următoare. Între aceste două direcții trebuie găsit un echilibru, care poate fi obiectul unor decizii politice la nivelul fiecărui stat. Totuși în condițiile actuale ale unei societăți globalizate aceste decizii se impun a fi luate la nivel planetar, ceea ce se și întâmplă în prezent.

În ceea ce privește generarea de energie, se constată o dispută între menținerea și modernizarea tehnicilor și instalațiilor de generare de energie din surse clasice (cărbune, gaz, petrol, nucleară, hidro), drum bine cunoscut și surse regenerabile (solară, eoliană, biocombustibil, maree, microhidrocentrale sau hidrogenul ca vector energetic-pile de combustibil) direcție într-o continuă dinamică, dar încă prea puțin abordată.

Pașii necesari a fi făcuți pe o direcție sau alta sau o mixare a tuturor celor menționate anterior sunt inserați în documente programatice dintre care menționăm:

- Strategia Uniunii Europene privind dezvoltarea economică, inclusiv și din punct de vedere energetic în perspectiva anilor 2030 și 2050;
- Strategia Națională de Dezvoltare a României în viziunea anilor 2020-2030;
- Strategia Națională de Dezvoltare Energetică;
- Strategia Națională de Protecția Mediului.

Documentele respective pleacă de la înțelegerea specificului național și existenței resurselor, bazându-se în același timp pe o analiza tehnico-economică cu luarea în considerare a evaluării impactului asupra mediului.

Se poate face o scurtă detaliere de exemplu a modului de abordare a problematicii microhidrocentralelor. Ea poate fi prezentată ca o opțiune politică pe baza considerentelor legate de așa numita Energie “verde”(?) sau Energie “curată”(?). În sprijinul acestei metode de generare de energie pot fi citate următoarele avantaje:

- costuri relativ reduse;
- perioada scurtă de realizare;
- debite mici de apă;
- exploatare flexibilă;
- avantaje economice.

Dar se menționează și următoarele dezavantaje:

- situare în zone montane;
- afectare habitat și biodiversitate;
- probleme în asigurare debitelor de servitute/salubre;
- avantaje economice de conjunctură;
- sensibile la situații de mediu deosebite.

Din analiza unor studii de caz al unor microhidrocentrale realizate în România se sugerează urmărirea unui obiectiv realist – minimizarea impactului asupra mediului în perioada:

- de realizare a documentațiilor;
- de realizare a investiției;
- de dare în funcțiune;
- de exploatare normală;
- de exploatare în situații speciale;

- de mentenanță/retehnologizare/modernizare;
- de retragere din exploatare și ecologizare a terenului ocupat.

În alegerea uneia dintre soluții se recomandă aplicarea conceptului de “Evaluarea Ciclului de Viață” conform standardelor ISO 14040. Analiza menționată poate evidenția punctele tari și părțile slabe ale unora din soluții.

În perioada de realizare a investiției se va urmări:

- respectarea cu strictețe a prevederilor din proiect;
- respectarea cu strictețe a prevederilor din acordurile /avizele / autorizațiile de mediu și de gospodărirea apelor;
- evitarea pagubelor colaterale;
- controlul de către instituțiile abilitate privind respectarea condițiilor impuse;
- controlul organizării de șantier;
- controlul depozitării materialelor;
- controlul aplicării și realizării tuturor lucrărilor de refacere ecologică a zonei.

Se recomandă ca organizarea fazei de dare în funcțiune să se facă într-un mod care să permită stabilirea parametrilor reali de funcționare în raport cu asigurarea unui impact minim asupra mediului și adoptarea programului de exploatare în raport cu parametrii reali stabiliți.

În perioada normală de funcționare, minimizarea impactului asupra mediului se va asigura prin:

- utilizarea capacității centralei în funcție de debitele din albie;
- asigurarea debitului salubru și de servitute în albie;
- gestiunea tuturor factorilor ce pot avea un impact asupra zonei în cauză (ape menajere, deșeuri etc.);
- realizarea și întreținerea lucrărilor de refacere ecologică.

În perioade speciale, minimizarea impactului asupra mediului va urmări:

- asigurarea și protecția instalațiilor și amenajărilor în cazul apelor mari și a viiturilor;
- sistarea activității în perioade de ape mici sau de prohibiție.

3. Evaluarea ciclului de viață

Prin grupa de standarde ISO 14040 se promovează un nou concept în analiza relației cu mediu a unui produs prin care evaluarea se referă la toată durata vieții produsului „de la naștere la moarte”, adică de la generarea

materiilor prime sau utilităților necesare realizării produsului până la transformarea produsului în deșeu și a acțiunilor de integrare a acestuia în natură.

Evaluarea ciclului de viață (ECV) este una dintre cele câteva tehnici de management de mediu (de exemplu evaluarea riscului, evaluarea performanței de mediu, auditarea de mediu și evaluarea impactului asupra mediului) și este definită astfel: „*interpretarea și evaluarea elementelor de intrare și a celor de ieșire și a impacturilor potențiale asupra mediului ale unui sistem-produs pe parcursul ciclului de viață*”.

ECV poate ajuta la:

- identificarea oportunităților de îmbunătățire a performanței de mediu a produselor în diferite puncte din ciclul lor de viață;
- informarea factorilor de decizie din industrie, organizații guvernamentale sau neguvernamentale;
- selectarea indicatorilor relevanți ai performanței de mediu, inclusiv a tehnicilor de măsurare;
- marketing.

Cele 7 principii ECV ar trebui utilizate ca îndrumări pentru deciziile referitoare atât la planificarea cât și la efectuarea unei ECV:

- a. *Perspectiva ciclului de viață*
- b. *Orientare către mediu*
- c. *Abordare relativă și unitate funcțională*
- d. *Abordare iterativă*
- e. *Transparență*
- f. *Integralitate*
- g. *Prioritatea abordării științifice*

Deciziile din cadrul ECV sunt de preferință bazate pe științele naturii. Dacă acest lucru nu este posibil, pot fi utilizate alte abordări științifice (de exemplu din științele sociale și economice) sau se poate face referire la convenții internaționale. În cazul în care nu există nici o bază științifică sau justificare care să aibă la bază abordări științifice sau convenții internaționale, atunci deciziile vor fi luate în baza unor valori alese.

Studiile ECV cuprind patru faze:

- faza de definire a scopului și domeniului de aplicare;
- faza de analiză a inventarului;
- faza de evaluare a impactului;
- faza de interpretare.

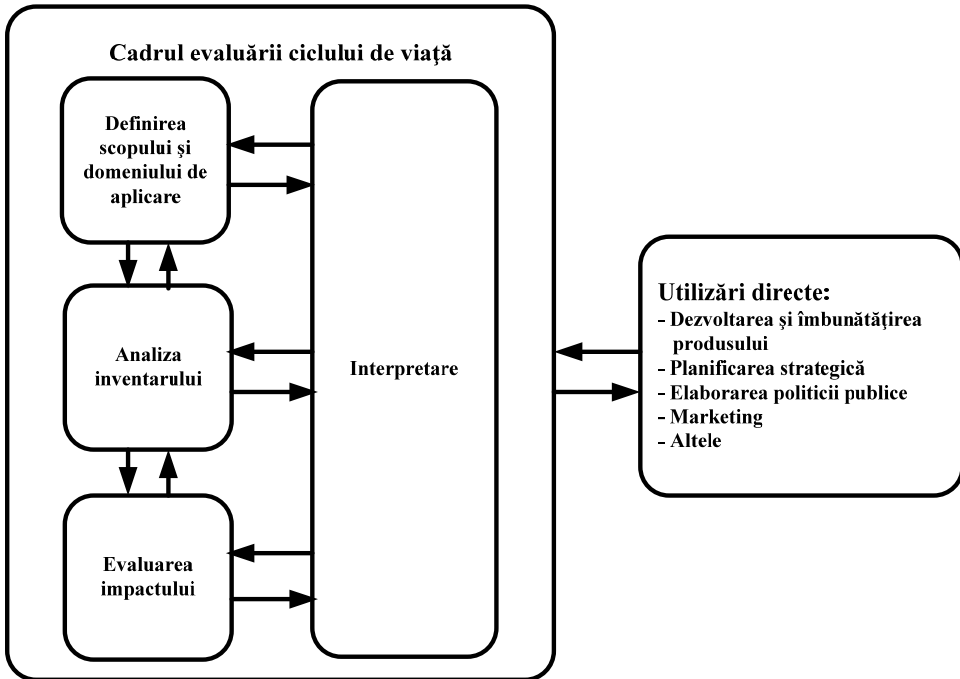


Figura 1. Fazele unei ECV

Pentru a scădea probabilitatea de apariție a unor neînțelegeri sau a unor efecte negative asupra unor părți interesate externe, un comitet de părți interesate trebuie să realizeze analizele critice asupra studiilor ECV atunci când rezultatele urmează să fie utilizate în sprijinul unei afirmații comparative destinată să fie făcută publică [2].

4. Evaluarea impactului asupra mediului (metoda ilustrativă, metoda matriceala)

Metodele utilizate pentru evaluarea globală se numesc metode de interpretare, dar pot fi privite și ca metode de integrare. Metodele de evaluare globală sunt, în general, de tipul multicriteriu și pot să reprezinte abordări de tip calitativ, cât și cantitativ.

Din categoria abordărilor de tip calitativ fac parte metodele de evaluare ilustrative și respectiv cele experimentale. Metodele de evaluare ilustrative folosesc hărți sau grafuri de suprapunere (metoda suprapunerilor), liste de control, matrice (metode Leopold), diagrame, relații.

Metodele experimentale se referă la evaluarea stării mediului de către grupuri de experți, care se bazează pe raționament profesional și experiență anterioară.

Metodele pur analitice, folosesc un aparat matematic complex și o tehnică de calcul modernă, pentru o abordare cantitativă a problemei evaluării globale a stării actuale sau de perspectivă a mediului.

4.1. Metoda matricială generală de evaluare globală a impactului

Evaluarea impactului asupra mediului are la bază legile de mediu și proceduri de analiză proprii fiecărei țări. În general, evaluarea impactului încă mai reprezintă un grad ridicat de subiectivitate, fapt relevat de caracterul contradictoriu al informațiilor ce provin de pretutindeni. Dacă evaluarea condițiilor existente de mediu - în cazul auditului sau bilanțului de mediu - poate fi efectuată cu un grad mare de precizie și corectitudine, prognozele în cazul studiilor de impact trebuie să țină seama de noile metode și dezvoltarea tehnicilor existente.

În majoritatea cazurilor, scopul principal al evaluării impactului unei activități constă în descrierea modificărilor intervenite în mediu. Atunci când există o variație uniformă a poluării, evaluarea impactului se poate realiza cu un grad mare de precizie.

Problemele la care trebuie să răspundă o concepție sau o metodă de evaluare a impactului sunt:

- dacă datele existente sunt suficiente;
- dacă există valori standard limită sau criterii general acceptate, care pot fi utilizate pentru a diferenția nivelele semnificative ale impactului;
- dacă există metodologii cantitative/statistice, adecvate pentru descrierea obiectivă a nivelelor impactului, sau se face o evaluare subiectivă;
- dacă există evaluări anterioare care să fi condus la acțiuni similare.

Desigur, condițiile ideale pentru a evalua impactul constau în existența unei bănci de date specifice atât unității ce se analizează cât și zonei unde este amplasată, existența unor modele anticipative testate, cunoașterea nivelelor critice ale impactului, iar analiza subiectivă trebuie redusă la minimum.

Metodele de evaluare pot fi grupate în două grupe:

1. metode care utilizează valori empirice care să genereze tehnica de prevedere a condițiilor, tehnica de prevedere a modificărilor de mediu în viitor;

2. metode care utilizează măsurători relative pentru prevederea diferențelor între 2 seturi de modificări (metode comparative).

Evaluarea comparativă reprezintă metoda principală în aprecierea impactului produs de o activitate. Trebuie să existe o echivalență în descrierea impactului potențial al mediului pentru fiecare activitate. Metodologiile propuse prin „lista sistematică“ sau „de control” și „matrice” sunt specifice pentru compararea activităților.

Lista sistematică prezintă un sumar al acțiunilor propuse, având o singură coloană. Lista furnizează relativ puține elemente care caracterizează natura și fazele unei activități: proiectare, construcție operațională.

Metoda matricei reprezintă cel mai folosit instrument al metodologiei de evaluare a impactului. Matricea reprezintă un tabel, unde în coloane sunt poziționate activitățile care pot cauza impact asupra mediului, în timp ce liniile reprezintă criteriile care vor determina alegerea unei activități. În fiecare celulă a matricei poate fi marcată o concluzie care să indice măsura în care activitatea este susceptibilă de a avea un efect negativ sau pozitiv la criteriul indicat. Adesea, concluzia reprezintă o valoare numerică sau simbol, indicând nivelul intensității efectului.

4.2. Metoda ilustrativă de apreciere globală a stării de calitate a mediului (metoda Rojanschi)

Pentru aprecierea impactului unor activități umane asupra mediului, cât și pentru urmărirea evoluției în timp a fenomenului de poluare a mediului, se simte nevoia utilizării unei metode de evaluare globală a stării de sănătate sau de poluare a mediului la un moment dat.

Simpla enumerare a stării fiecărui component (apă, aer, sol, sănătate umană) nu este suficientă în anumite cazuri, nefiind posibilă evidențierea efectelor de interdependență între componentele mediului și nici efectele sinergice în comportarea ecosistemelor.

Condiția de bază ce se cere unei asemenea metode este aceea de a permite compararea stării mediului la un moment dat cu starea înregistrată într-un moment anterior sau cu starea posibilă într-un viitor oarecare, în diferite condiții de dezvoltare.

O astfel de metodă ar permite și o cartare la nivel regional sau macroregional din punct de vedere al stării de calitate a mediului. Ar fi

posibilă în acest sens, evidențierea zonelor distruse ecologic spre care trebuie îndreptat efortul colectivității în vederea redresării ecologice. Pe această bază, în cadrul studiilor de impact, s-ar putea fundamenta deciziile privind acceptarea sau nu a introducerii unei noi activități umane, precum și acțiunile necesare pentru reducerea impactului generat asupra mediului în zona analizată [3].

Pe plan mondial s-au înregistrat diferite încercări de evaluare a stării mediului sub forma unor indicatori sintetici, care se referă însă, de cele mai multe ori la un singur factor de mediu, de exemplu: cantitatea de poluanți evacuată în apă sau aer, exprimată prin indicii de clor, sau poluarea cu metale grele a solului, exprimată prin echivalentul de zinc.

În cele ce urmează se prezintă o metodă de apreciere a stării de sănătate sau de poluare a mediului și de exprimare cantitativă a acestei stări pe baza unui indicator rezultat dintr-un raport între valoarea ideală și valoarea la un moment dat a unor indicatori de calitate, considerați specifici pentru factorii de mediu analizați.

Metoda ce se supune atenției presupune parcurgerea a mai multor etape de aprecieri sintetice bazate pe indicatori de calitate posibili să reflecte o stare generală a unuia din factorii de mediu analizați și apoi corelarea acestora printr-o metodă grafică.

În acest sens se propune încadrarea calității la un moment dat a fiecărui factor de mediu într-o *scară de bonitate*, cu acordarea unor note care să exprime apropierea, respectiv depărtarea de starea ideală.

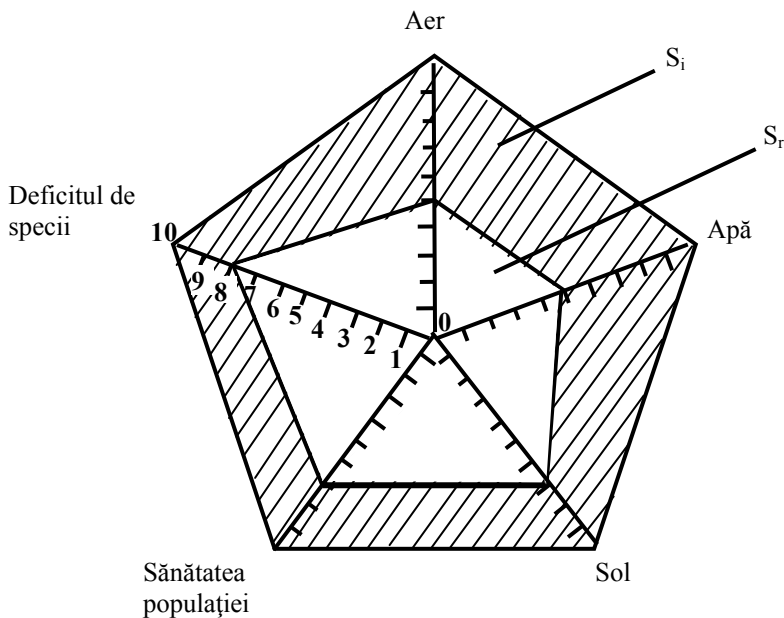
Scara de bonitate este exprimată prin note de la 1 până la 10, unde nota 10 reprezintă starea naturală neafectată de activitatea umană, iar nota 1 reprezintă o situație ireversibilă și deosebit de gravă de deteriorare a factorului de mediu analizat.

În general se consideră că este posibilă aprecierea mediului dintr-o anumită zonă și la un moment dat prin:

- calitatea aerului,
- calitatea solului,
- calitatea apei,
- starea de sănătate a populației,
- deficitul de specii de plante și animale înregistrat (indice de biodiversitate).

Fiecare din acești factori se poate caracteriza prin câțiva indicatori de calitate reprezentativi pentru aprecierea gradului de poluare și pentru care există stabilite limite admisibile. În funcție de înscrierea în limite normate se acordă notă de bonitate.

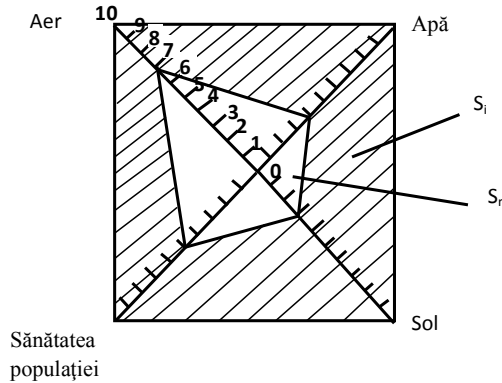
Notele de bonitate obținute pentru fiecare factor de mediu în zona analizată servește la realizarea grafică a unei diagrame, ca o metodă de simulare a efectului sinergic. Figura geometrică este un triunghi echilateral când se analizează trei factori de mediu, un pătrat când avem date pentru patru factori de mediu și poate fi un pentagon regulat când se au în vedere cinci factori de mediu (fig. 2, 3, 4).



$$I_{PG} = \frac{S_i}{S_r} = \frac{21 \text{ cm}^2}{8,2 \text{ cm}^2} = 2,6 \quad (1)$$

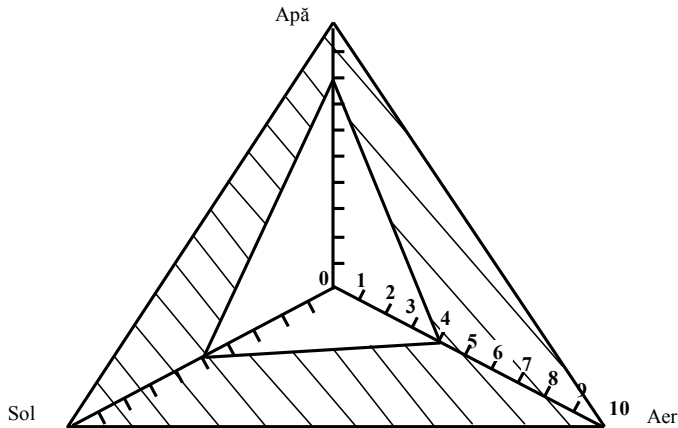
Figura 2. Calculul indicelui de poluare globală în situația analizării a cinci elemente exprimând calitatea mediului

(I_{PG} = Indicele stării de poluare globală; S_i = suprafața figurii geometrice ilustrând starea ideală a mediului; S_r = suprafața figurii geometrice ilustrând starea reală a mediului la un moment dat)



$$I_{PG} = \frac{S_i}{S_r} = \frac{18,6 \text{ cm}^2}{4,51 \text{ cm}^2} = 4,0 \quad (2)$$

Figura 3. Calculul indicelui de poluare globală în cazul când se analizează calitatea a patru factori de mediu (I_{PG} = Indicele stării de poluare globală; S_i = suprafața figurii geometrice ilustrând starea ideală a mediului; S_r = suprafața figurii geometrice ilustrând starea reală a mediului la un moment dat)



$$I_{PG} = \frac{S_i}{S_r} = \frac{11,7 \text{ cm}^2}{3,36 \text{ cm}^2} = 3,48 \quad (3)$$

Figura 4. Calculul indicelui de poluare globală în cazul când se analizează calitatea a doar trei factori de mediu (I_{PG} = Indicele stării de poluare globală; S_i = suprafața figurii geometrice ilustrând starea ideală a mediului; S_r = suprafața figurii geometrice ilustrând starea reală a mediului la un moment dat)

Starea ideală este reprezentată grafic printr-o formă geometrică regulată cu razele egale între ele și având valoarea a 10 unități de bonitate.

Prin unirea punctelor rezultate din amplasarea valorilor exprimând starea reală se obține o figură geometrică neregulată, cu o suprafață mai mică, înscrisă în figura geometrică regulată a stării ideale.

Indicele stării de poluare globală a unui ecosistem - I - rezultă din raportul între suprafața reprezentând starea ideală - S_I - și suprafața reprezentând starea reală - S_r .

$$I_{PG} = S_I / S_r$$

Când nu există modificări ale calității factorilor de mediu, deci când nu există poluare, acest indice este egal cu 1. Grafic, figura geometrică ilustrând starea reală a mediului se suprapune pe figura ilustrând starea ideală.

Când există modificări în calea factorilor de mediu, indicele

I_{PG} va căpăta valori supraunitare din ce în ce mai mari pe măsura reducerii suprafeței triunghiului, pătratului sau pentagonului real.

În vederea analizării tuturor situațiilor și întocmirii unei scări a indicelui de poluare globală s-au calculat valorile acestui indice pentru cazurile posibile. Se constată posibilitatea întocmirii unei scări de la 1 la 6 pentru indicele poluării globale a mediului, după cum urmează:

- $i = 1$ - mediu natural neafectat de activitatea umană;
- $1 < i < 2$ - mediu supus efectului activității umane în limite admisibile;
- $2 < i < 3$ - mediu supus efectului activității umane, provocând stare de disconfort formelor de viață;
- $3 < i < 4$ - mediu afectat de activitatea umană, producând tulburări formelor de viață;
- $4 < i < 6$ - mediu grav afectat de activitatea umană, periculos formelor de viață;
- i peste 6 - mediu degradat, impropriu formelor de viață.

Avantajele metodei constau în faptul că:

- oferă o imagine globală a stării de sănătate a mediului, a calității acestuia, la un moment dat;
- permite compararea între ele a unor zone diferite cu condiția ca acestea să poată fi analizate în baza acelorași indicatori;
- permite compararea stării unei zone în diferite momente în timp, oferind posibilitatea urmării atât a calității diferiților factori de mediu cât și a calității globale a mediului în zona respectivă;

- posibilitatea stabilirii unei legături directe între sănătatea mediului și sănătatea populației;
- se asigură utilizarea activă a unui enorm fond de date privind parametrii de stare a mediului ce se obțin în urma funcționării sistemului de monitoring la nivelul național.

Dezavantajul metodei constă în nota de subiectivitate generată de încadrarea pe scară de bonitate și care depinde în primul rând de experiența și exigența analizatorului, precum și de posibilitatea aprecierii limitelor pentru toți indicatorii care caracterizează mediul la un moment dat și a ponderii acestuia în determinarea stării generale de calitate a mediului.

Din cele prezentate în acest capitol se consideră că este de reținut importanța și utilitatea evaluării globale /integrate a impactului produs de o anume activitate asupra mediului.

O astfel de apreciere permite factorilor de decizie fundamentarea tehnico-științifică a unor hotărâri privind: prioritizarea zonelor degradate ecologic, orientarea unor fonduri de remediere a mediului.

În elaborarea unor astfel de modele este necesar totuși să se aibă în vedere:

- un grad cât mai mare de obiectivitate;
- coerența etapelor parcurse;
- reproductibilitatea;
- relevanța modelului pentru o gamă semnificativă de situații.

5. Ghiduri de bune practici

La nivel general, dar și pentru amplasamente sau echipamente specifice, se vor realiza ghiduri de bune practici.

Aceste ghiduri vor conține prevederi de ordin general, ca de exemplu¹⁰:

- asigurarea funcționării corecte a aparatelor de reglare existente;
- dezvoltarea unui program de raportare și evaluare a datelor măsurate;
- formare profesională, inclusiv cu însușirea problematicei de protecția mediului sau protecția muncii;
- optimizarea mentenanței energetice;
- formarea de grupuri de lucru stabile specializate în activitatea respectivă.

¹⁰ www.anre.ro – Ghid pentru întocmirea Programului de îmbunătățire a eficienței energetice pentru unități industriale în conformitate cu art. 9(a) din Legea nr. 12/2014

Ghidurile vor avea prevederi cu trimitere directă sau indirectă la problematica de mediu. Se pot cita printre altele:

- asigurarea mentenanței, inclusiv cele privind indirect protecția mediului (controlul emisiilor, zgomote, vibrații, colectarea uleiurilor uzate, colectarea selectivă a deșeurilor solide – metal, plastic, ceramică, cabluri, etc.);
- eliminarea consumurilor nejustificate;
- efectuarea periodică de audituri interne de către conducere pentru îmbunătățirea programului de activități;
- aplicarea BAT-uri și BEP-uri și certificare ISO 9001, ISO 14001.

Aceste ghiduri vor fi aduse la cunoștința lucrătorilor implicați în activitățile organizației respective.

Ghidurile vor fi actualizate periodic, în funcție de re tehnologizări, modernizări sau de promovarea de noi reglementări legislative din domeniu.

6. Economie circulară

Un concept actual ce poate fi avut în vedere, mai ales în sectorul energetic este cel al *economiei circulare*. Conceptul se aplică mai ales în sectorul termoelectric, unde apa utilizată în procesul de bază se recirculă în procente ce pot atinge valori de 80-90%.

Sunt și alte domenii unde se poate aplica acest concept al *economiei circulare*. De exemplu, menționăm stațiile de epurare a apelor uzate orășenești. În acest caz, apa uzată avansat epurată poate fi utilizată ca apă de irigații sau ca apă menajară. De asemenea, nămolurile rezultate pot fi utilizate, după anumite procese de prelucrare ca îngrășământ, cunoscut sub denumirea de compost.

7. Concluzii

Societatea umană are nevoie crescândă de energie. În aceste condiții sunt gândite și promovate noi metode/tehnici de generare a energiei.

În strategia energetică a UE adoptată de CE la 24 octombrie 2014 au fost stabilite următoarele obiective: reducerea cu cel puțin 40% a emisiilor de GES față de nivelul din 1990; creșterea cu 27% a ponderii energiilor regenerabile în consumul de energie; îmbunătățirea eficienței energetice cu 20% cu scopul de a ajunge la 30%; interconectarea a cel puțin 15% din sistemele de energie electrică ale UE.

În prezentul material au fost trecute în revistă anumite concepte privind analiza alegerii unei anumite modalități de generare de energie, în funcție de evaluarea ciclului de viață, de impactul minim asupra mediului, de aplicare a economiei circulare. Promovarea unui anumit tip sau altul de analiză depinde de specificul activității, de contextul și de cadrul geografic în care se face analiza.

REFERENCES

- [1] SR EN ISO 14040:2007
- [2] V. Rojanschi, F. Grigore-Rădulescu, „Sisteme de management: concepte și aplicații”, Ed. Prouniveritaria, ISBN 978-606-26-0384-7, București, 2015.
- [3] V. Rojanschi, F. Grigore-Rădulescu, Ș.Duduman - „Assessing the environmental impact induced by hydroengineering works”, Revista Energetica, ISSN 1453-2360, pp. 280 – 285, volumul 63, nr. 7/2015
- [4] www.europarl.europa.eu

BUSINESS MODELS FOR THE ENERGY FIELD. ENERGY STORAGE AS A BUSINESS OPPORTUNITY

MODELE DE BUSINESS PENTRU DOMENIUL ENERGETIC. STOCAREA DE ENERGIE CA OPORTUNITATE DE ACTIVITATE PROFITABILĂ

Dan LOGHIN¹

***Abstract.** The business model typology presented here is directly related to the energy storage activities commonly seen as business. The most important aspect to be debated is whether Transelectrica could manage such business. The related characteristics of such business, the limits and the necessary degree of adaptability are notably described. The paper reviews the general models for the energy field and then slightly modifies the business models for a transmission system operator like Transelectrica. Its option leads to the network of storage capacities, seen as power reserve networks that can replace or overlap the classic power reserves.*

Keywords: energy storage, business model.

***Rezumat.** Tipologia modelelor generice prezentată în articol este legată direct de stocarea energiei, activitate care formează o afacere în sine. Aspectul cel mai important dezbătut aici este dacă Transelectrica poate administra o astfel de activitate profitabilă. Sunt prezentate caracteristicile asociate unei afaceri de acest tip, limitele acesteia și gradul necesar de adaptabilitate. Lucrarea prezintă modelele generale din domeniul energetic și adaptează aceste modele pentru un operator de sistem – un OTS. Opțiunile conduc către capacități de stocare, văzute ca și rezerve de putere care pot înlocui sau suplimenta rezervele existente.*

Cuvinte cheie: stocarea energiei, model de afacere.

¹ Dr.eng.Ec. Dan LOGHIN, DM OMEPA, Transelectrica, Bucharest, Romania,
e-mail: iordache.loghin@transelectrica.ro, dan.loghin@yahoo.com

1. Introduction

The evolution of energy demand has become less and less predictable and controllable. On the other hand, the energy related industry is in the process of reinventing itself. The obsolete technology used for power generation proved its limits. A certain minimum of evolution seems to be about to take place.

The Distributed Generation implies that the energy transmission and distribution networks have no longer the same strategic value as in the past and also they are no longer a valuable support and objective of the future development. More or less visible, the intermediate services between production and consumption are slowly disintegrating. The ability to assimilate new technologies in a timely manner also slowed down.

Some short and medium term trends for the energy industry are, as listed below [1]:

- Reaching and exceeding the parity between conventional and renewable energy production;
- Decreasing effective costs of the energy generation. Acknowledged costs of energy generation are incurred; • Energy storage on an increasingly large scale. The storage capacities owners could also be asserted as virtual energy producers;
- More (and more) decentralized or locally efficient energy networks, as well as parallel virtual "networks".
- The omnipresence of “behind the metering” equipment - of energy own production and self-consumption, especially outside the networks. The prosumers become more and more present.

Following from the above, the initial positioning, further repositioning and controlled evolving of every participant on the energy market could be essential for the benefit of the entire market. Among these participants and their cooperative games, the TSO will be considered as representative for the network but implicitly inner oriented towards its network. Consequently, the TSO could have and follow a strategy of expansion to a wider area of action, in addition of its current one. The table below summarizes these types of evolution.

2. OTS related Business Models. Generic tipology

Future roles	Energy provider	Integrator	Facilitator	Optimiser
	<i>Assets oriented</i>	<i>System oriented</i>	<i>Value oriented</i>	<i>Opportunities oriented</i>
Primary interest domain	Power generation	Transmission or Distribution	Distribution or Client	Client
	Energy production management - at the level of <i>minimal doing</i>	New Fields and Territories to participate or co-participate	Migration towards alternative roles and (closely) related fields of activities	New models of business or maturity of the new business models
<i>Slogan</i>	<i>It must do</i>	<i>It will be done</i>	<i>It should be done</i>	<i>It could be done</i>
Essential tendencies	Assets optimisation (utilisation and acquisition) and, simultaneously, orientation towards markets' prices evolution	Network (own or in joint administration with other developers) interconnection facilitation	Strengthening and increasing the value and utility of the network for all its own shareholders	Permission granted to customers to improve their own technology beyond meters.
	Achieving a solid balance between own assets base and the significant transactions in terms of (hedging) risks.	Extended implementation of (new) technologies or equipment in the distribution networks	Solving the problem of how technology could improve the system performance and the customers' involvement.	Broad involvement of the customers/consumers aiming to increase the value of supply through advanced data mining/analysis.

Figure 1. Future tendencies in the business field for a TSO

A TSO should be considered the main actor of its power system. However, other players could play on its market, from the same or adjacent markets or fields of activity, even power transmission. A TSO can also overcome its current limitations and regulations to prove itself as an interconnections facilitator: with other power transmission networks and other energy systems in the area, as a high technology promoter. The profitability of a TSO lies in the regulated assets and therefore the TSO should have regulated rates of profit or even constant marginal profit. However making profit from the power transmission assets (lines and stations, holding portfolios - if applicable) tends to be no longer enough. A further opportunity might be found in the field of energy storage.

Another paradigm can be outlined here: the transmission network is not a network from or up to a certain voltage threshold but a viable network that connects the essential power plants and consumers - namely "the entries to orderly and balanced communities of consumers".

3. Business models related to a TSO.

The tables below outline the business models in the energy field. Other players could be able to provide energy for no-name consumers and, on the other hand, self-producers/prosumers – consumers dedicated to that energy source – could have their own role on the market. This is already visible. Same considerations could be drawn if distribution companies and other energy network developers could claim their role in power transmission. Even the end-consumers and consumers cooperatives or communities with an appropriate interest could claim the same role.

<i>Values chain</i>	<i>Energy generation</i>	<i>Power transmission</i>	<i>Power distribution</i>
<i>HIGHER degree of integration</i>			<i>Lesser degree of integration</i>
Business field or activity	Prosumers' power generation and/or dedicated consumers power generation	Network management Network developer	Own network management Own network developer
<i>Tendency towards rewarding assets</i>			

<i>Values chain</i>	<i>Wholesale energy market</i>	<i>Retail energy market</i>
<i>HIGH integration degree</i>		<i>Lesser degree of integration</i>
Business field or activity	Product innovation Business partners	Product innovation Partner of (business) partners Virtual entities on the energy market
<i>Tendency towards rewarding assets</i>		<i>Tendency towards rewarding services</i>

Figure 2. Generic types of businesses related to the energy field

4. The main business models for a TSO are listed below.

4.1. Model A. The TSO as a developer of its own power transmission network

A TSO, sooner or later, reaches a maximum of its relevance and importance as a major decision-maker of the control of its own transmission network and a maximum degree of control of this network. Moreover, the TSO could still play a role, sometimes important and, very rarely, decisive, namely maintaining an equilibrium among the distribution networks. On the other hand, its relevance as an "Observer" of local power/distribution systems could be (very) useful or mutually useful. These are the limits of its strategic "movements" on the market.

A TSO connects large energy generation plants or centers with consumer communities. As such, a TSO could constantly create and recreate a network - its own or a participatory one -, which is or (re) becomes the network it operates and which has the principal and, most often, the only role, to connect the power plants for large-scale energy production and consumers, a large scale that should have been sufficiently rewarding for the scale for which they operate.

These "large" plants are usually geographically distant or remotely situated from the places of consumption. We could consider here, firstly, the large hydroelectric plants and the large wind farms. But that involves, from the very beginning, a restriction, a tendency and, later, a dedication of the transmission network for these large(r) energy-efficient sources of energy and not for large communities of consumption. The profitable transmission of produced energy means, in fact, this constraint: more desirable, larger centers of energy production connected with "consumer worlds" - worlds organized by a number of distributors.

So far, this is only theoretically necessary from the point of view of economic energetics, only such infrastructure becomes or remains profitable, namely a network allocated to profitable plants and dedicated to at least useful consumption. But even if it relies on cost-effective centers, a carrier can exit the area of profitability without cost-effective administration of this network. This means, in fact, the following cases:

1. TSO's ability to support a business model.

Such an operator must have, create and maintain its own collection of historical data on its activity, with the analysis and conclusions attached.

The TSO should also have (access to) excellent capabilities in designing, operating and effectively managing the network and supporting infrastructure.

The key of his business thus becomes maintaining a general state of "wellbeing" of the energy system of which it is a part. *It is thus equivalent to the Chinese adage that says a patient pays his doctor only when he is or remains healthy.*

2. The wholesale market and the relationships of the TSO with such a market involve the ability to manage or participate in its administration in the most effective form. This means managing the demand and supply of energy at this level in real time and formally flawlessly. Creating an advanced degree of confidence is essential.

Such a market forces fair and equitable relationships with those it needs in fulfilling its tasks: owners of goods or with goods that reach the interests of TSO's or can be made available to its projects, communities, authorities, customers and equipment suppliers.

The business model of a TSO includes here a first great opportunity: what TSO wants is to create and maintain an impeccable network of own investors (potentialmostly) and / or partners and / or of potential co-partners for various projects - related to this administration. These investment partners are or are quickly becoming useful in terms of access to finance with low costs and useful conditionality on the credit market.

As energy management moves, step-by-step, from small (and local or self-producers and networks that allow them to connect) to large sources (or portfolios interconnected by small resources) and to effective management of the network that connects these large sources, sometimes to virtual connecting platforms, the number of connections with the facilitators of individual or collective creation or administration of these sources grows or diversifies and becomes more and more complex.

3. Directly following the above, the activity of a TSO can also be oriented towards identifying new locations for large scale energy production - within its own market or in/for new markets: from renewable sources and for flexible production from conventional sources and the network extensions required for them. Establishing and preserving rights regarding

these new locations and the opportunities associated with them, e.g., the right of pre-emption, are not unnecessary. Even just as "promises", they can be included in the portfolio which can raise the value of a company's portfolio of assets and "sensitize" the market.

The issue here is to be able to orient present applications, especially on the wholesale market, to such projects or opportunities.

It also has a somewhat more "volatile" purpose, to be able to influence the "network" of its own risks or attached to the energy transmission network it manages.

In fact, currently managing at least a high level of efficiency of the network's own connections can allow for increased productivity and lower operating costs. Beyond this, but also more subtle, are the modeling and reshaping of alliances with energy distributors, which allow the transition to another scale of participation in the distribution of income and opportunities. Moreover, new investment opportunities can be created at that scale, in co-participation or not.

What could a TSO do for itself and for its development under its own natural monopoly conditions? It is mandatory and it derives implicitly from its own purpose - the relationship with the distribution operators is essential. Further, it is possible to reach alliances for creating and developing large-scale opportunities, mainly large-scale energy production plans.

Contacting partners or independent investors to invest in the development of renewable energy projects, projects with lower costs. Recovering the own operational procedures to include a larger vision of the own environment for the activity. Creating a portfolio of forms contracts with energy producers, local or regional administrators and with providers supporting the activity of networks, contracts oriented towards solid performance and cost management.

Under these conditions, what are the risks? Developing strong networks of local or sparsely located sources of energy in urban areas and residential or business communities, micro-networks. These lead to the reduction of the need for the energy transmission network. Developers of networks, including virtual and financial-virtual, that can obtain advantages of the first-come on the market, including new markets. Additional opportunities could create benefits for

market participants from the regulator. These risks cannot be managed by a single TSO. Profitable opportunities:

- Accessing capital with a (lower) cost;
- Own network of partners in the field of energy production, with access to larger projects;
- Solid operations to keep own network costs under control and an effective program to replace the old assets or inferior technology;
- Identification of regions or areas for future expansion;
- A breakthrough in implementing contracts with suppliers for joint or preferential risk management.

4.2. Model B. The TSO as its transmission network administrator

Typically, a TSO is a natural monopoly. It manages the power stability in the grid and coordinates/controls/dispatches the electricity supply and demand to avoid imbalances and interruptions. A new role the TSO can assume is the integration of (unconventional) distribution networks and distributed energy resources for which it can be held responsible. As energy production and the spread of these networks increases the opportunity to manage all interfaces between local energy systems and traditional distribution networks.

Models like this can be stated in areas where energy production and consumption are decentralized, where there is positive and beneficial competition and where the TSO is a natural monopoly. Such models can occur if there are effective capabilities for managing a network, related to both the network assets and the integration of different energy sources at different levels. In this case, it must develop serious capabilities for managing asset-related data and optimizing network activities. The latter capabilities can be supported by smart technologies and multiple sensor use. Monitoring and collecting system performance data become essential, as well as high-level analysis of energy flows, risk of equipment failure and asset damage.

What to do next? It is useful to invest in network's evolution by implementing smart technology throughout the system. It is also useful to move to a higher stage of managing large data collections and analytically assessing energy quality, equipment failures, associated risks and investment

priorities. It is more than useful to anticipate the deployment of future energy resources, including energy storage, micro-networks, distributed generation, electric vehicles and their necessary infrastructure. These will be new services and, in parallel, new rules should be discussed and agreed to cover them. Last but not least, it is necessary to implement unified procedures on a large scale, for example for cost management.

We could list the necessary actions of the TSO to support such a model:

- Agreements with the regulators regarding approvals for investments oriented to advanced capabilities of the system and / or the managed network and / or for the strengthening of the network;
- Developing partnerships with power plants and owners or investors in order to create, operate and manage new connections and interconnections.

Threats and risks:

- High penetration of distributed energy resources outside the meter system and micro-networks;
- New regulations that can allow current distribution operators to have capabilities and activities in the field of power transmission networks.

New opportunities to increase profitability:

- Access to low(er) cost capital;
- Alternative investment recovery mechanisms;
- Data analysis systems;
- Fault prediction software;
- Integration of distributed energy resources.

4.3. Model C. Energy storage as a business. The business model

For simplification we can consider two major situations:

- TSO is the Owner of the storage capacity;
- TSO is the User of one or more storage capacities.

The extension of such an approach is the network of storage capacities, owned, used (exclusively or not) or mixed. An "inverse" extension is the exclusive use of one, more or all of the storage capacities. In

addition, the situation of a full load regime - a total discharge - is a particular case.

The typical business situation refers to the ownership / shared use of storage capacity / capacities. The situation allows the use of blockchain technology.

Necessary actions to be taken by the TSO to do this business:

- Agreements with the regulators regarding the approvals for investments oriented towards storage capacities;
- Same for creating a network of storage capacities;
- Adopting high standards and implementing them;
- Developing partnerships with power generation owners to install, operate and manage storage capacities.

Threats and risks:

- Game of interests of private holders of storage capacities;
- New regulations that can allow current distribution operators to have multiple and superior capabilities and activities in the field of holding and/or managing storage capacities;
- A loading/unloading regime in contretemps or inefficient.

New profitable areas that can be reached in energy storage:

- Improved dispatch;
- Alternative mechanisms for mitigating the reserves costs
- Integration of distributed energy storage resources;
- Blockchain technologies and association of transactions in virtual currencies.

The blockchain technology operates on a decentralized platform, where each participant has access to exactly the same transaction log and/or only the same data regarding transactions with stored energy and/or storage capacities and allowing for each participant to register their own or desired transactions. Each participant contributes directly to data protection, especially its own transactions.

However, the transactions are verified and approved by consensus among the participants in such a network, thus avoiding fraudulent attempts. The entire succession of transactions that are carried out is tracked, ensuring everyone has access to it.

The blockchain technology and associated use can be summarized as below, in the context of energy storage:

- The transactions are pairs of supply-demand. They appear when a request is matched with an offer (or vice versa).

- The strengths of such a concept: they allow "smart" contracts. These contracts allow or help the energy producer / owner to manage their own energy rights. It can allocate quotas or rights to the energy it holds (stored) or can produce.

These contracts are different from conventional contracts. Firstly, because they are an exchange of rights over energy, an exchange that is close to the notion of barter. A certain energy or a right over energy at or from a certain time or a certain entity may be exchanged with another amount or at another time. The exchange unit is not necessarily a real value but can be a conventional unit, respectively "a virtual currency".

Such a transaction can be exemplified as follows: "I own 100 MWh. It is stored for up to three days. It is available at peak hours - preferably. I want a similar energy that can be delivered over a week or upon request. I evaluate my energy at 30,000 handshakes."

- Such transactions may exceed or bypass a third party or a useless or inefficient authority. In the majority of cases, these are exchange equivalence units.

Moreover, it may be energy transactions (stored or produced at a time - derivatives) or trading with energy rights (rights over a storage and production capacity). Transactions are transparent, but they are always pairs, a Demand and an Offer. An advantage of this technology is its public nature.

All transactions can be viewed and validated. Alternative requests or offers are available including the transaction prices. This allows an overview at any time of the transactions and their developments, by consulting the transaction log. Moreover, one can consult records related to the actual energy producers, as well as the owners of the energy produced and / or stored. The ownership of the energy or the rights to the energy as well as their transfer can also be viewed.

4.4. Prices

The tradable energy, available, unavailable, or that is already traded, may have a (real, concrete) non-compliant or insufficient price. Following

the evolution of prices throughout the transactions allows detecting the dynamics of these prices. The utility is obvious. Prices can evolve, conveniently, according to demand and supply. If the price control is available, the pricing can only be imposed directly by the manufacturer without a whole network of intermediaries. And this is possible dynamically, a competitive advantage.

A set of micro-metering capabilities of energy and / or traded power can be retained and developed. As such, services can be developed for micro-measuring the energy extracted from the storage capacities, for example, and for micro-valorizing these extractions according to various characteristics: the trivial one of the hourly interval but also according to the energy use. The power used for the production of a certain "slice" of energy and the "depreciation" of this price depending on the anomalies of delivery / consumption (interruptions, quality, etc.), can be micro-measured on intervals and on fields of use. Each "slice" of energy, as measured, can be assigned its own virtual currency. This is because trading can refer only to certain characteristics of the energy - e.g., the delivery time interval - and the "non-consumed" energy may have a different price, automatically and not through the intermediation of authorities. We are talking here about virtual currency, exchange equivalence.

The major advantage. The most important advantage of such a technology is the establishment of a system of trust and reputation. Both consumers and producers, as well as the participants in the transactions, can check each other. This can allow for closer collaboration and more open behavior as well as promoting cooperation. Participants who do not fulfill their contractual obligations or play with transactions can see their actions recorded and can be blamed for inappropriate behavior.

4.5. Model D. Investments in storage capacities. Generic examples

A set of tables with economic values related to (investments in) electricity storage is thought-provoking. The values are very close to the reality of today. The tables contain the current optimal values for various storage sources and are based on the Lazard Report of November 2017. The respective tables are presented below.

5. Conclusions

The business models presented above (a typology is summarised in Figure 2) are applicable in and for the energy and power market and even more to activities and operators with regulated activity (also a tupology for OTS is presented in Figure 1). However, the tariffs are limiting and do not allow, in most cases, the actual investment sufficiently and more beneficially than simple capital expenditures - even in contradiction with the status of a listed company.

Any business model can be applied if it is based on the relationships of the respective operator with the regulator on which it depends, in the possible scope of extension of its activity. Limitation of this kind quickly leads to a shortage of equity, to a decapitalization of the operator or, as the current case is, to the inaccessibility of raising capital.

Therefore, any promising attempt can be channeled in three directions: a solid negotiation with the regulator for a sufficient economic triple, then a reduction of costs without unnecessary internalizations and without harmful outsourcing and, above all, a wise administration of the network, parallel networks, sub-networks, surcharges and interconnection points of common interest.

An energy storage activity/business is dedicated for the TSO, in order to replace the power reserve with stored energy that leads to the integration of a network of storage capacities.

Such networks of storage capacity may be growing under different interested owners, interests and uses. Here the flow of loading/unloading of storage capacities follows a model of energy trading and contracting rather than one of demand/supply type or of energy stored for limit situations. In such cases and for such types of loading and unloading, blockchain technology, pair-by-pair registers and trading, is of further application

More importantly, such a business model that can be attached to a carrier can withstand trading in crypto-currencies. Although the use of such crypto-currencies is debatable and contested, it introduces into the energy system, in the field of mirror transactions, the collective responsibility of maintaining a level of trust and the equivalent exchange in "non-taxable" currency. Moreover, the purpose is to "get rid" of the bureaucratic brake and excessively bureaucratic authority. Thus, what matters is placing the exchange of energy quantities in time, for desired durations or at desired moments, the exchange being suspended to the levels of mutual trust. The

barter system applies here only as exchange. Crypto-currencies value this exchange for trading pairs, types of transactions and times.

Finally, energy storage is not as cheap as it seems. Even if we assume that it will be (significantly) cheaper over time, the energy storage has a rather low retention compared to expectations. Moreover, the storage itself increases or forces the final price increase of the consumed energy - economically speaking, artificially and low justifiable. Therefore, energy storage has reached its current availability only if it is extremely needed or the lack thereof is too expensive. In the current regulated case, storage capacity is feasible only in cases where its lack is intolerable or it is not an option - even at the regulated level. However, the economic aspect is strongly distorted. This is also the "technical" approach of the decision makers and justifications in the field: "the storage capacity is not economic so the economic part does not count for storage capacity". These decisions will have their "price".

Below it is presented some useful figures in order to temperate some unrealistic enthusiasm. Please note carefully the actual retention time of the energy. However the evolution of this retention so far is optimistic.

Table 1 - Optimal investments fields.

Optimal limits of the investments. Energy storage projects. [2]

Source/Plant	Optimal installed power capacity (equivalent)	Optimal storage energy capacity	Optimal retention of the energy Optimal cycle of load – discharge
Pumped storage plants	60 MW – 1 GW and above	100 MWh – 11 GWh	2 – 22 hours
Hydrogen	0,5 MW – 800 MW	10 – 350 MWh	0,5 minutes – 1 month
Synthetic methane	1 – 1000 MW	10 – 1000 MWh	1 minute – 2 months
Cars batteries (local network)	4 – 80 kW	1,5 – 110 kWh	0,5 sec – 2 hours
Lithium – Ion batteries (any configuration)	3 kW – 12 MW	0,7 – 110 MWh	0,5 sec – 1 day

Table 2 - Optimal cost for storage related investments.

Main investment data, in terms of stored energy amounts. [2]

Source/Plant	Minimal cost of investment capital	Minimal cost of energy storage	Optimal lifetime of the plant
	<i>Euro/kWh</i>	<i>Euro/MWh</i>	
Pumped storage plants	189	135	At least 20 years
Hydrogen	500	Probable 280	0,5 minutes – 1 month
Synthetic methane	510	Probable 300	1 minute – 2 months
Cars batteries (local network)	420	305	10 years
Lithium – Ion batteries (any configuration)	345	237	5 years

Table 3 - Minimal price of the energy storage to be added to the initial energy price.

Main economic data concerning the energy storage. Refferential prices/costs. 2018.[3]

Field	Additional cost to the energy price.
	<i>Euro/MWh</i>
Power transmission	30.90
Peak energy	30.95
Frequency regulation	41.82
Distribution networks	32.20
Micro-grid	93.19
Local network - Island	250.70
Commercial and industrial consumers	61.65
Commercial and industrial equipments consumption	93.20
Homes and residential sites.	110.45

Please note also that the final price of the stored energy should include the additional costs. This is important and very restrictive.

REFERENCES

- [1] *Florin Teodor Tănăsescu*, „Sistemele de stocare a energiei, o soluție pentru optimizarea funcționării rețelelor electrice la care sunt racordate surse regenerabile intermitente”, Buletinul AGIR. Supliment Buletinul AGIR 1/2015 - DEZVOLTAREA DURABILĂ FAVORABILĂ INCLUZIUNII (I), <https://www.buletinulagir.agir.ro/articol.php?id=2222>
- [2] Lazard's levelized cost of energy analysis. Version 11.0 – November 2017.
- [3] Lazard's levelized cost of energy analysis. Version 12.0 – November 2018.

ENVIRONMENTAL ASPECTS SPECIFIC TO THE DENSE SLUDGE EVACUATION SYSTEM IN THE THERMOELECTRIC POWER PLANTS

ASPECTE DE MEDIU SPECIFICE SISTEMULUI DE EVACUARE A ȘLAMULUI DENS DIN CENTRALELE TERMOELECTRICE

Silvia-Maria DIGĂ¹, Nicolae DIGĂ²

Abstract: *In this paper, the authors present the results obtained by applying some algorithms for pre-dimensioning the modern bag filter system for a “Depression assurance system for mixer” in the dense sludge station of a thermoelectric power plant. Three constructive filter variants were compared, determining the deviations of the values of the parameters obtained by calculation from those according to the catalogue data. Within this study, the authors used computer programs of their own conception, developed in the Mathcad version 7.0 programming environment, which allow rapid analysis of pre-dimensional design of a large number of constructive and computation variants of bag filters.*

Keywords: thermoelectric power plant, dense sludge station, depression assurance system for mixer, bag filters, algorithms for pre-dimensioning.

Rezumat: *În această lucrare, autorii prezintă rezultatele obținute în urma aplicării unor algoritmi de predimensionare a instalației moderne de filtre cu saci pentru un “Sistem de asigurare a depresiunii pentru mixer” din cadrul stației de șlam dens a unei centrale termoelectrice. Au fost analizate comparativ trei variante constructive de filtre, determinându-se abaterile valorilor parametrilor obținute prin calcul față de cele conform datelor de catalog. În cadrul acestui studiu, autorii au folosit programe de calcul de concepție proprie, dezvoltate în mediul de programare Mathcad versiunea 7.0, care permit analiza rapidă sub aspectul predimensionării, a unui număr mare de variante constructive și de calcul al filtrelor cu saci.*

Cuvinte cheie: centrală termoelectrică, stație de șlam dens, sistem de asigurare a depresiunii pentru mixer, filtre cu saci, algoritmi de predimensionare.

¹ Prof., Dept. of Electrical, Energetic and Aerospace Engineering, University of Craiova, Romania, e-mail: sdiga@elth.ucv.ro

² Postdoc. Rsch. Eng., Doctoral School of Electrical Engineering, University POLITEHNICA of Bucharest, Romania, e-mail: nicolae.diga@gmail.com

1. Introduction

Total or porous layer filters are part of the **dry mechanical filters category**. Inside such a filter there are a number of canvas bags that are only supported by the gas leakage that passes either from the inside outwards or from the outside to the inside through the insulating filters. When the dust granules are placed on the filters, the strength and efficiency of the filter that removes the particles from the air are increased. When the filters are entirely covered, the filtering operation is prevented.

Total filters cover a very wide range, both in terms of particle size and working temperature, being the most efficient dry particulate removal system. Their average efficiency is very high ($\eta = 99.9\%$), while the efficiency for particles below $5 \mu\text{m}$ is close to 100% [1], [2].

Of the total or porous layer filter category, the most commonly used are:

- *Textile filter bags made of textile fabrics;*
- *Filters of filtered bed made of piled fibers or sand filler.*

The operation of textile filter bags made of textile fabrics is limited by temperatures around $100 \dots 250 \text{ }^\circ\text{C}$ (depending on the nature of the material), but the gas-dynamic resistance is very high reaching $200 \dots 250 \text{ Pa}$. These filters velocities are lower than the cyclone or multicyclone filters.

They find their *use in filtering lower air or cool gas flows*, such as [3], [4]:

- the air from the coal or ash transport route;
- ventilated gases in nuclear installations;
- the air in pneumatic transport.

The separated particles are generally smaller than the pores of the fabric, which is explained by the fact that in this category of filters, in addition to the sieving process, the phenomenon of diffusion of the particles at the surface of the fibbers occurs. This diffusion is accentuated as the dust particle diameter is smaller (less than $5 \mu\text{m}$) and results in the clogging of the filter and the need to replace the fabric.

Filtration is not made by the insulation, but the cloth covering the filters or filler inside, like a honeycomb or porous layer. The cloth may be considered a particular case of the honeycomb or porous layer. In general, the strength of the honeycomb is increased proportionally with time and does not depend on the air stream than at the beginning of use of the filter.

The pressure loss in the honeycomb (the porous layer) is proportional to [5], [6]:

- dust concentration;
- time;
- the square of the superficial air or gas velocity.

The superficial velocity (air or gas crossing speed filtered through the filter surface) $w[\frac{m}{s}]$ is defined as the ratio between the volume flow of air or gases and the filtration surface according to the equation (1):

$$w[\frac{m}{s}] = \frac{\dot{V}_{a(g)}}{S_{F\ filtration}}, \quad (1)$$

where:

$\dot{V}_{a(g)}[\frac{m^3}{s}]$ - the volume flow of air or gases filtered;

$S_{F\ filtration} [m^2]$ - the filtration surface of the filter.

Knowing the initial loss of pressure through the clean filter, it is possible to calculate the time after which cleaning is required, so that the pressure loss through the filter is kept below the required maximum limit.

The experiment has been found that the separation efficiency increases with reduction of the diameter of the fibre, while reducing the pressure loss.

2. Case study. Specific aspects of dimensioning the modern bag filter installation for a “Depression assurance system for mixer” in the dense sludge station of a thermoelectric power plant.

For the evacuation as dense sludge of combustion products of the thermoelectric power plant boilers and desulphurization by-products, the dense sludge station is usually equipped with **3 hydraulic mixers** that provide dense sludge preparation. They are placed under the ash storage silos. Normally, when the boilers are rated loaded, two mixers are in operation and one is in reserve.

These mixers are able to mix all boiler by-products [7], [8]:

- free ash (ash mixture of electrostatic precipitator, from air preheater and economiser) in the form of dry particles;
- furnace slag (slag) in the form of concentrated sludge slag;

- the by-product resulted from the desulphurization of combustion gases as sludge from the gypsum sludge intermediate tank of the flue gas absorber of the block.

The water used for mixing has three sources:

- water from the concentrated slag sludge;
- water from gypsum sludge;
- mixing water is added in the mixer.

Uncleaned water is used to wash the mixer and connected transport equipment. Also, uncleaned water is used to command the mixer backup level.

The ash collected from the boiler is stored in dry form in dry ash silos through the ash collection and transport system. The concentrated slag sludge is delivered by the pumps of the concentration system of the slag sludge. The by-product to be discharged is generated by the flue gas desulphurisation system to clean the flue gas flow from the boilers. Mixers can use to produce dens sludge a continuous flow of gypsum sludge with a sludge concentration of 50 wt% in an amount imposed by boiler load (enough ash quantities to obtain a self-extracting sludge) [9].

In this **Dense sludge station** there is the **Installation of preparing, mixing dense sludge** which is provided with a depression assurance system for mixer that includes:

- **a bag filter**;
- metallic connection channels;
- an exhaust fan.

The exhaust system of air mixed with ash in the mixer retention vessel removes the ash-filled air that can develop into the retention vessel, while filtering the air and keeping the ash particles inside the system.

The exhaust fan maintains negative pressure in the dense sludge mixer to avoid dusting the environment. The depression in the mixer is controlled by the fan speed.

There is a vacuum circuit breaker (safety valve) between the filter and the mixer. The vacuum circuit breaker opens to the atmosphere when the depression is too high to protect the filter bags. The dried solid particles separated by the bag filter are washed from the bottom box downstream of the filter by a continuous water flow. An open spill ensures a constant level of water in the bottom box.

Continuous water flow is monitored to help maintain the water supply with a corresponding amount of water. The separated sludge of water-solid particles is directed back into the mixer body.

The operating characteristics of the Depression assurance system for mixer are the following [7]:

Bag filter: type Superjet 1M2E - 1500

- Maximum volume flow of filtered air 2500 m³/h

- Dp rated – 15 mbar = 0.015 bar = 1500 Pa ~ 0.15 m H₂O = 150 mm H₂O (It is known that: 1 bar ~ 10 m H₂O; 1bar = 10⁵ Pa)

Exhaust fan: type Silotech P2M-K6F2L - RRb

- Maximum volume flow of filtered air 2500 m³/h

- Dp rated – 4500 Pa ~ 450 mm H₂O (It is known that: 1 mm H₂O ~ 10 Pa)

SuperJet filters (manufacturing *JKF Industri A/S*) [10] are filters over and under pressure (*negative pressure* in this case) are designed to operate continuously. They are made of durable steel to guarantee a solid and easy filter. They are self-supporting (mobile) with adjustable legs and can be installed indoors or outdoors (in this case the filter is installed outdoors).

The side entry of these filters is designed according to the „partial descending current“ principle (Figure 1) and may be of the DS or SJF type. The contaminated air (air + solid particles in this case) passes through the filter and encounters a perforated plate separating most of the dust particles deposited downward through a vertical square pipe. The air diffuses through the perforated plate and filter bags. As a result, fewer particles of air pass through the filter bags and the regulated air flow drives a homogeneous distribution of pressure on the filter surface. Intervals and energy consumed to clean the filter bag are therefore less important.

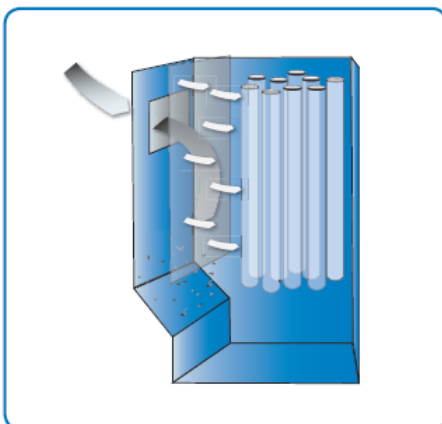


Figure 1. „Partial descending current“ principle [10].

The cleaning system is PowerPulse® type equipped with the ECOPowerPulse® control system. The control system is equipped with a central unit. The communication protocol works with most of the computers and the PLC (programmable logic controller).

The PowerPulse® cleaning system (Figure 2, Figure 3) cleans the filter bags with compressed air. The cleaning arm on which the jet vanes of the system are mounted moves accurately from the bag into the bag and precisely and automatically adjusts the appropriate air pressure by measuring the air velocity through the filter unit. A filter bag is cleaned at a time.

Due to the low jet pressure of the PowerPulse® system from 1.5 to 3 bars, the power consumption is very low, the filter cleaning is uniform and the filter element wear is minimal.

Figure 2. PowerPulse® cleaning in BF models [10].

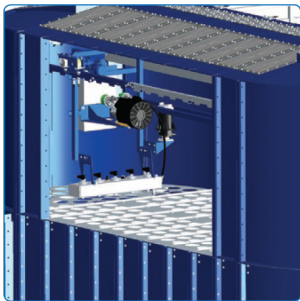
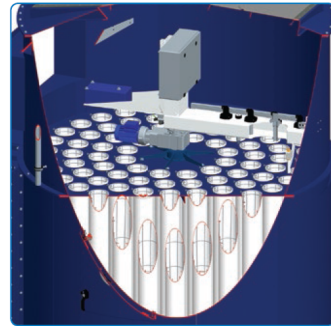


Figure 3. PowerPulse® cleaning in SBF models [10].

The system is available with or without a compressor. The approved ATEX version is configured for external air pressure. The free maintenance dry compressor of 2.2 kW has a capacity of 350 l/min. SuperJet filters are supplied with accessories like a ladder tower mounting in lateral mounting (Figure 4).

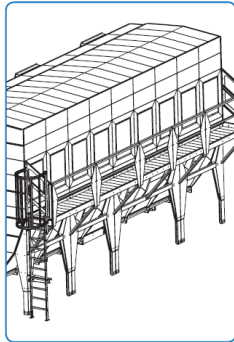


Figure 4. Ladder tower mounting in lateral mounting for SuperJet filters [10].

In Figure 5 is shown a view and a longitudinal section through a SuperJet filter.



Figure 5. View and section through a SuperJet filter [10].

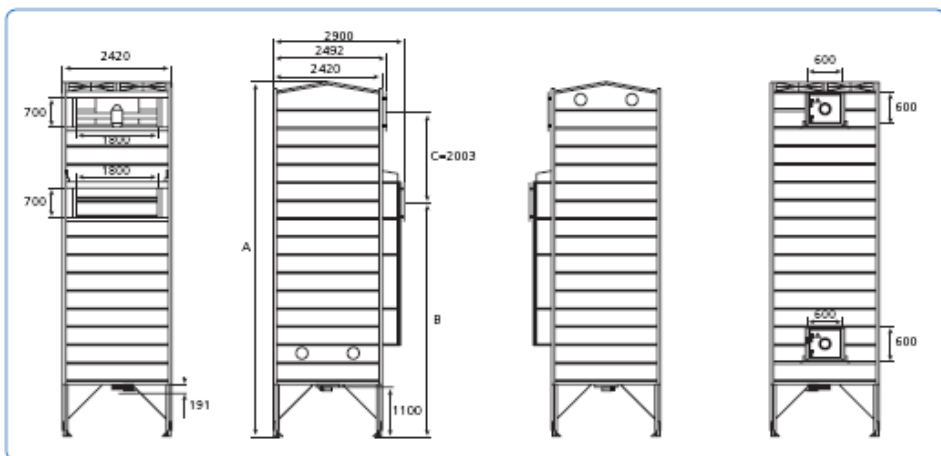


Figure 6. Overall dimensions of SuperJet filters [10].

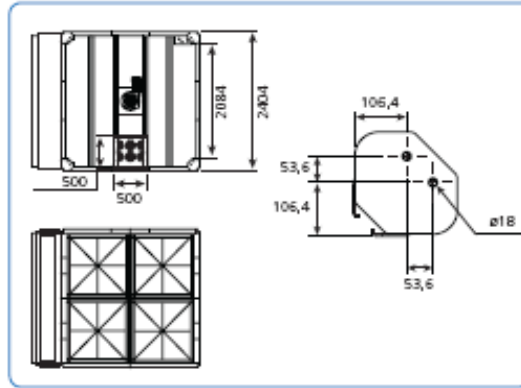


Figure 7. Accessories overall dimensions - ladder tower mounting in lateral mounting of SuperJet filters [10].

Table 1 - Technical characteristics of SuperJet filters [10]

Type	Bag length [m]	Filter surface [m ²]	A [mm]	B [mm]	Weight [kg]
SuperJet-3	3.0	172	7058	4411	3350
SuperJet-4	4.0	220	7858	5211	3790
SuperJet-5	5.0	269	8658	6011	4110

2.1. Pre-dimensioning of the bag filters installation for a “Depression assurance system for mixer“

For the pre-dimensioning of the bag filter installation, the following calculation algorithm, as outlined below for the SuperJet-3 constructive variant, according to Table 1, will be followed. According to the operating characteristics of the installation it is known $\dot{V}_a = 2500 \text{ m}^3/\text{h}$ - the maximum volume flow of filtered air.

The filter surface of a bag with diameter $\Phi = 0.3 \text{ m}$ and length $h = 3 \text{ m}$ is:

$$A_{bag} = \pi \cdot \Phi \cdot h = \pi \cdot 0.3 \cdot 3 = 2.827 \text{ m}^2,$$

The cross-sectional area of the filter is according to the geometrical dimensions from Figure 6 and Figure 7:

$$S_F = 2.420 \cdot 2.084 = 5.04328 \text{ m}^2,$$

- The required number of bags results:

$$n = \frac{S_F}{\Phi^2} = \frac{5.04328}{0.3^2} \approx 56 \text{ pieces,}$$

- The filter surface of the filter results:

$$S_{F \text{ filter}} = n \cdot \pi \cdot \Phi \cdot h = 161.164 \text{ m}^2,$$

- The traversing speed of filtered air through the filter surface is calculated according to the equation (1):

$$w = \frac{\dot{V}_a \cdot 10^2}{3600 \cdot n \cdot A_{bag}} = \frac{2500 \cdot 10^2}{3600 \cdot 56 \cdot 2.827} = 0.431 \text{ cm/s,}$$

- The deviation of the filter surface of the filter obtained by computation from that according to the catalogue data is calculated by the relation (2):

$$\Delta S_F = \frac{S_{F \text{ filter catalogue}} - S_{F \text{ filter}}}{S_{F \text{ filter catalogue}}} \cdot 100[\%], \quad (2)$$

In order to perform calculations according to these computational algorithms, the authors **conceived computational programs developed in the Mathcad version 7.0 [11] programming environment**, resulting the following numerical values for the three constructive filter variants presented in Table 1, which are centralized in Table 2.

Table 2. Results of the pre-dimensioning comparative calculation for the 3 constructive variants of SuperJet filters

Type	SuperJet-3	SuperJet-4	SuperJet-5
The bag length, h [m]	3	4	5
The filter surface of a bag, A_{bag} [m ²]	2.827	3.77	4.712
The filter surface of the filter, $S_{F \text{ filter}}$ [m ²]	161.164	214.885	268.606
The traversing speed of filtered air through the filter surface, w [cm/s]	0.431	0.323	0.259
The deviation of the filter surface of the filter obtained by computation from that according to the catalogue data, ΔS_F [%]	6.3	2.325	0.146

3. Conclusions

From the analysis of the results of the pre-dimensioning comparative calculation for the three SuperJet filter constructive variants, it results that the filter surface values of the filter obtained by calculation are lower than those according to the catalogue data, as can be seen in Figure 8, but the deviations are relatively low with the values shown in Table 2.

It is also noted that as the length of the filter bag increases, the calculated filter surface of the filter approaches that given in the catalogue, being less than this with 0.146 % at a filter bag length of 5 m.

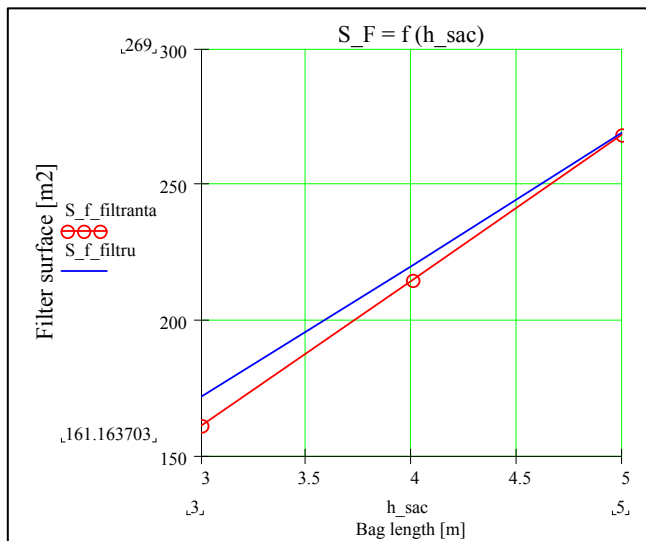


Figure 8. The dependence of the filter surface of the filter: calculated (red) and according to the catalogue data (blue) depending on the length of the filter bag.

It is also observed according to Figure 9 and Table 2, that the air traversing speed through the filter surface, w [cm/s] decreases significantly as the filter bag length increases (decreases by approximately 40 % for $h = 5$ m from the corresponding one for $h = 3$ m).

The own conception computational programs developed in the Mathcad programming environment allow for the application of the used computational algorithms, theoretically for any other type of constructive variant of bag filters, providing in a short time, exact and precise numerical values (up to 3 decimals) [11].

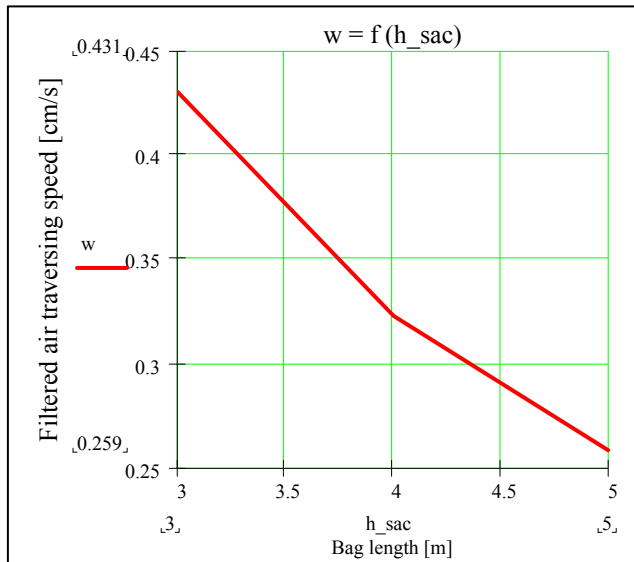


Figure 9. The dependence of the filtered air traversing speed through the filter surface depending on the length of the filter bag.

REFERENCES

- [1] *A. Banu, O. M. Radovici* „Elemente de ingineria și protecția mediului”, Editura Tehnică, București, 2007. („Elements of engineering and environmental protection”, Technical Publishing House, Bucharest, 2007).
- [2] *M. Bică, T. Filipaș* „Mediul ambiant și exergia”, Editura Academiei Române, București, 2005. („Ambient environment and exergy”, Romanian Academy Publishing House, Bucharest, 2005).
- [3] *H. Brauer, Y.B.G. Varma* „Air Pollution Control Equipment”, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1981.
- [4] *S.M. Digă* „Instalații de desprăfuire electrostatică”, Editura Universitaria, Craiova, 2001. („Electrostatic precipitators’ installations”, Universitaria Publishing House, Craiova, 2001).
- [5] *I. Ionel, C. Ungureanu* „Termoenergetica și mediul. Măsuri pentru reducerea poluării mediului datorită arderii combustibililor clasici”, Editura Tehnică, București, 1996. („Thermoenergetics and the environment. Measures to reduce environmental pollution due to the combustion of classical fuels”, Technical Publishing House, Bucharest, 1996).
- [6] *J. Kraushaar, R. Ristein* „Energy and Problems of a Technical Society”, Second Edition, John Wiley & Sons, New York, 1992.
- [7] *** „Manual cu instrucțiuni de operare pentru manevrarea cenușii zburătoare, a zgurei și gipsului din desulfurarea gazelor arse și sistem de evacuare a șlamului dens, Sistem de Preparare și Pompare a Șlamului Dens” - Instrucțiuni de Operare Evacuare Șlam Dens - CENTRALA ENERGETICĂ CRAIOVA II, 6256-I-C18-###-EG001, GEA

- EGI Contracting/Engineering Co. Ltd. Budapesta, Ungaria, www.egi.hu. („Manual with operating instructions for handling fly ash, slag and gypsum from flue gas desulphurization and dense sludge discharge system, Dense Sludge Preparation and Drainage System” - Operating Instructions Evacuation Dense Sludge - CRAIOVA II POWER PLANT, 6256-I-C18 - ### - EG001, GEA EGI Contracting / Engineering Co. Ltd. Budapest, Hungary, www.egi.hu).
- [8] *** „Manual de funcționare a software-ului, Sistem de evacuare a șlamului dens - CENTRALA ENERGETICĂ CRAIOVA II”, 6256-M-C18-###-EG001, GEA EGI Contracting/Engineering Co. Ltd. Budapesta, Ungaria, www.egi.hu. („Manual of software operating, Dense sludge evacuation system - CRAIOVA II POWER PLANT”, 6256-M-C18-###-EG001, GEA EGI Contracting/Engineering Co. Ltd. Budapest, Hungary, www.egi.hu).
- [9] *** „Mărirea stabilității depozitului de zgură și cenușă Valea Mănăstirii folosind tehnologia de preparare a fluidului autoîntăritor de zgură și cenușă de electrofiltru. Studiu de fezabilitate. CET CRAIOVA II - SC Complexul Energetic Craiova SA” 22591 / 4205-2003. I. S. P. E S. A. („Increasing the stability of the slag and ash deposit Valley of the Monastery using the technology of preparing the self-hardening fluid of slag and electrostatic precipitator ash. Feasibility study. CET CRAIOVA II - SC Energetic Complex Craiova SA” 22591 / 4205-2003. I. S. P. E S. A.).
- [10] *** „FILTRES ET SÉPARATEURS”, JKF Industri A/S, Katalog_Filter_Fr (in French).
- [11] *V. Ivanov* „Aplicații în Mathcad și Matlab”, Editura Universitaria, Craiova, 2007. („Applications in Mathcad and Matlab”, Universitaria Publishing House, Craiova, 2007).

OHTL MANAGEMENT BY IT APPLICATIONS

MANAGEMENTUL LEA PRIN APLICAREA TEHNOLOGIEI INFORMAȚIEI

Ioan RODEAN¹, Marius SÎMBOTIN², Sandor KOVACS³, Daniel MORAR⁴

***Abstract:** The paper present the achievement of our project team, which content a software application through has been obtained the increasing efficiency of operations of overhead transmission lines. The OHTL maintenance, in current context of technical development and restricted management, technical and economic requirements, can be achieved only through appropriate application of information technologies. Climate, economic and technical changes have a major impact on the operation, maintenance and development of high voltage power networks. In this context of the development of telecommunication and information technology and equipment remote monitoring technologies, different ways of operating the overhead power lines have been developed. In this way, for this project base on a study for application new technologies in power grids, the team has developed an IT system to help on the management of OHTL, which protection and safety lines corridor maintenance program is part of. The paper present a piece of this system, emphasizing on software and methods applied by our Company for operation and maintenance of overhead line. Practical achievements will be presented, which content user method of this program. Also, the training and improvement of the human operators regarding the operation and maintenance of the OHTL will be presented, which will be carried out through a specialized center: Center of Excellence in Energy “Stelian Gal”.*

Keywords: maintenance, operation, overhead transmission line, IT

***Rezumat:** În Lucrarea prezintă realizarea unor aplicații pentru exploatarea mai eficientă a liniilor electrice aeriene de înaltă tensiune. Întreținerea liniilor electrice în contextul actual al dezvoltării tehnice și al creșterii nivelului cerințelor de management și tehnico-economic se poate realiza numai prin aplicarea adecvată a tehnologiei informației. Schimbările tehnice, economice și climatice au un impact major asupra exploatării, mentenanței și dezvoltării rețelelor de înaltă tensiune. În acest sens prin dezvoltarea tehnologiei telecomunicațiilor, a tehnologiei informației și a monitorizării echipamentelor de*

¹ Eng., Transelectrica-SA, Romania, e-mail: ioan.rodean@transelectrica.ro

² Eng., Transelectrica-SA, e-mail: marius.simbotin@transelectrica.ro

³ Eng., Transelectrica-SA, Romania, e-mail: sandor.kovacs@transelectrica.ro

⁴ Eng., Transelectrica-SA, Romania, Assoc. Lecturer at ULBS, e-mail: daniel.morar@transelectrica.ro

la distanță apar metode diversificate de exploatare a liniilor electrice de înaltă tensiune. Astfel, echipa de proiect pentru studiul implementării de noi tehnologii aplicabile în rețelele electrice de înaltă tensiune a dezvoltat un sistem de tehnologia informației, din care face parte și programul pentru gestionarea culoarelor de protecție și de siguranță a liniilor electrice. Lucrarea prezintă o parte din acest sistem, punând accentul pe programul și metodele aplicate de noi pentru exploatarea și mentenanța liniilor electrice. Vom prezenta partea practică, și anume modul de utilizare a programului. De asemenea se prezintă modul de pregătire a personalului în ceea ce privește exploatarea și mentenanța liniilor electrice de transport, care se desfășoară într-un centru specializat numit „Centrul de Excelență în Energetică Stelian Gal”.

Cuvinte cheie: mentenanță, exploatare, linii electrice de transport, tehnologia informației

1. General overview

To ensure the necessary conditions for the good functioning of the overhead power lines, (under the management of the CNTEE „TRANSELECTRICA”-SA), which crosses the wooded areas, it is mandatory to carry out periodic maintenance services (e.g. cutting and clearing the existing vegetation / ground preparation) in the protection and safety lines corridor of the OHTL. Maintaining the corridors under the conditions provided by the existing norms is a maintenance activity of particular importance for the safety of the operation of the NPG.

To achieve this goal, the following operations are required:

- Cutting of wooded areas with bushes and shrubs up to 10 cm in diameter and clearing the corridor;
- Cutting of trees with a diameter of 10-30 cm and clearing the corridor;
- Cutting of trees with a diameter of 30-50 cm and clearing the corridor;
- Cutting or correction cuts of trees with a diameter of more than 50 cm;
- Repairing cuttings by trees and fruit trees;
- Transportation of wood in the primary platform.

In the case of overhead electric power lines, the widths of the maintenance corridor for the single / double circuit of OHL are as follows:

- 32 m for 110 kV OHL;
- 44 m for 220 kV OHL;
- 54 m for 400 kV OHL;
- 75 m for 750 kV OHL.

In the case of overhead power lines through forest area, the vertical distance between closest conductor to the top of the trees shall not be less than:

- 4 m for 110 kV OHL;

- 5 m for 220kV OHL;
- 6 m for 400kV OHL;
- 9 m for 750 kV OHL.

Calculation mode for protection and safety lines corridor (functioning):

$$CT = LOHL + 2 * (l.iso + fc.max) * \sin ac + 2 * ds \quad (1)$$

where: LOHL (m) – is the maximum width of the pillars (the largest distance on horizontal, transversal over line);

l.iso (m) – is the maximum length of a support chain used on the line;

fc.max (m) – is maximum conductor's gape, calculated under maximum wind conditions, in the largest existing opening of the OHL;

ac (0) – is the maximum angle of inclination plan of the extremity of active conductor under the action of maximum wind pressure;

ds (m) - is the minimum safety distance, considered on horizontally, to the extremity of active conductor at its maximum deviation, having the following values

- 3 m for 110 kV OHL;
- 4 m for 220 kV OHL;
- 5 m for 400 kV OHL;
- 8 m for 750 kV OHL.

To provide the maintenance for the corridors of OHL, the protection and safety area, must accomplish with the specific national regulations such as laws, governmental ordinances, NAER (National Agency in Energy Regulator) orders, technical norms for energy and technical manual.

2. Informatic application: INFOLEA

General features of “infoLEA” application:

- Field placement of the 220-400-750kV OHTLs of TPG
- Quick and accurate identification of OHTLs and management pillars
- Display of GIS data and technical data (towers type, PIF year, length of openings gape, towers type columns, etc.)
- Stereo Coordinate Transformations 70 \Leftrightarrow WGS 84 \Leftrightarrow Mercator projection
 - Auto ATU code calculation using tower coordinates using NCPA (National for Cadastral and Publicity Agency) data
 - Displaying a photo archive with OHL pylons and gaps, by taking digital format of aerial / ground inspections
 - The ability to automatically create .klm files type (usable in Google Earth) based on the information in the “infoLEA” database. Thus it is

possible to follow the urban development, over time, of the geographical areas on the OHL route

- Providing support for accurate identification of areas in case of urbanistic approval documents

The "infoLEA" application is made on the national level with the following hardware / software resources:

- On the hardware side we use a central server located
- On the software side, we used open-source and freeware resources
- On the central server we installed the following components:
 - Apache server (is an Internet / Intranet server with versions for multiple operating systems - Windows, Linux, etc.)
 - MySQL database management system (is a database with wide spread and high reliability)
 - PHP programming language on the server side (programs created in PHP are portable on all major operating systems)

The other technologies used are embedded in every modern web browser (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, etc.):

- Javascript, client programming language
- Cascading Style Sheets (CSS) used to define page design elements
- AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) which is a unique way to use existing features

JavaScript Libraries:

- JQuery (open-source JavaScript general functions)
- OpenLayers (GIS, map management)

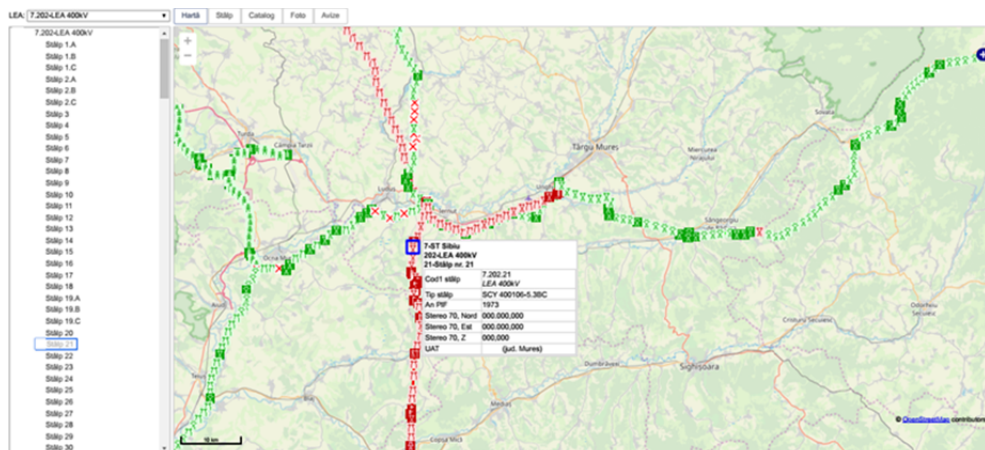


Figure 1. "infoLEA" program Interactive map of OHL in Sibiu grid area.

3. "DEFRISARI" modul from INFOLEA

An IT application was developed to optimize the vegetation cuts in the OHL corridor depending on the type of vegetation, growth rate, etc. For this reason, a "DEFRISARI" module was created in the existing "infoLEA" web application.

Way of working:

- the input data is entered into a unique Excel file that contains a worksheet for each OHL

- data is imported using the application into the MySQL database.

For each gaps was enter the following data:

- code1: tower code (the tower code at the beginning of the gap in the sense of going to the LEA)

- type_veg: type of vegetation (the application allows the several types of vegetation for one gap)

The most cumulative situation will be calculated and displayed.

- rate_year_1, rate_year_2, rate_year_3, rate_year_4, rate_year_5: growth rate of vegetation in the first five years (based on multiannual statistics taking into account vegetation type, area, soil type, weather conditions, etc.)

- area [m²]: the area occupied by the respective vegetation type

- admin_field: the land manager (Forest District, City Hall, etc.)

- gauge_to_soil [m]: the OHL gauge relative to the ground

- debug date: date of last defragmentation

Based on input data, the application calculates the following:

- total increase: growth of vegetation after 5 years on the basis of annual growth rates

- ATU: territorial administrative unit calculated on the basis of the opening coordinates

- Growth Days: number of days since last clearings

- Total increase [m]: estimated growth rate since last clearing trees, based on growth rates, for the current day

- Distance to conductor [m]: is calculated with the formula: gauge_to_soil - total_increasing. Depending on this value and the voltage level of the OHL, some colorful warning symbols (icons) are generated (green, yellow, orange and red). For 400kV OHL the warning limits are: 4/5/5.5 m. This graphic symbol is displayed both in the table and on the map in the middle of each opening.

The table generated by the app with estimated defragmentation values:

- Definitive maturity: calculate the number of days when the vegetation reaches the too small distance from the plant. If the calculated value is less than one year (365 days), it is displayed in red.

7-ST Sibiu
204-LEA 400kV
Data curenta estimate: 30.9.2017

Rezultat interogare

Nr	Cod1 deschidere	Tip vegetatie	Rata crestere anuala [m]					Aria [m2]	Administrator teren	UAT	Gabarit [m]	Data defrisare	Zile crestere [zile]	Total crestere [m]	Distanța pana la conductor [m] Limite: 4 / 5 / 5.5 m	Scadenta defrisare [zile]	
			1	2	3	4	5										Total
1	7.204.131	salcie	2.0	0.7	0.6	0.5	4.6	500		(jud. Hunedoara)	8.9	10.05.2016	477	2.25	6.65	1566	
2	7.204.141	salcam	2.0	0.7	0.6	0.5	4.6	1500		(jud. Hunedoara)	8.9	10.05.2016	477	2.25	6.65	1566	
3	7.204.145	salcam	2.0	0.7	0.6	0.5	4.6	200		(jud. Hunedoara)	8.9	10.05.2016	477	2.25	6.65	1566	
4	7.204.155	salcie	2.0	0.7	0.6	0.5	4.6	1000		(jud. Alba)	7.6	10.05.2016	477	2.25	5.35	678	
5	7.204.167	salcam	2.0	0.7	0.6	0.5	4.6	750		(jud. Alba)	8.7	10.05.2016	477	2.25	6.45	1420	
6	7.204.171	salcam	2.0	0.7	0.6	0.5	4.6	1080		(jud. Alba)	8.5	10.05.2016	477	2.25	6.25	1274	
7	7.204.172	salcam	2.0	0.7	0.6	0.5	4.6	3250		(jud. Alba)	8.5	10.05.2016	477	2.25	6.25	1274	
8	7.204.177	lastaris arin	1.5	0.9	0.8	0.7	0.5	4.4	7112		(jud. Alba)	8.6	10.05.2016	477	1.78	6.72	1420
9	7.204.190	arin	1.5	0.8	0.7	0.6	0.5	4.1	7560		(jud. Alba)	10.6	10.05.2016	477	1.75	8.85	3172
10	7.204.191	salcam	2.0	0.7	0.6	0.5	4.6	6600		(jud. Alba)	8.5	10.05.2016	477	2.25	6.25	1274	
11	7.204.204	lastaris arin	1.5	0.9	0.8	0.7	0.5	4.4	1890		(jud. Alba)	8.6	10.05.2016	477	1.78	6.82	1493
12	7.204.207	lastaris arin	1.5	0.9	0.8	0.7	0.5	4.4	100		(jud. Alba)	8.6	10.05.2016	477	1.78	6.82	1493
13	7.204.228	salcam	2.0	0.8	0.7	0.6	0.5	4.6	4500 OS		(jud. Alba)	7	10.05.2016	477	2.25	4.75	387

Figure 2. "infoLEA" / "Defrisari" Module

4. Using the application

We can select the desired OHL from the list on the left side of the app. If we choose the "Defrisari" tab, the application shows a table similar to the one in fig. 2. The values in the table are based on the growth rates and the time elapsed since the last clearing trees.

If the user selects an opening from the table, the application automatically displays the map centered in the middle of the opening, at the icon that symbolizes the state of the vegetation.

Using the application legend, we can show areas of interest for vegetation on the desired scale. The app can warn us about the openings that require interventions in the near future and can help us with the management of the clearing trees plan.

Last but not least, the application allows OHL technical staff to get familiar with geospatial information as quickly as possible through these interactive maps, as well as access to different areas where our Company installations exist (see Figure 3).

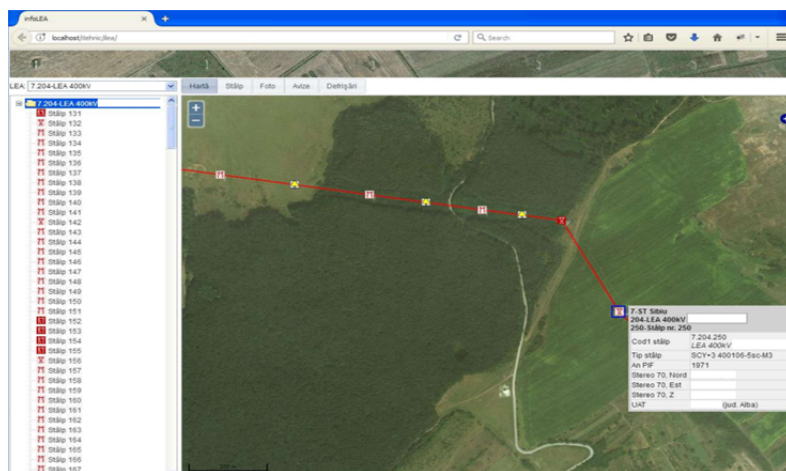


Figure 3. “infoLEA” Interactive map with symbols for vegetation study on each gap

5. Training of human ohl operators

Operating personnel are trained and prepared to use all applications. Training courses for technical analyzes are also carried out using the application mentioned in this article. During the courses, the staff is familiarize with and trained on maintenance technologies and operating methods for overhead power lines.

Courses take place at the “Stelian Gal” Center for Excellence in Energy (CEE).

CEE has the possibility to train operational personnel, operating staff and specialists, both theoretically and practically. Practical training takes place in the polygons of electrical lines and electrical substations.

Also in the CEE there is possibility to preparation for the attestation of operators for the application of the live working technologies, as well as the training of the human operators for obtaining the authorization for the LW. Also in the CEE can make the testing of new maintenance technologies, both LW technologies and new technologies: multispectral inspections, robots, etc. These technologies can also be used to prepare human operators to use it. CEE also can performs technical analyzes and guidance of specialized personnel. This Center has laboratories for analysis of multispectral inspections and testing of OHL and substations LW, testing of protection and automation equipment and metrological testing for electricity metering. The testing and training polygons of CEE subunit "Center for Research and Development of Technologies of Live Working and Rapid Intervention in

the National Power System" have 220-400kV OHL, 110kV OHL, medium voltage OHL, substation bay for 110-220-400kV and transformer in substations.

Among the projects carried out by the CEE, this research is also part of which we have outlined the protection and safety corridor management program.

The center will be developing a rapid intervention team for operational activity in Remote Control and Surveillance Installations Centers - CTSI.



Figure 4. "Stelian Gal" Center for Excellence in Energy
Polygon Live Working Center

6. Conclusions

The presented web application was implemented with a low budget:

- just by their own forces;
- software resources, broad-spread and open-source standards were used;
- the application is portable on major operating systems (Windows, Linux);
- the application installs only on the server, users can use their favorite browser;
- reduced training cycle.

Personnel training are carried out in a specialized center, Center for Excellence in Energy "Stelian Gal", which is a wide applicative center for all power line operating and maintenance activities.

REFERENCES

- [1] ANRE. „NTE 003/04/00 Normativ pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică cu tensiuni peste 1000 v”, Monitorul Oficial al României no. 865 from 18 december 2007.

IRREVERSIBLE THERMODYNAMICS VIEW OF THE NEED FOR A CIRCULAR ECONOMY

ABORDAREA ECONOMIEI CIRCULARE PRIN INTERMEDIUL TERMODINAMICII IREVERSIBILE – VIZIUNE DE SCALĂ A SISTEMULUI

Ionuț PURICA¹

***Abstract:** On a macro-economic scale the application of irreversible thermodynamics considerations shows that a more efficient economic organization (i.e. local decrease of entropy), has an impact on the environment that can be measured by the energy intensity dynamics. This component of environmental temperature increase may be estimated as temperature increase values for selected economies. The reduction of this temperature increase may be done, in this case, by using circular economics actions that make more efficient the exchange of energy, resources and waste with the environment and generate technologies that turn the waste liabilities into assets.*

Keywords: irreversible thermodynamics, climate change, energy intensity, circular economy

***Rezumat:** O economie este considerată un sistem termodinamic, guvernat de un comportament tipic ireversibil, în contact cu mediul. La o scară macroeconomică, aplicarea considerentelor termodinamice ireversibile concluzionează că o organizație economică mai eficientă (adică scăderea locală a entropiei) are un impact asupra mediului care poate fi măsurat utilizând dinamica intensității energetice. Această componentă a creșterii temperaturii mediului este estimată ca valori ale creșterii temperaturii pentru economiile selectate. Reducerea creșterii temperaturii poate fi făcută, în acest caz, prin utilizarea unor acțiuni economice circulare care fac mai eficient schimbul de energie, resurse și deșeuri cu mediul.*

Cuvinte cheie: termodinamica ireversibilă, schimbări climatice, intensitate energetică, economie circulară.

¹ IPE - Romanian Academy and AOSR, e-mail:puricai@yahoo.com

1. Introduction

The relation of human society and Nature has been analyzed from various view-points in the last more than two decades since the first global agreement related to climate change. It is clear now that by exchanging energy and mass with the environment human society is producing sizeable effects in this last one. Beside energy and mass (call it material resources and waste) there is though, an effect given by the exchange of entropy resulting from the increase of anthropic system organization hence the decrease, locally, of its entropy. On a product and technology scale lifecycle evaluations of the entropy source have been attempted as well as the determination of the value of the entropy production of a technological process or even an economy in correlation with energy or exergy (Bakshi et.al. (Ed.)2012). All these attempts recognize the fact that by a better economic and technological organization there is a decrease of entropy that can be evaluated. At the scale of the whole economy of a given country there is a way to measure the impact, in terms of temperature variation, on the environment of increasing socio-economic organization. This is given by the evolution of commercial energy intensity in each economy.

On a large time scale commercial energy intensity dynamics show a first period of increase followed by one of decrease. The change is given by the implementation of new technologies and by a more efficient economic system structure that uses energy to create GDP. Thus in the increasing portion of the energy intensity the economy uses energy not only to ensure its survival, measured by the GDP, but to change its organization into a more efficient one. Once this is done the energy used produces more GDP than before (Purica, 1992). Based on this reasoning the increasing part of energy intensity evolution is proportional to the energy consumed from environment while the following decreasing part is proportional to the level of new more efficient organization i.e. to the lower entropy that this achieves.

2. Irreversible Thermodynamics approach

Considering the two systems: economy and environment interconnected one may write the irreversible Thermodynamics equation to describe the interconnection (Guminski, 1964 and deGroot, 1984). The terms in describing the exchange of material resources are neglected for now.

$$dU/dt+TdS/dt=0 \quad (1)$$

where: dU – energy exchange ; dS – entropy variation ; T - temperature ; t - time.

This transforms to:

$$T=(dU/t)/(-dS/t) \quad (2)$$

Now the increasing part of the energy intensity curve has a positive trend and is proportional to dU/dt and the decreasing part has a negative trend and is proportional to $-dS/dt$ (resulting in a positive dS/dt value). From the Temperature formula above there results a positive temperature value i.e. an increase of temperature of the environment given by the economy evolution toward more efficient production of GDP.

This effect of temperature increase of the environment due to a more efficient organization of the economy has to be compensated in order not to accumulate and lead to the elimination of the local (subsystem) of low entropy.

The compensation may come from the term that we have willingly neglected above i.e. the exchange of material resources between economy and environment. This adds one more term to the above equation:

$$TdS /dt + dU /dt + \Sigma k_i dm_i /dt = 0 \quad (3)$$

where: k_i – a constant of each resource i measured in energy per unit of resource; it describes the technologies available for using the said resource; m_i – the quantity of resource i exchanged

Analyzing this term leads to considering the resources versus the waste treatment in the economic dynamic. The analysis is focused not on absolute values but, on variations.

3. Circular economy

For example, to diminish the temperature increase one needs to reduce the new denominator $dU /dt + \Sigma k_i dm_i /dt$. This is done by e.g. reducing the velocity of transfer of primary resources by increasing product use time i.e. $-dm/dt$. In economic terms this would mean e.g. to make more durable products with more possibilities to increase their use time by a better maintenance capability in their design and by a better type of service in operation. Also, the recycling of waste may contribute to diminishing the rate of transfer of primary resources from/to the environment. Making steel from scrap metal rather than

from ore has an impact both on less primary resource transfer and on the smaller overall consumption of energy for metallurgical production. Moreover, using fuels with high energy content such as uranium (obviously with the right conversion technologies) is also diminishing the mass transfer.

From the above it results that there is a natural inter-connection of the environment and the organization of the economy (in the sense of reducing entropy and also in increasing its capability to produce more GDP - as a measure of development), in regard to the temperature increase of the environment and transfer of primary resources to the economy system. Moreover, new approaches based on non-equilibrium economics (Berger, 2009) and on nonlinear decision models (Purica, 2010) are bringing better instruments to describe the process.

4. Estimating temperature increase

To have an evaluation of the order of magnitude of the temperature increase in the case of no resource transfer, the data from the evolution of energy productivity curves for selected economies are used as presented in Appendix 1. The energy productivity is the reverse of energy intensity so the trend is first downward and then upward. Thinking in financial terms this looks like an investment of energy into a more efficient economy organization that is paid back in energy once the new organizational structure is in place. Thus, in this case, the trend (slope) proportional to energy use is negative and the one proportional to entropy decrease is positive, resulting in the same positive increase of the temperature. Again the Energy Return on Investment (EROI) has been analyzed at a technology scale but not at the scale of an economy.

The results are given in Table 1, below:

Table 1. Estimated temperature increase for selected economies [$^{\circ}\text{C}$]

	dU	dS	$T=dU/-dS$
USA	-164.17	79.54	2.06
UK	-128.20	114.58	1.11
Germany	-64.10	102.27	0.62
Japan	-48.19	48.19	1.00
Italy	-21.97	40.81	0.53

Source: author's calculations based on data in Appendix 1.

The estimated value of the temperature increase is actually occurring over a period of time that represents, in the ‘energy investment for more efficient organization’ interpretation, a payback time for the energy spent to create a better organization. So for the countries selected the estimated payback times are: UK – 160 years; USA – 170y; Germany – 140y; Japan – 80y.

One thing to notice here is the fact that a given temperature increase over a longer time period is allowing the environment to adapt and absorb it while a fast temperature increase is not. One would be, thus, interested in assessing the environmental resilience limit to a temperature increase velocity beyond which the environment will not be able to absorb the shock.

Related to economic organization and temperature increase one may look at the two figures below where the fact that temperature increase periods are actually happening during the periods of decreasing energy intensity of the large economies. Moreover, during the period of the Second World War and its aftermath of economic reconstruction, the temperature increase stagnated, to start again after the middle of the seventies (with the advent of new more efficient economic activity). A new wave of economies is coming along that may bring more impact on temperature increase if they do not learn from previous experience and if no common action is agreed by everybody. The Paris COP21 (December, 2015) agreement is a promising start provided it will be applied.

The occurrence in recent years of climate change generated conflicts and the increasing risks of large confrontations that would disorganize economic activity are, obviously, not a solution to generate more ‘anthropic’ entropy that would reduce the increase in temperature.

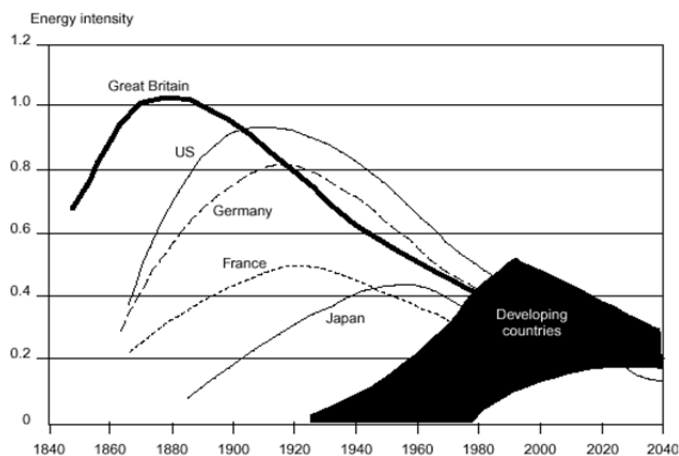


Figure 1. Energy intensity reported to the British Parliament
Source: POST UK 2007

The same picture, with Kanji symbols, was used to underline energy intensity and the late-developer's advantage, for the State Council Development Resource Centre, China. Vertical axis is energy intensity [energy expended per unit of GDP].

The Earth's surface temperature has risen by about $0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$ in the past century, with accelerated warming during the past two decades.

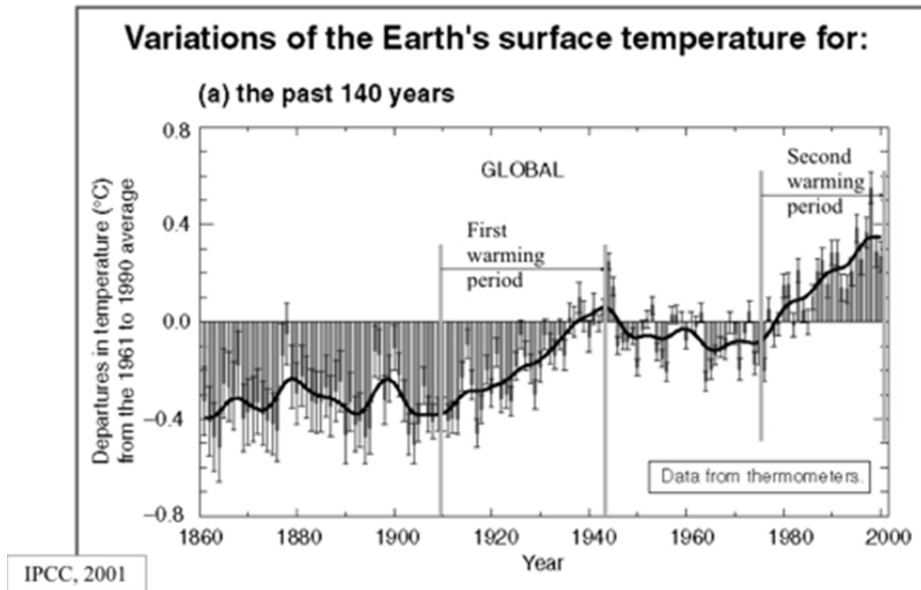


Figure 2. Variation of the Earth's surface temperature

5. Conclusions

The fact that human economies are organizing themselves into more efficient structures that create more GDP per unit of used energy has an effect of diminishing the local system entropy. This generates an increase of the environmental temperature, measurable if an irreversible Thermodynamic model is used to describe the dynamics of energy intensity.

The increase in temperature is evaluated based on the energy productivity (reverse of the energy intensity) data series for selected economies resulting in temperature increases of the same order of magnitude with the measured ones for the last 160 years.

The evolution of the temperature increase shows some dependency on the periods of increased or decreased organization of the economies that should be more extensively analyzed. Also, it is suggested to prepare for the effects of extended conflicts expected to occur from climate change.

One important conclusion is the fact that to compensate for the temperature increase associated to the entropy decrease due to new organization of economies it is important to consider the transfer of resources and management of waste, in such a manner as to diminish the temperature increase effect. Some suggestions are provided on the matter, especially regarding the concept of 'circular economics'.

REFERENCES

- [1] *Purica, I.*, "Environmental change and the perception of Energy system dynamics," ICTP-Trieste, Conference on "Global change and Environmental considerations for Energy system development," Proceedings, 1992,.
- [2] *Colombo, U.*, "Energia. Storia e scenari," Universale Donzelli, Roma, 2000
- [3] *Guminski, K.*, "Termodinamica Proceselor Ireversibile," Editura Academiei, Bucuresti, 1964.
- [4] Parliament Office of Science and Technology Notes, Climate Change, UK, 2007
- [5] *de Groot, S. R. and Mazur, P.*, "Non-Equilibrium Thermodynamics," Dover Books on Physics, 1984, ISBN: 0486647412.
- [6] *Bakchi, B., R., et. al. (Ed.)* "Thermodynamics and the Destruction of Resources," Cambridge University Press, Cambridge, 2012 ISBN: 9780521884556.
- [7] *Purica, I.*, "Nonlinear Models for Economic Decision Processes," Imperial College Press, London, 2010 ISBN:9781848164277.
- [8] *Berger, S., (Ed.)*"The Foundations of Non-Equilibrium Economics," Routledge Advances in Heterodox Economics, New York, 2009 ISBN:9780415777803.
- [9] *Pier Angelo Toninelli*, "Energy supply and economic development in Italy: the role of the state-owned companies," WORKING PAPER SERIES No. 146 – October 2008, Dipartimento di Economia Politica Università degli Studi di Milano - Bicocca <http://dipeco.economia.unimib.it>

Appendix 1.

Table A1.1. Energy Productivity of selected economies

Year	UK	USA	Germany	Japan	Italy
1810	1.056	1.2			
1820	1.053	1.16			
1830	1.01	1.099			
1840	0.88	1.031			
1850	0.76	0.93	1.53		
1860	0.625	0.83	1.37		
1870	0.55	0.75	1.22		
1880	0.51	0.68	1.03		
1890	0.56	0.625	0.9		
1900	0.602	0.619	0.75		
1910	0.603	0.58	0.77	2.44	4.16
1920	0.604	0.53	0.84	2.22	3.84
1930	0.71	0.65	0.94	2.04	3.73
1940	0.8	0.72	1.01	1.82	3.45
1950	0.85	0.83	1.11	1.61	2.56
1960	0.98	0.91	1.19	1.64	1.81
1970	1.052	0.98	1.22	1.64	1.43
1980	1.22	1.15	1.41	2	1.59
1990	1.47	1.41	1.63	2.44	1.92

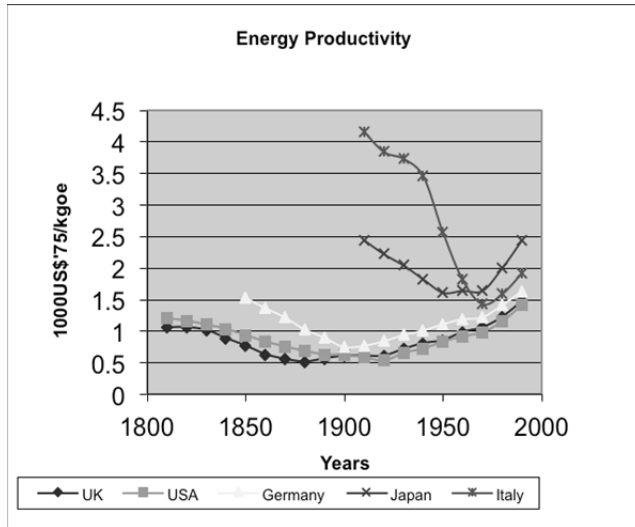


Figure A1.1. Energy productivity of selected economies.

Source: Author's calculation based on U. Colombo et.al. 2000 and Martin 1990.

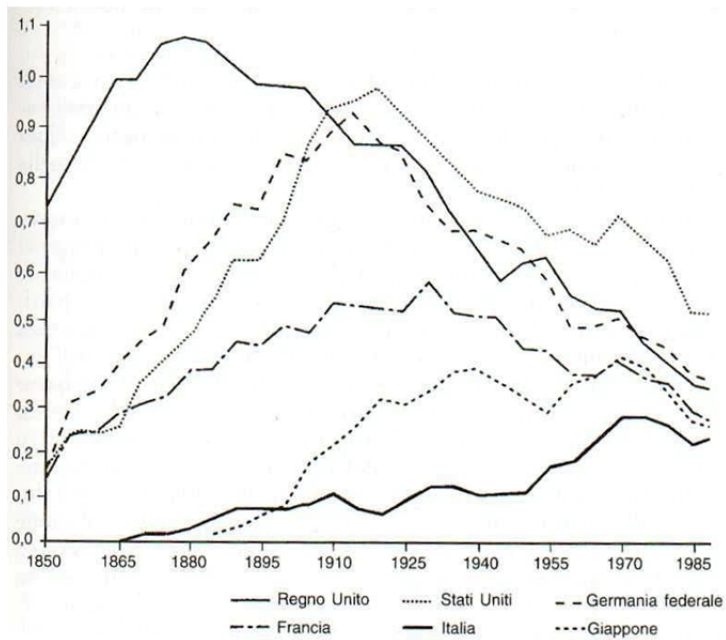


Fig.A1.2. Energy intensities of GDP, selected countries, 1850-1990 (tep/1980 dollars x1000).

Source: Martin, 1990, Tonnelli, 2008.

DIGITAL SOLUTIONS IN UTILITIES

SOLUTII DIGITALE IN UTILITATI

Sergiu Stelian ILIESCU

Abstract: The article makes a synthetic presentation of the digitization aspects in the electrical power systems: philosophies of theoretical-engineering approach, advantages and warnings rised by the digitalization problem.

Keywords: Informatics systems, digitization, industry 4.0 and 5.0, Cyber Physical System (CPS), cyber security.

Rezumat: Se face o prezentare sintetica a problematicii digitalizarii in sistemele electroenergetice (SEE): filosofii de abordare teoretico-ingineresti, avantaje si atentionari ridicate de digitalizare.

Cuvinte cheie: Sisteme informatice, digitalizare, industria 4.0 și 5.0, sistem fizic cibernetic, securitate cibernetică

1. Introduction

Prolegomena of an electrical power systems management (EPS)

We are going through an intense period of future emergence technologies and new concepts and paradigms in the management of the EPS. For a correct use of the new concepts it is necessary to explore the context in which these concepts have appeared and acquired new values.

In this sense we mention the term digitization / digitalization, a concept that tends to take over the entire behavior of the current world.

This brief investigation begins in 1980 when Yoneji Masuda launches the idea of the *Informational Society* as a solution to the different development problems between East and West, South and North.

Later this concept was completed in 1995 by Mrs. Edith Cresson and Mr. Padraig Flynn and nominated as the Knowledge Society.

In parallel, we were witnesses of two important moments of the industrial revolution: Industry 4.0 (2010) and Industry 5.0 (2017). For example, Industry 5.0 can be characterized by:

- the trend of the processes change towards directed change to a closer cooperation between man and the equipment and the systematic prevention of possible damages and losses;

- priority is the efficient use of the workforce of people and equipments, in a synergetic environment.

In this context, we should mention some ideas for approaching an EPS, both from the analysis point of view and from the design (synthesis) point of view:

α) *The systems theory* is based on the notions of system (technical system) and process (industrial / technological one). Here I must highlight a new theory of approach of the two classes of control systems - classical systems and systems based on artificial intelligence - in a whole unit, *the dual systems theory* (fig. 1).

β) *The system analysis* is focused on the use of informatics systems in the management of an EPS.

γ) *The multiagent system* is an extension of the systems theory, each system being an agent that is supposed to cooperate with the other agents.

δ) *Cyber Physical System (CPS)* is a concept launched in the USA around 2006 that emphasizes both the physical and cybernetic part (informatics system), but in particular, the communications part (fig. 2).

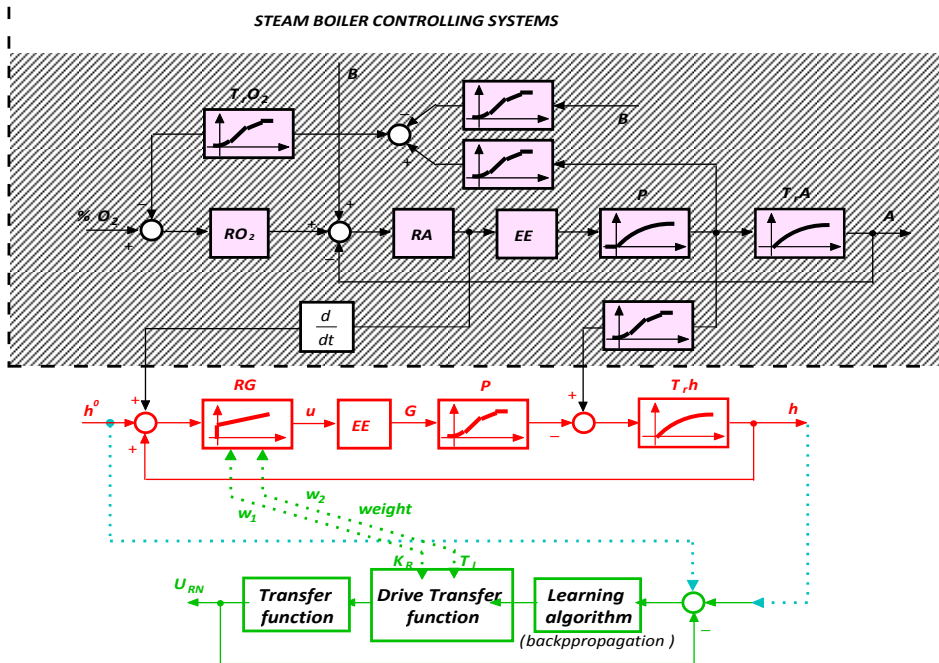


Figure 1. Block diagram of automatic dual adjustment of depression in the furnace of a steam boiler with a drum

B – fuel flow; **A** – air flow; **G** – burned gases flow; **H** – depression in the furnace; **%O₂** - % oxygen signal in flue gases in burned gases; **K_R** – RG controller gain; **T₁** – time constant for integration in RG controller.

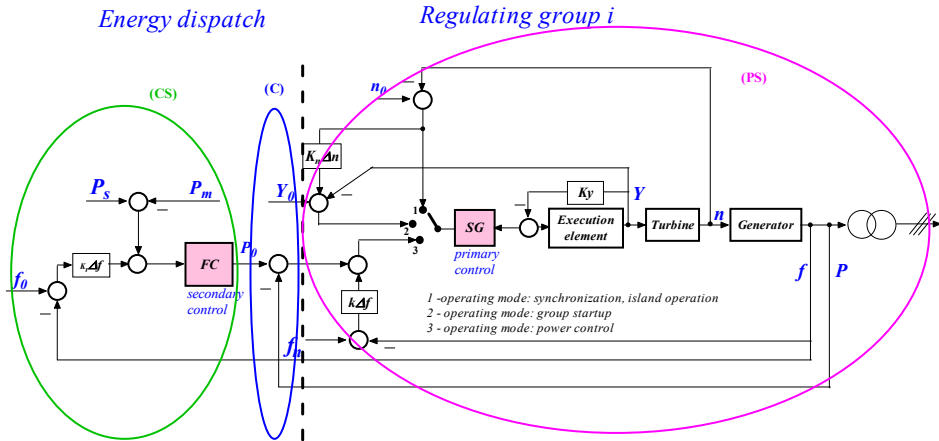


Figure 2 - RAF-P control towards CPS

2. Digitalization - challenge and opportunity

Digitization has evolved over many decades from a simple notion that defines the conversion of analog sizes to numeric, to a true basic concept.

The digitization of a value / signal is synonymous with the transformation of an analog signal (smooth, continuous) into a numerical signal through a double operation: time sampling and amplitude quantization.

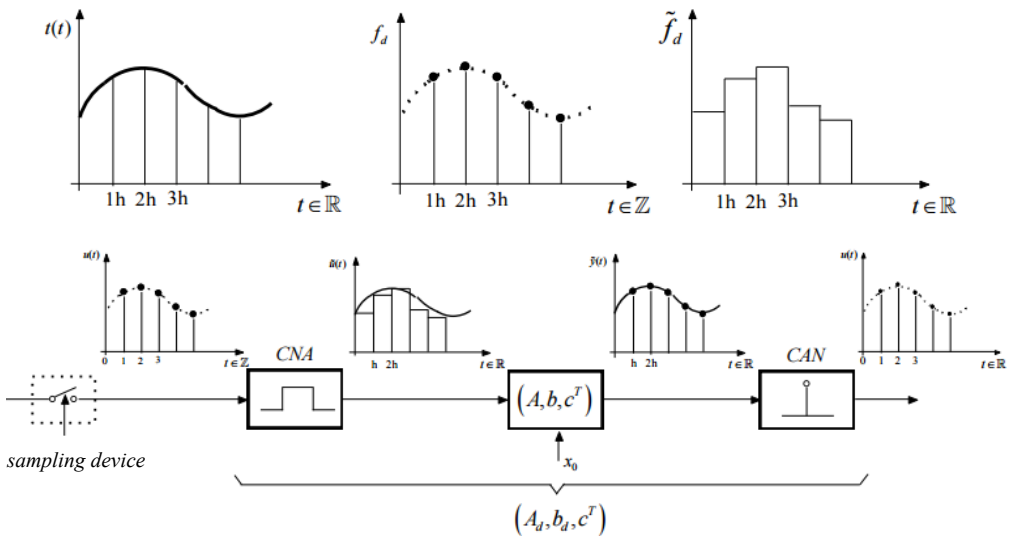


Figure 3. Output input discretization scheme

Following an investigation by Romanian entrepreneurs, we can define the digitization as follows: *aggregation of blockchain, IoT, robotics, AI, AR, VR, 3D design, drones.*

The favorable and convergent elements of the foundation of the concept of digitization are:

- intensive computerization of real economies, together with a globalization of IT&C technologies;
- the need to management of some massive data;
- real-time applications, in particular, the energy field were "poster" (alongside military and space field)

At European level, there is a plan that supports the "*New agenda for competences in Europe*" and is in line with "*Europe 2020 strategy*":

- Every man must invest in his digital skills.
- Pre-university education should use IT&C technologies for educational purposes, up to date with technological developments in the field: all pre-university school units have broadband connections, and teachers have digital skills.
- Greater attention is needed to the protection of false data and information. A permanent change of "media literacy", security, security and confidentiality is required.
- Stimulating innovation and digital skills in all educational institutions.

Higher education in energy and electrotechnics, but also in automation, electronics and computer science have been promoters of advanced technologies, so also of the digitization. These must be a guarantee of digitization programs in the real economy.

It must be reminded that in January 2018 - the EU elaborates and disseminates the "*Action Plan for digital education*", considering that education and training are the best investments in the future of Europe.

3. Cyber security

Information technology, which is benefic from many points of view, also brings with it a series of vulnerabilities. Counteracting them requires a series of security measures to achieve safety in operation in the EPS and in energy field in general.

It must be underlined that without the security of information it is not possible to digitize, and without digitization it is not possible to think to a positive evolution with the real economy.

The Cyber Security issue involves several aspects that will be presented, without having to present the multiple facets of the problem:

1. The implementation of digital technologies must be done after an analysis and awareness of the relationship between technical dependence and social consequences, knowing that digital technology is a vector of development but can also be a "weapon of attack" on the economic entity where it is applied.

2. A culture of the risk of using new technologies must be developed, in particular, the existence of various scenarios of "cyber attacks" (a true organizational culture in this regard).

3. Establishing strategies for implementing digital technologies, implicitly for strategies for securing the elements from a socio-economic objective.

4. Identification of vulnerabilities starting from the level of information collection devices, communication channels and management nodes, including those represented by the human elemental.

4. Conclusions

➤ Romania has a major advantage in this age of digitalization: sufficient and talented human resources, professional body in the higher education but also in the competent pre-university and loyal to the didactic-pedagogical activities but also research activities.

➤ We have entrepreneurs who are "spear-head" in using digital technologies.

➤ The problem of digitization has a correct perception in the real economy.

➤ In addition to appropriate government policies, it is necessary to build a flexible higher education and an operational triumvirate university-economic actors-government must be achieved.

R E F E R E N C E S

- [1] *Iliescu, St., S., Ioana Fagarasan, Nicoleta Arghira*, "Paradigme ale digitalizarii," Conferinta Digitalization of utilities: blockchain and other technologies, 28 iunie 2019, Univ. POLITEHNICA din Bucuresti.

-
- [2] *Andea, P., Musuroi, S., Petrovici Carmen Mariana*, „Cu privire la digitalizarea invatamantului,” *Economistul* nr. 10, octombrie 2018
- [3] *Balaceanu Cristina*, „Decaderea invatamantului din Romania. Pledoarie pentru un invatamant curat,” *Economistul* nr. 5, mai 2018
- [4] *Nitulescu G.*, „Avem un avantaj... Ce facem cu el ?,” *Global Reporter*, nr. 54, 5-11 iulie 2019
- [5] *Iliescu, S., St.*, „Teoria reglării automate,” Ed. Proxima, Bucuresti, 2006

PROMOTION OF RES-E PRODUCED IN CAPACITIES OF THE PROSUMERS

PROMOVAREA ENERGIEI ELECTRICE DIN SURSE REGENERABILE PRODUSE IN CAPACITATI APARTINAND PROSUMATORILOR

Ion DUMITRU¹

Abstract: The article presents considerations regarding the stage and perspective of promoting the production of E-SRE in production capacities belonging to prosumers

Keywords: self-consumer, RES-E, aggregation, active client, renewable energy communities.

Rezumat: Articolul prezintă considerente privind stadiul și perspectiva promovării producției de E-SRE în capacitățile de producție aparținând prosumatorilor.

Cuvinte cheie: prosumator, E-SRE, agregare, client activ, comunități de E-SRE

1. Evoluția legislației în domeniul promovării producerii energiei electrice din surse regenerabile

Promovarea producerii E-SRE² reprezintă un imperativ al perioadei actuale la nivelul Uniunii Europene motivat de: protecția mediului, creșterea independenței energetice față de importuri prin diversificarea surselor de aprovizionare cu energie, precum și motive de ordin economic și de coeziune socială. În consecință, având în vedere nivelul relativ ridicat al costurilor investiționale aferente producerii E-SRE, toate statele europene au instituit sisteme de sprijin a acesteia.

Potrivit prevederilor Legii nr. 220/2008³, s-au stabilit cotele anuale obligatorii de certificate verzi pentru perioada 2008÷2020, în intervalul

¹ Dr. inginer, ANRE, Romania, e-mail: ion.dumitru@anre.ro

² energia electrica din surse regenerabile de energie

³ Legea nr. 220/2008 pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie, republicată, cu modificări și completări ulterioare

5.26%-16.8%. În forma adoptată la acel moment sistemul de promovare a devenit mai atractiv pentru investitori introducând facilități noi, printre care și acordarea unui număr mai mare de certificate verzi, diferențiat în funcție de tipul tehnologiei de producere a E-SRE.

Prin intrarea în vigoare a prevederilor Directivei 2009/28/CE⁴ obiectivul stabilit pentru România privind ponderea energiei din surse regenerabile de energie în consumul final brut de energie, pentru anul 2020 a fost stabilit la 24%. De asemenea, a fost elaborat Planul național de acțiune în domeniul E-SRE, prezentat de autoritățile române Comisiei Europene în septembrie 2010, unde se reiterează angajamentul României de a atinge nivelul țintelor naționale privind ponderea energiei electrice produse din surse regenerabile de energie în consumul final de energie electrică în perspectiva anilor 2010, 2015 și 2020, de respectiv, 33%, 35% și 38%.

Sistemul de promovare a producerii E-SRE instituit prin Legea nr. 220/2008 a fost autorizat de către Comisia Europeană în iulie 2011 prin *Decizia C (2011) 4938 privind ajutorul de stat SA 33134 (20011/N) pentru România – certificate verzi pentru promovarea producerii energiei electrice din surse regenerabile de energie.*

Sistemul de promovare a producerii E-SRE instituit prin Legea nr. 220/2008, a fost autorizat de către Comisia Europeană în iulie 2011 prin *Decizia C (2011) 4938 privind ajutorul de stat SA 33134 (20011/N) pentru România – certificate verzi pentru promovarea producerii energiei electrice din surse regenerabile de energie*, modificat în anul 2015 prin *Decizia C(2015) 2886*, iar în anul 2016 prin *Decizia C(2016) 8865/2016*.

În aplicarea legislației primare în domeniul promovării energiei electrice produse din surse regenerabile de energie, care de-a lungul timpului a suferit numeroase modificări și completări (HG nr. 1892/2004 a fost modificat și completat prin HG nr. 958/2006, iar Legea nr. 220/2008 a fost modificată și completată prin OG nr.29/2010, Legea nr. 139/2010, OUG nr. 88/2011, Legea nr. 134/2012, OUG nr. 57/2013, Legea nr. 23/2014, Legea nr. 122/2015, OUG nr. 24/2017 și Legea nr. 184/2018), ANRE a elaborat și, ulterior, modificat și completat cadrul de reglementare specific acestui domeniu.

⁴ Directiva 2009/28/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 aprilie 2009 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, de modificare și ulterior de abrogare a Directivelor 2001/77/CE și 2003/30/CE

2. Prosumatorii⁵ și cadrul de reglementare emis pentru promovarea acestora

Intrarea în vigoare a Legii nr. 184/2018⁶ a creat premisele pentru stabilirea cadrului de reglementare pentru energia electrică produsă în capacități electrice din surse regenerabile cu putere electrică instalată de cel mult 27 kW aparținând prosumatorilor:

➤ *Ordinul ANRE nr. 226/2018 pentru aprobarea regulilor de comercializare a energiei electrice produse în centrale electrice din surse regenerabile cu putere electrică instalată de cel mult 27 kW aparținând prosumatorilor*

➤ *Ordinul ANRE nr. 227/2018 pentru aprobarea Contractului-cadru de vânzare-cumpărare a energiei electrice produse de prosumatorii care dețin centrale electrice de producere a energiei electrice din surse regenerabile cu puterea instalată de cel mult 27 kW pe loc de consum și pentru modificarea unor reglementări din sectorul energiei electrice*

➤ *Ordinul ANRE nr. 228/2018 pentru aprobarea Normei tehnice "Condiții tehnice de racordare la rețelele electrice de interes public pentru prosumatorii cu injecție de putere activă în rețea"*

Conform prevederilor din Legea nr. 220/2008 prosumatorii sunt consumatorii de energie electrică (Legea nr. 123/2012 pune semnul egal între consumatori și clienți finali în art. 3 pct. 13 din legea sus-menționată) persoane fizice sau juridice care îndeplinesc simultan, următoarele condiții:

- dețin⁷ instalații de producere a energiei electrice sau instalații de producere a energiei electrice și termice în cogenerare⁸.

⁵ Sunt acceptați următorii termeni pentru noțiunea de "utilizator activ": prosumator, proconsumator

⁶ Legea nr. 184/2018 pentru aprobarea Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 24/2017 privind modificarea și completarea Legii nr. 220/2008 pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie și pentru modificarea unor acte normative

⁷ în esență orice consumator care deține legal cu orice titlu (ex. contract de vânzare cumpărare, certificat de moștenitor, contract de donație, contract de închiriere, contract de comodat, contract de leasing etc.), instalația de producere a energiei electrice poate să devină prosumator

⁸ o instalație de producere a energiei electrice și termice în cogenerare este acea instalație în care se produce simultan energie electrică și energie termică, iar energia termică este utilizată la încălzirea de spații de locuit, ca apa caldă menajeră sau, la persoanele juridice, în procese tehnologice

- activitatea lor specifică nu este producerea energiei electrice, respectiv în cazul persoanelor juridice nu trebuie să existe cod CAEN aferent producerii de energie electrică definit în cadrul activității principale, iar persoanele fizice autorizate nu trebuie să presteze activități de producere a energiei electrice. În cazul persoanelor fizice fără activități economice este indicat ca puterea instalată a capacității de producere existente sau care se va instala să nu fie mai mare decât puterea aprobată pentru consum existentă pe avizul de racordare deoarece există riscul de a se considera că desfășoară o activitate economică și îi este acordat un ajutor de stat.

- consumă, pot stoca și vinde energia electrică produsă din surse regenerabile de energie produsă în clădirile lor, inclusiv un bloc de apartamente, o zonă rezidențială, un amplasament de servicii partajat, comercial sau industrial sau în același sistem de distribuție închis, cu condiția ca, în cazul consumatorilor autonomi necasnici de energie din surse regenerabile, aceste activități să nu constituie activitatea lor comercială sau profesională primară [1].

Producătorul de E-SRE care deține o unitate de producere a energiei electrice din surse regenerabile de energie cu putere electrică instalată de cel mult 27 kW pe loc de consum se adresează operatorului de distribuție la rețeaua căruia este racordată unitatea de producere a energiei electrice din surse regenerabile de energie pentru certificarea calității de prosumator [2].

Operatorul de distribuție emite certificatul de racordare pentru locul de consum și de producere respectiv completat la rubrica „Alte precizări/condiții“, cu calitatea de prosumator [2].

3. Statutul de prosumator o provocare pentru micul producător E-SRE

Certificarea calității de prosumator *este necesară având în vedere următoarele aspecte:*

- management eficient al rețelei electrice de către distribuitor prin cunoașterea inventarului de instalații de producere de energie electrică de acest gen;

- cantitatea de energie electrică din surse regenerabile de energie produsă în instalațiile deținute de către prosumatori, face parte din ponderea de energie electrică regenerabilă realizată de România, în consecință trebuie măsurată în acest sens;

- pe baza certificatului de racordare completat cu calitatea de prosumator se încheie contractul de vânzare-cumpărare a energiei electrice, astfel încât prosumatorul poate comercializa energie electrică.

Principalele facilități de care beneficiază prosumatorii⁹ sunt:

- pot vinde energia electrică produsă și livrată în rețeaua electrică furnizorilor de energie electrică cu care aceștia au încheiate contracte de furnizare a energiei electrice, după certificarea calității de prosumator (art. 14 alin. (6) din Legea 220/2008). Activitatea de comercializare pentru prosumatorii persoane fizice este posibilă fără înregistrarea și autorizarea funcționării acestora [1];

- Furnizorii de energie electrică sunt obligați, la solicitarea prosumatorilor, cu care aceștia au încheiate contracte de furnizare a energiei electrice, să achiziționeze energia electrică produsă și livrată în rețeaua electrică. În acest scop furnizorul este obligat să prezinte prosumatorului în termen de 10 zile de la solicitare, un contract de vânzare-cumpărare a energiei electrice, conform contractului-cadru [3];

- beneficiază din partea furnizorului de energie electrică cu care aceștia au încheiate contracte de furnizare a energiei electrice de serviciul de regularizare financiară între energia livrată și energia consumată din rețea;

- persoane fizice (prosumatori) sunt exceptate de la obligația de achiziție anuală și trimestrială de certificate verzi pentru energia electrică produsă și utilizată pentru consumul final propriu, altul decât consumul propriu tehnologic al centralei electrice

- persoane fizice (prosumatori) sunt exceptate/scutite de la plata tuturor obligațiilor fiscale aferente cantității de energie electrică produsă și utilizată pentru autoconsum sau vândută furnizorilor;

În privința promovării producerii E-SRE distribuite alături de reglementarea statutului de prosumator și a facilităților tehnice amintite în antecedentă, se acordă o atenție deosebită finanțării prosumatorilor în acest sens fiind de actualitate două programe aflate în coordonarea Ministerului Mediului:

❖ **Ordinul viceprim-ministru, Ministerul Mediului nr. 1287/2018¹⁰** este un program în derulare care permite finanțarea fiecărui proiect de

⁹ prosumatorii care dețin instalații de producere a energiei electrice din surse regenerabile de energie cu puterea electrică instalată de cel mult 27 kW pe loc de consum

¹⁰ **Ordinul viceprim-ministru, Ministerul Mediului nr. 1287/2018** pentru aprobarea Ghidului de finanțare a Programului privind instalarea sistemelor de panouri fotovoltaice pentru producerea de energie electrică, în vederea acoperirii necesarului de consum și livrării surplusului în rețeaua națională

prosumator de 3 kW, în proporție de 90% din valoarea investiției, cu o limită superioară de 20000 Lei. Programul se bucura de un interes foarte mare, iar prin finalizarea acestuia se anticipează apariția a cca. 33000 de prosumatori;

❖ **Ordinul viceprim-ministru, Ministerul Mediului nr. 1305/2018**¹¹ este un program cu o altă țintă decât cel precedent, având în vedere că promovează instalarea de sisteme fotovoltaice pentru gospodăriile izolate neracordate la rețeaua de distribuție a energiei electrice. În cadrul acestui program se vor finanța proiecte în proporție de 100% din valoarea investiției, cu o limită superioară de 25000 Lei.

4. Perspective ale cadrului de reglementare pentru prosumatori

Facilitățile tehnice reglementate de către Legea nr. 220/2008 și finanțările promovate de către Ministerul Mediului amintite în antecedentă au fost amplu dezbătute în spațiul public, iar ANRE ca autoritate de reglementare care dezvoltă cadrul de reglementare secundar pentru promovarea prosumatorilor s-a confruntat de-a lungul întregului proces de implementare, cu situații în care a trebuit să ofere informații suplimentare în ceea ce privește evoluția dar și perspectiva cadrului de reglementare pentru prosumatori. În acest sens, s-a constatat nevoia de precizarea unor elemente suplimentare cadrului de reglementare materializate sub forma unui

Ghid al prosumatorului care comercializează energie electrică la preț reglementat publicat pe site-ul ANRE. Autoritatea a subliniat faptul că acest material informativ va fi periodic revizuit și, în acest sens, participanții pe piață au fost invitați să prezinte observații sau propuneri pentru a-și îmbunătăți conținutul. În acest context, după unele aspecte raportate de furnizorii de energie electrică la ANRE, experții din cadrul ANRE - Departamentul de Eficiență Energetică au deja în vedere o nouă versiune a *Ghidului Prosumatorului*, care va aduce noi elemente, cum ar fi:

- Prevederi legate de agregarea producătorilor E-SRE;
- Simplificarea soluției de racordare pentru capacități sub 30 kVA, care este stabilită în baza fișei de soluție;

¹¹ **Ordinul viceprim-ministru, Ministerul Mediului nr. 1305/2018** pentru aprobarea Ghidului de finanțare a Programului privind instalarea de sisteme fotovoltaice pentru gospodăriile izolate neracordate la rețeaua de distribuție a energiei electrice

➤ Prosumatorii pot efectua lucrările de instalare pe acoperișul clădirilor cu panouri fotovoltaice pentru producerea de energie electrică și / sau panouri; solare pentru încălzire sau pregătirea apei calde fără autorizarea construcției;

➤ Compensarea între valoarea E-SRE produsă și livrată în rețeaua electrică și cea a E-SRE consumată din rețeaua electrică de prosumatori.

La acest moment, autoritățile statului sunt preocupate de transpunerea prevederilor pachetului legislativ european Pachetul energie curată pentru toți europenii¹², urmare a implementării de noi reguli în privința pieței de energie electrică și promovarea în continuare a producerii E-SRE prin stabilire de noi ținte ambițioase la nivel european, în consecință asistăm la o adevărată provocare în ceea ce privește:

- crearea și asigurarea funcționării unei piețe de energiei electrică integrate, competitive, axate pe consumator, flexibile, echitabile și transparente;

- promovarea utilizării surselor noi și regenerabile de energie precum și implementarea electromobilității, în vederea realizării unui sistem sustenabil cu emisii scăzute de dioxid de carbon;

- asigurarea de mijloace fiabile și competitive din punctul de vedere al costurilor pentru a echilibra sarcina în rețeaua electrică, cum ar fi sistemele de stocare a energiei;

- apariția de noi actori în piața de energie electrică: client activ¹³, agregator independent¹⁴ și comunitate de E-SRE a cetățenilor¹⁵.

¹² Clean energy for all Europeans package completed: good for consumers, good for growth and jobs, and good for the planet

¹³ client final, sau un grup de clienți finali ce acționează împreună, care consumă sau stochează energie electrică produsă, care vinde energie electrică auto-produsă sau participă la programe de flexibilitate sau de eficiență energetică, cu condiția ca activitățile respective să nu constituie principala lor activitate comercială sau profesională

¹⁴ înseamnă un participant la piață implicat în agregare și care nu este afiliat furnizorului clientului său

¹⁵ entitate juridică care este bazată pe o participare voluntară și deschisă și este controlată efectiv de către membri sau acționari persoane fizice, autorități locale, inclusiv municipalități, sau întreprinderi mici. De asemenea, are ca principal obiectiv oferirea unor avantaje de mediu, economice sau sociale pentru membrii sau acționarii săi sau pentru zonele locale în care funcționează, mai degrabă decât acela de a genera profituri financiare. Totodată, se poate implica în producere, inclusiv producerea din surse regenerabile, distribuție, furnizare, consum, agregare, stocarea energiei, servicii de eficiență energetică, sau în servicii de încărcare pentru autovehicule electrice ori poate să furnizeze alte servicii energetice membrilor sau acționarilor săi

5. Concluzii

În încheiere, se poate reține faptul că, în privința promovării producerii energiei electrice distribuite și de satisfacere a consumului local în România, din perspectiva producerii de E-SRE s-au făcut pași importanți până în prezent, iar pentru că se anticipează schimbări importante atât în piața de energie electrică cât și în promovarea producerii E-SRE, prin valențele pe care le capătă în flexibilizare având în vedere apariția și utilizarea de capacități stocare a energiei electrice dar și coordonarea prin utilizarea tehnicilor de digitalizare de tip Internetul Obiectelor (eng. IoT¹⁶). Perspectiva ce se conturează anunță deci o confruntare între vechi și nou, tranziția de la o producere a energiei electrice centralizate la una descentralizată, în fond o importantă schimbare de abordare la nivel european, în ceea ce reprezintă producerea energiei electrice și în particular producerea E-SRE, punând în centrul atenției ca beneficiar clientul final.

REFERENCES

- [1] *** “Legea nr. 220/2008 pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie, republicată, cu modificări și completări ulterioare”
- [2] ANRE, “Ordinul președintelui ANRE nr. 226/2018 pentru aprobarea regulilor de comercializare a energiei electrice produse în centrale electrice din surse Regenerabile cu puterea electrică instalată de cel mult 27 kW aparținând prosumatorilor, cu modificări și completări ulterioare”.
- [3] ANRE, “Ordinul președintelui ANRE nr. 227/2018 pentru aprobarea Contractului-cadru de vânzare-cumpărare a energiei electrice produse de prosumatori care dețin centrale electrice de producere a energiei electrice din surse Regenerabile cu puterea instalată de cel mult 27 kW pe loc de consum și pentru modificarea unor reglementari din sectorul energiei electrice, cu modificări și completări ulterioare”.

¹⁶ Internetul obiectelor (în engleză Internet of Things, abreviat IoT) concept ce presupune folosirea Internetului pentru a conecta între ele diferite dispozitive, servicii și sisteme automate, formând astfel o rețea de obiecte

LEAD COOLED FAST NEUTRON REACTORS TECHNOLOGY IN ROMANIA; THE ALFRED PROJECT

TEHNOLOGIA REACTORILOR CU NEUTRONI RAPIZI RĂCIȚI CU PLUMB IN ROMÂNIA; PROIECTUL ALFRED

Ilie TURCU¹

Abstract: For the prevention of dramatic consequences due to climate change, nuclear energy is considered an important part of the solution. Nuclear power contribute to the achievement of the stringent objectives of limiting global temperature increase and the development of advanced nuclear systems can ensure in the long term a clean component for electricity production. Through the ongoing research, technological development and demonstration program, in a European collaborative framework, Romania is among the countries cooperating for the development of generation IV technologies, systems presenting very attractive features in terms of nuclear safety, efficiency of the use of fuel resources or reduction of radioactive waste.

Keywords: nuclear power, nuclear reactor, lead-cooled fast reactors, research, technological development, innovation.

Rezumat: Pentru prevenirea consecințelor dramatice generate de schimbările climatice, energia nucleară este o parte vitală a soluției. Centralele nucleare-electrice în funcțiune contribuie la realizarea obiectivelor stringente privind limitarea creșterii temperaturii globale iar dezvoltarea sistemelor nucleare avansate poate asigura pe termen lung o componentă curată pentru producția de electricitate. Prin programul de cercetare, dezvoltare tehnologică și demonstrație în curs de desfășurare, într-un cadru de colaborare european, România se situează în rândul țărilor care cooperează pentru dezvoltarea tehnologiilor de generație IV. Aceste sisteme prezintă caracteristici foarte atractive în ceea ce privește securitatea nucleară, eficiența utilizării resurselor de combustibil sau reducerea deșeurilor radioactive.

Cuvinte cheie: energie nucleară, reactor nuclear, reactori rapizi răciți cu plumb, cercetare, dezvoltare tehnologică, inovare.

¹ Manager proiect ALFRED, Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară Institutul de Cercetări Nucleare, e-mail: ilie.turcu@nuclear.ro

1. Introducere

Schimbările climatice reprezintă una din cele mai importante provocări cu care ne confruntăm în prezent iar la cel mai înalt nivel, ONU, OECD, WEC, EU sau la nivelul statelor lumii preocuparea pentru prevenirea încălzirii globale este din ce în ce mai mare.

Energia nucleară poate aduce o contribuție extrem de importantă la efortul de reducere a emisiilor de carbon asigurând în același timp energia necesară pentru creșterea economică. Practic, producerea energiei prin tehnologii nucleare nu produce emisii de gaze de seră sau poluanți semnificativi pe întregul ciclu de combustibil.

Cercetarea, dezvoltarea tehnologică și inovarea este o componentă vitală pentru orice program energetic nuclear de succes. Activitățile de cercetare legate de operarea în siguranță a centralelor nucleare în funcțiune și dezvoltările tehnologice dedicate construirii de noi centrale, bazate pe tehnologiile existente, cu performanțe superioare (reactori de generație III și III+) contribuie la asigurarea soluțiilor pe termen scurt și mediu. La nivel mondial cercetările pe termen mediu și lung în domeniul energetic nuclear sunt orientate către realizarea unei noi generații de sisteme nucleare (reactori avansați, reactori de generație IV) cu performanțe mult îmbunătățite. Etapa imediată în realizarea acestora este cea a proiectării, construcției și operării reactorilor nucleari de demonstrație, prevăzuți a intra în funcțiune în jurul anului 2030. Etapa de dezvoltare comercială va conduce, după 2030, la intrarea pe piață a acestor noi tehnologii.

România a optat pentru dezvoltarea programului energetic nuclear încă din 1971 iar efortul național semnificativ a fost materializat prin construirea și operarea în condiții de siguranță a unităților 1 și 2 de la Cernavoda, utilizând reactori nucleari de tip CANDU 600, de generație II+. În prezent, energia electrică nucleară asigură 20% din necesarul național, la un preț competitiv. Succesul acestui program a fost posibil prin construirea unei baze tehnologice solide la nivel național. În continuare România are o politică fermă de dezvoltare a sectorului energetic nuclear, pe o direcție similară cu multe alte țări din lume și din Europa (Rusia, SUA, China, India, Franța, Anglia, Cehia, Slovacia, Polonia, etc.). Extinderea centralei de la Cernavodă cu unitățile 3 și 4 va contribui la asigurarea unei securități energetice în condiții de independență, pe un orizont de timp confortabil (cel puțin 40-50 ani). Menținerea și dezvoltarea durabilă a acestui sector depinde în mare măsură de dezvoltarea tehnologică, menținerea și extinderea cunostințelor de specialitate la nivel național.

Prin Institutul de Cercetări Nucleare din cadrul Regiei Autonome Tehnologii pentru Energia Nucleară (RATEN ICN) România s-a implicat, în ultimii 10 ani, în activitățile de cercetare și proiectare a sistemelor de generație IV utilizând competențele create în cadrul programului nuclear național și în contextul programelor de cercetare europene. Dintre cele 6 sisteme reținute de Forumul Internațional pentru generația IV (GIF, <https://www.gen-4.org/gif/>), România a ales opțiunea de a concentra eforturile de cercetare, dezvoltare și demonstrare pentru sistemul de reactori cu neutroni rapizi răciți cu plumb, într-un parteneriat european dedicat acestui sistem și în contextul acordului EURATOM-GIF.

Institutul de Cercetări Nucleare de la Mioveni, are o experiență mare (48 ani) în realizarea programului energetic nuclear din România, contribuind în mod semnificativ la succesul acestuia. Este importantă de asemenea experiența institutului în derularea proiectelor de mare anvergură în acest domeniu cu asistență și cooperare internațională continuă (AIEA, DOE-SUA, mai recent proiecte europene în domeniul EURATOM), care poate asigura valorificarea acestei oportunități.

Începând cu anul 2005 programul de reactori avansați desfășurat de RATEN ICN, având ca obiectiv general menținerea contactului cu tendințele pe plan mondial a fost orientat în mod semnificativ către filiera de reactori rapizi utilizând plumbul topit ca agent de răcire, LFR (Lead Fast Reactors).

Programele de cercetare europene (FP – Framework Programmes) planifică teme de cercetare finanțate din bugetul de cercetare EU EURATOM, cu prioritate tehnologiile incluse în planurile strategice.

În context European, RATEN ICN a promovat o participare consecventă la proiectele dedicate LFR concomitent cu o creștere progresivă a efortului propriu. În 2006 a participat alături de 20 de organizații partenere din Europa, la realizarea proiectului ELSY care a avut ca obiectiv dezvoltarea unui proiect conceptual pentru reactorul rapid răcit cu plumb.

2. Tehnologia reactorilor răciți cu plumb de generație IV

Generația IV vine cu soluții promițătoare pentru asigurarea energiei nucleare curată și sigură. Exigențele societății moderne, exprimate prin parametrii dezvoltării durabile, sunt pe deplin satisfăcute de aceste noi sisteme. Filiera de reactori rapizi răciți cu plumb promite caracteristici foarte atractive:

Siguranța în funcționare. Soluția propusă este caracterizată de un grad foarte ridicat de siguranță în funcționare pe baza utilizării plumbului

lichid care, spre deosebire de alte lichide, nu are nevoie de presurizare și nici nu produce hidrogen sau alte gaze explozive, în caz de accidente. Utilizarea plumbului permite introducerea unor sisteme pasive de evacuare a căldurii reziduale, caracterizate de faptul că funcționarea lor este garantată de legile fizice și nu necesită alimentarea cu energie electrică. Funcționarea acestor sisteme este stabilă și sigură chiar și în cazul unor evenimente externe extreme (de tipul Fukushima) prevenind răspândirea de elemente radioactive în afara clădirii reactorului.

Eficiența utilizării resurselor combustibile. Filiera cu plumb este concepută pentru a asigura sustenabilitatea energetică pe termen lung. Una dintre problemele globale este strâns legată de asigurarea resurselor energetice pentru generațiile viitoare. Folosind în mod predominant izotopul Uraniu-235 centralele nucleare actuale (bazate pe apă sau apă grea) pot asigura, pe baza resurselor identificate, o funcționare pentru următorii 100 de ani. Generația IV de centrale nucleare extinde acest orizont de timp la mii de ani, prin folosirea izotopului cel mai abundent din minereul de uraniu, Uraniu-238.

Reducerea deșeurilor radioactive. La nivelul societății problema depozitării deșeurilor radioactive produce numeroase discuții, controverse și reacții decizionale. Depozitarea combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor de viață lungă are soluții viabile din punct de vedere economic și tehnologic dar, deocamdată, nu și din punct de vedere al acceptării de către întreaga societate. Faptul ca aceste deșeuri necesită depozitare în încăperi speciale și un control pe sute de ani naște îngrijorări din perspectiva asumării răspunderii pentru generațiile viitoare. Tehnologia bazată pe reactori cu neutroni rapizi vine cu soluții care reduc de 10 ori volumul de deșeuri generate și de 10 ori radiotoxicitatea asociată. În acest mod deșeurile produse sunt gestionate mai simplu și mai sigur. Plutoniul și actinidele minore (americium, curium, etc.) sunt reciclate în interiorul reactorului, care este capabil să realizeze un "ciclu închis" al combustibilului fără transferul acestora către depozitarea finală.

Deșeurile deja existente. Reactorul cu plumb este capabil să ardă deșeurile produse de tehnologiile actuale prin arderea actinidelor minore și consumul de plutoniu produs în centralele nucleare actuale. Plutoniul în exces poate fi, de asemenea, ars în sisteme dedicate acestui scop.

Competitivitate. Obiectivele economice stabilite pentru reactorii de generație IV se referă la asigurarea unei competitivități clare pe toată durata de viață și un risc financiar comparabil cu alte tehnologii de producere a energiei.

Prin conceptul acestui tip de reactor și prin proiectarea sa adecvată se asigură o rezistență maximă față de proliferare precum și un nivel foarte ridicat de protecție fizică împotriva actelor de terorism.

3. Stadiul în plan internațional și în Europa

Pe plan mondial activitățile de cercetare și dezvoltare a sistemelor de generație IV sunt promovate și susținute în primul rând în țări care au aderat la GIF: SUA, Japonia, Rusia, Canada, Franța, Coreea de Sud, EURATOM, Anglia, Elveția.

Strategia europeană, prin SET Plan (Strategic Energy Technology Plan) sau inițiativele SNE-TP (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform) și ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative), prevede în principal dezvoltarea a 3 tehnologii de generație IV (sodiu, plumb și gaz). Agenda strategică a SNE-TP “Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA)”, consideră filiera reactorilor cu sodiu ca filiera de referință, tehnologia cu plumb a fost evaluată ca realizabilă pe termen mediu, în timp ce tehnologia cu gaz este considerată pe termen lung. În cadrul Uniunii Europene, există în prezent un consens cu privire la oportunitățile oferite de plumb, motivat de aspectele tehnice, dar mai ales de aspectele legate de securitatea sistemului.

4. Oportunitatea pentru România

Proiectul ALFRED este o oportunitate pentru România de a face un pas important de la statutul predominant utilizatoare de tehnologii de înaltă complexitate la cea de participant activ la crearea unor astfel de tehnologii prin folosirea competențelor naționale existente, precum și prin dezvoltarea acestora. Construcția în România a demonstratorului ALFRED va consolida poziția României în energia nucleară, va crea locuri de muncă noi de înaltă tehnicitate prin stimularea economiei naționale și va oferi instrumente de lucru pentru cercetarea tehnologică aplicativă de vârf.

Amplasarea în România a centralei de demonstrație ALFRED, obiectiv de avangardă al cercetării tehnologice europene în domeniul energetic, va contribui semnificativ la:

- implementarea unor tehnologii de vârf în țara noastră și consolidarea poziției noastre în sectorul energetic nuclear, inclusiv crearea de avantaje tehnologice în faza de comercializare;
- atragerea de fonduri europene pentru dezvoltarea infrastructurii de cercetare suport și pentru realizarea reactorului de demonstrație;

- crearea de noi locuri de muncă de înaltă calificare: peste 300 în ICN și peste 2000 pe orizontală;
- implicarea activă a instituțiilor de cercetare-dezvoltare românești în programe științifice de interes mondial, precum și a organizațiilor din industrie;
- realizarea în România a unei infrastructuri europene importante și îmbunătățirea imaginii de țară;
- conectarea țării noastre în grupul de lucru GIV, ceea ce va permite ca odată cu alegerea tipului de reactor ce va reprezenta GIV, va permite accesul țării noastre la tehnologia ultimei generații de reactori nucleari.

5. Infrastructura de cercetare și demonstrație dedicată tehnologiei reactorilor rapizi răciți cu plumb

Infrastructura ALFRED care va fi realizată în România pe platforma nucleară de la Mioveni adresează ansamblul format din reactorul de demonstrație și 7 infrastructuri de cercetare necesare pentru activitățile de dezvoltare tehnologică, testare și calificare. Infrastructura va fi principalul nod european în domeniu, fiind complementară infrastructurilor de cercetare existente pe plan european dedicate tehnologiei plumbului din Italia (10 instalații experimentale) sau Republica Cehă, precum și infrastructurilor dedicate tehnologiilor bazate pe metale lichide grele (sinergice cu tehnologia plumbului) existente în alte țări (Belgia, Franța, Germania, Suedia).

Potrivit Foii de parcurs pentru infrastructurile de cercetare naționale scopul general al infrastructurii ALFRED este realizarea bazei experimentale necesară pentru programul de cercetare, dezvoltare tehnologică și demonstrarea tehnologiei reactorilor rapizi răciți cu plumb în vederea utilizării pentru producerea de energie electrică fără emisii de carbon și diferite aplicații ne-energetice. Programul CDI urmărește demonstrarea viabilității tehnice și economice a tehnologiei LFR prin activități de cercetare, validare, verificare, testare și demonstrare a proceselor și fenomenelor implicate, precum și activități de calificare a materialelor, componentelor și sistemelor necesare în tehnologia LFR.

Având ca obiectiv final construirea reactorului de demonstrație, infrastructura experimentală suport este alcătuită dintr-o serie de componente după cum urmează: **ATHENA** - instalație de tip piscină pentru testarea (la scara 1:1) a componentelor, investigarea accidentului de tip rupere a tuburilor generatorului de abur, comportamentul componentelor mari în configurația de tip piscină; **ChemLab** - destinat studiilor privind chimia agentului de răcire și

a gazului de acoperire, precum și a sistemelor auxiliare; **HELENA 2** - instalație de tip buclă pentru testarea în regim de circulație forțată a plumbului, testarea pompelor, valvelor și a unor componente, comportarea la eroziune și coroziune; **ELF** - este o instalație de tip piscină destinată simulării zonei active (cu elemente combustibile simulate prin încălzire electrică, bare de control) având ca obiectiv testele de duranță; **Meltin'Pot** - instalație de tip piscină de volum redus destinată testelor dispersiei combustibilului în caz de accident de blocare a curgerii și investigare a retenției produșilor de fisiune în piscină și totodată testării comportării combustibilului în regim de circulație naturală; **Hands-ON** - instalație de testare a manevrării casetelor de combustibil în aer și în plumb; **HUB** – Centru de coordonare și centru de excelență european pentru tehnologia reactorilor răciți cu plumb.

6. Proiecte Europene dedicate tehnologiei LFR

Desfășurat în perioada 2006-2009, proiectul **ELSY** - European Lead-cooled System – a avut ca obiectiv elaborarea unui proiect conceptual, estimarea costurilor și identificarea domeniilor de cercetare necesare pentru realizarea unui reactor LFR. RATEN ICN a participat în calitate de partener la proiectarea conceptului de reactor rapid răcit cu plumb de tip comercial/industrial (600MWe), prin contribuții la proiectarea zonei active și a sistemului de bare de control, evaluări ale protecției biologice, precum și analiza comportării materialelor și a plumbului la iradiere pe durata de viață a reactorului. Detalii privind proiectul și rezultatele obținute se pot regăsi în baza de date europeană CORDIS a proiectelor de cercetare finanțate din bugetul EU.

Unul din principalele rezultate ale proiectului a fost necesitatea și recomandarea de a se construi un reactor de putere mai mică având ca obiectiv demonstrarea viabilității tehnologice a soluției comerciale pentru acest tip de reactor, care necesită costuri considerabil reduse și o perioadă mai redusă de realizare.

În consecință a fost propus și aprobat pentru finanțare în programul cadru 7 (2007-2013) proiectul **LEADER** - Lead-cooled European Advanced DEMonstration Reactor – care s-a desfășurat în perioada 2010-2013. Bazat pe rezultatele proiectului ELSY a fost ales un reactor de 300 MWth cu o configurație de referință îmbunătățită, adecvată scopului propus. La acest proiect la care au participat 18 organizații europene, RATEN ICN a participat la dezvoltarea conceptului ALFRED, contribuind la proiectarea zonei active, evaluări ale protecției biologice, la analiza defectelor produse

de neutroni în materialele de structură ale reactorului, precum și la definirea arhitecturii de comandă și control a reactorului.

În ceea ce privește amplasarea reactorului, a fost propus să se aleagă un amplasament într-unul din statele nou aderate care aveau oportunitatea de a folosi fonduri europene structurale, costul obiectivului fiind relativ mare. În acest context institutul a preluat inițiativa (aprobată de către ANDR) de a promova amplasarea reactorului în România. Aceasta inițiativă a fost acceptată atât de partenerii proiectului LEADER cât și de reprezentanții CE. În acest timp a fost adoptat și acronimul ALFRED (Advanced Lead Fast Reactor Demonstrator) pentru acest obiectiv.

În continuare RATEN ICN, prin Ministerul Energiei, a propus un memorandum pentru aprobarea construirii reactorului pe amplasamentul de la Mioveni, memorandum aprobat de guvern în februarie 2011.

În perioada urmatore ICN a amplificat activitatea desfășurată în cadrul programului intern și a participat la un număr relativ mare de proiecte finanțate din bugetul european de cercetare dedicate LFR sau care au inclus pachete de lucru pentru LFR (2 dintre acestea au fost coordonate de ICN):

ADRIANA (FP7, 2010-2013) - ADvanced Reactor Initiative And Network Arrangement – RATEN ICN a participat ca partener în cartografierea infrastructurii pentru Generația IV și în definirea necesităților pentru o nouă infrastructură în Europa.

MATTER (2010-2014), MATerial Testing and Rules – RATEN ICN a contribuit cu o sinteză asupra utilizării aliajelor de vanadiu în domeniul fisiunii și fuziunii nucleare.

SEARCH (2011-2015), Safe ExploitAtion Related CHEmistry for HLM reactors – RATEN ICN a fost implicat în studii privind purificarea agentului de răcire (PB, Pb-Bi) folosind diferite tipuri de filtre și în dezvoltarea de competențe, prin schimb de experiență și informații, în domeniul purificării prin filtrare a plumbului lichid.

NEWLANCER (FP7, 2011-2013) - New MS Linking for an Advanced Cohesion în Euratom Research coordonat de RATEN ICN- a contribuit la consolidarea și extinderea participării Noilor State Membre la programul european de cercetare, inclusiv în domeniul reactorilor de Gen IV.

MAXSIMA (FP7, 2012-2018) - Methodology, Analysis and eXperiments for the "Safety în MYRRHA Assessment", - RATEN ICN a fost responsabil cu activitățile dedicate testării în condiții de tranziție a combustibilului MYRRHA pentru determinarea pragului de defectare a elementului combustibil.

MATISSE (2013-2017) - Materials' Innovations for a Safe and Sustainable nuclear în Europe – RATEN ICN a contribuit la elaborarea foii de lucru în domeniul cercetării-dezvoltării materialelor combustibile (incluzând combustibilul inovativ pentru transmutație).

ESNII Plus (FP7, 2013-2017) - Preparing ESNII for HORIZON 2020 - ICN a coordonat activitățile de stabilire a principalelor cerințe care trebuie îndeplinite de demonstratorii tehnologiilor GIV, în cadrul procesului de autorizare a amplasamentului și a proiectului.

ARCADIA (FP7, 2013-2016) – Assessment of Regional Capabilities for new reactors Development through an Integrated Approach, coordonat de RATEN ICN- a avut ca obiectiv central evaluarea fezabilității demonstratorului ALFRED în România, printr-o amplă analiză a cerințelor majore: infrastructura la nivel național și local, competența necesară dezvoltării, construcției și operării, oportunitatea, beneficiile și riscurile unei astfel de investiții, suportul național, regional și european.

FASTNET (H2020, 2015 - 2019) - FAST Nuclear Emergency Tools for the reliable prediction of severe accident progression and anticipation of the source term of a nuclear accident este dedicat calificării unei metodologii care integrează mai multe instrumente și metode pentru a asigura atât diagnosticarea, cât și prognoza evoluției accidentelor severe.

GEMMA (H2020, 2017–2021), GEneration IV Materials Maturity – RATEN ICN realizează activități privind calificarea și codificarea materialelor structurale selectate pentru construcția reactorilor de generație IV.

PIACE (H2020, 2017 – în derulare) - Passive IsolAtion CondEnser - RATEN ICN participă în pachete de lucru care au ca scop analiza și adaptarea unui sistem inovativ de evacuare a căldurii reziduale din reactorii nucleari, aflat în faza de validare tehnologică pentru reactorii răciți cu plumb astfel încât să se obțină un prototip ce va putea fi utilizat atât în sistemele nucleare de tip LFR, cât și pentru reactorii clasici.

MABELLE (EERA-JPNM, 2019-2022, în derulare) - Molybdenum clAdding tuBEs for high temperature HLM coolAnt Environment - proiect Pilot în cadrul European Energy Research Alliance - Joint Programme on Nuclear Materials – RATEN participă ca partener la efectuarea de analize, calcule, evaluări ale impactului utilizării aliajelor de Molibden ca material pentru tecile de combustibil asupra parametrilor neutronici pentru configurația de referință a reactorului ALFRED.

Mai multe detalii privind aceste proiecte se regăsesc în baza de date CORDIS (<https://cordis.europa.eu>).

7. Progrese la nivel național

În același timp au fost făcute eforturi importante pentru promovarea proiectului atât la nivel național cât și european în vederea pregătirii pentru finanțare și implementare:

- 2011 Memorandum Guvernamental prin care se aprobă construirea în România a reactorului de demonstrație ALFRED.
- 2013 Memorandum Guvernamental pentru aprobarea măsurilor de implementare a reactorului.
- 2013 Constituirea consorțiului FALCON (Fostering ALfred CONstruction) având ca membri ANSALDO NUCLEARE, ENEA, RATEN ICN. Consorțiul asigură nucleul de expertiză europeană necesară pentru proiectare (având ca lider ANSALDO NUCLEARE), cercetare (ENEA), RATEN ICN (cercetare, testare, calificare, construcție și operare). În jurul consorțiului sunt antrenate organizații din cercetare, industrie și universități europene prin acorduri de cercetare specifice.
- 2015 Includerea proiectului în strategia de specializare inteligentă Sud Muntenia (condiționalitate pentru accesarea fondurilor europene).
- 2017 Includerea în Strategia națională de cercetare.
- 2017 Formarea parteneriatului CESINA în domeniul cercetării și educației pentru sisteme nucleare avansate având ca membrii RATEN ICN, UPIT (Universitatea din Pitești), UPB (Universitatea Politehnică din București), IFIN-HH, IPE (Institutul de Prognoze Economice al Academiei).
- 2017 Încheierea acordului între CESINA și industria nucleară din România (ROMATOM) prin care se asigură suportul din partea industriei.
- 2018 Includerea în Foaia de parcurs națională pentru infrastructuri de cercetare.
- 2018 Includerea proiectului în Planul național de cercetare și inovare (PNCDI III).
- Includerea proiectului în programul de guvernare 2017-2020.

În prezent au fost inițiate activitățile de realizare a infrastructurii de cercetare suport ATHENA și ChemLab (propunerea de proiect a fost acceptată pentru finanțare din fonduri europene fiind în curs de evaluare tehnică și financiară) și activitățile de pregătire pentru completarea infrastructurii suport (cu instalațiile ELF, HELENA 2, Meltin'Pot, Hands-on), a activităților de pregătire a programelor de cercetare experimentală și a procesului de autorizare a reactorului precum și consolidarea sistemului de

educație și pregătire a specialiștilor (proiectul PRO ALFRED) contractat în cadrul PNCDI III.

În plan european eforturile sunt concentrate pe activitățile și acțiunile identificate și coordonate de consorțiul FALCON precum și pentru participarea în principalele structuri europene organizate în domeniul energetic nuclear: SNETP (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform) având ca unul din piloni ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative, dedicată reactorilor avansați), FORATOM (Asociația industriei nucleare europene), ENS/HSC (European Nuclear Society/High Scientific Council) precum și în structurile coordonate de CE (DG Research, DG Energy) și anume SET-Plan, STC (Scientific and Technical Committee) sau Comitetul de programe (Programme Committee). Participarea la activitățile acestor structuri prezintă o importanță deosebită în procesul de pregătire a programelor de cercetare europene, alocarea fondurilor de cercetare și promovarea priorităților naționale la nivel european în acest domeniu.

8. Concluzii

Construirea reactorului de demonstrație ALFRED este o etapă importantă în dezvoltarea și realizarea maturității industriale a conceptului de reactor rapid răcit cu plumb de generație IV. La nivel european proiectul contribuie la menținerea poziției de lider în domeniul tehnologiilor nucleare-energetice iar implementarea în România este o oportunitate semnificativă pentru dezvoltarea sectorului de cercetare precum și stimularea industriei pentru o dezvoltare socială și economică consistentă. Progresele efectuate până în prezent, atât din punct de vedere tehnologic cât și în ceea ce privește orientarea obiectivelor strategice europene și naționale reprezintă premise pozitive pentru realizarea proiectului.

R E F E R E N C E S

- [1] *E. Proust, L. G. Williams, C. Ahnert, S. Bechta, H. Böck, L. Cizelj, F. Deconinck, A. Di Buono, E. Gilad, J. Klepáč, M. E. Ricotti, T. J. Schröder, T. Schulenberg, G. Steinhauser, A. Traichel, T. Troev, I. Turcu, J. Uhlir.* „The important role of nuclear in a low-carbon world: the view of the European Nuclear Society’s High Scientific Council,” International Conference on Climate Change and the Role of Nuclear Power 7–11 October 2019, IAEA Headquarters Vienna, Austria.
- [2] * * *, Strategic Energy Technology Plan (SET Plan), <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/064a025d-0703-11e8-b8f5-01aa75ed71a1/language-en>

-
- [3] * * *, SET Plan, Key action 10, “Maintaining a high level of safety of nuclear reactors and associated fuel cycles during operation and decommissioning, while improving their efficiency,” https://setis.ec.europa.eu/system/files/set_plan_nuclear_safety_implementation_plan_2.pdf, 30 April 2018
- [4] * * *, Integrated National Energy and Climate Change Plan for 2021-2030 România, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/romania_draftnecp_en.pdf
- [5] * * *, Technical Workshop “ALFRED: a sizeable opportunity for Europe”, FISA 2019, “9th European Commission Conferences on EURATOM Research and Training in Safety of Reactor Systems”, 4-7 June, 2019 Pitesti, România

ENERGIE NUCLEARĂ, DA SAU NU?

NUCLEAR ENERGY, YES OR NO?

Sorin FIANU¹

Summary: *Estimating the role of nuclear energy in the energy mix of each country is a real challenge because it depends on more factors. The main factor is the economy, but politics and public perception, also play important roles in making decisions about whether or not to choose nuclear power in the future. The paper's purpose is to perform a radiography of factors that could influence the answer to the question: nuclear energy, yes or no?*

Keywords: nuclear energy policy, influencing factors

Rezumat: *Estimarea rolului energiei nucleare în mixul energetic al fiecărei țări reprezintă o adevărată provocare întrucât depinde de mai mulți factori. Principalul factor este economia, dar politica și percepția publică de asemenea, joacă roluri importante în luarea deciziei de a alege sau nu, în viitor, energia nucleară. Lucrarea își propune să facă o radiografie a factorilor ce ar putea influența răspunsul la întrebarea: energie nucleară, da sau nu?*

Cuvinte cheie: politica energetică nucleară, factori de influență

1. Introducere

Energia nucleară oferă în prezent peste 11 procente din consumul de electricitate la nivel mondial, proporția variind între 1 procent în Orientul Mijlociu până la 19 procente în Statele Unite și 24% în Europa.

Totuși, estimarea rolului energiei nucleare în mixul energetic al fiecărei țări reprezintă o adevărată provocare, întrucât depinde de mai mulți factori. Principalul factor este economia, dar politica și percepția publică de asemenea, joacă roluri importante în luarea deciziei de a alege sau a evita în viitor energia nucleară.

În timpul dezastrului de la centrala nucleară de la Fukushima Daiichi din 2011, șase lucrători au murit din diferite motive, inclusiv boli cardiovasculare, în timpul eforturilor de izolare sau a lucrărilor de stabilizare

¹ Lector univ. dr. la Departamentul de Ingineria Mediului și Științe Inginerești Aplicate – Universitatea din Pitești; e-mail: sorin.fianu@upit.ro

a efectelor cutremurului și a daunelor tsunami-ului din centrală; aproximativ șase lucrători au primit doze de radiații la sau peste limitele legale de „viață profesională” și aproximativ 175 au primit doze „semnificative” de radiație. Cutremurul și tsunami-ul, care au inițiat dezastrul la centrala electrică, au ucis direct peste 18.500 de oameni. Dar dezastrul centralelor electrice este cel care rămâne în mintea oamenilor.

Reacția Japoniei la accidentul de la Fukushima Daiichi a fost rapidă și decisivă. Guvernul a reacționat la opinia publică renunțând să mai utilizeze cele 50 de reactoare nucleare ale țării, punând în pericol economia națională, deoarece țara devenea dependentă de surse de electricitate mult mai scumpe. În întreaga lume, organizațiile internaționale, guvernele, autoritățile de reglementare și operatorii au revizuit legile și procedurile de lucru. Reacțiile publice au fost variate și au dus la răspunsuri diferite. Germania a continuat decizia de a abandona energia nucleară. China și-a continuat programul de construire de noi reactoare nucleare. În SUA, ca urmare a accidentului și descoperirea rezervelor de gaze naturale a împiedicat o revenire a energiei nucleare.

Acum, aproximativ opt ani mai târziu, energia nucleară este în creștere în mare parte a lumii. Japonia își reînnoiește cea mai mare parte a flotei sale de reactoare în timp ce opoziția publică față de energia nucleară a mai scăzut. China, India și țările în curs de dezvoltare fac eforturi pentru a construi reactoare nucleare pentru a satisface nevoile tot mai mari de energie, reducând în același timp impactul climatic. Țări precum China și Rusia își valorifică în mod agresiv propriile capacități de energie nucleară pentru a le valorifica pe piața mondială a energiei nucleare în creștere.

2. Economia și politica energetică nucleară

2.1. Competitivitatea costurilor

Potrivit Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OCDE), Agenția Internațională pentru Energie și Agenția pentru Energie Nucleară a OCDE, nu există o tehnologie energetică unică care să fie cea mai ieftină în toate circumstanțele [1], [2]. Competitivitatea economică relativă a diferitelor tehnologii depinde de mulți factori, inclusiv, fără a se limita la, tipul pieței și disponibilitatea resurselor interne. De exemplu, în Statele Unite, disponibilitatea actuală a gazelor naturale cu costuri reduse a dus la închiderea mai multor centrale nucleare și centrale de cărbune în zonele care operează piețele liberalizate.

De asemenea, Agenția Internațională pentru Energie a estimat că costul reglementat al producerii de energie electrică (care include costurile de construcție, exploatare, deșeuri și dezafectare) folosind tehnologia fotovoltaică, eoliană sau solară a fost cu 22-40 la sută mai mare decât cel rezultat din energia nucleară [1], [2]. Așadar, dacă captarea și stocarea carbonului nu vor fi realizabile din punct de vedere economic și cu implementare la scară largă în sectorul combustibililor fosili, energia nucleară va fi cheia pentru un viitor curat pentru energie [3].

Agenția Internațională pentru Energie sugerează că evaluările de costuri viitoare vor trebui să ia în calcul și să includă costuri „sociale”, „complete” sau „externe”, cum ar fi clima, calitatea aerului și deșeuri (inclusiv particule și cenușă rezultată din combustia cărbunelui). Acest lucru va face ca tehnologiile cu emisii reduse, inclusiv energia nucleară, să fie mai competitive.

2.2. Proiecția influenței economice și politice

Considerațiile geopolitice au un efect cert asupra economiei energiei nucleare. Reactoarele nucleare necesită aproximativ 10 ani pentru a le planifica și construi și sunt proiectate să funcționeze până la 80 de ani, iar termenele de gestionare a deșeurilor se extind de-a lungul secolelor. Națiunile vânzătoare (de exemplu, Rusia, China) și companiile de vânzări (de exemplu, cele cu sediul în Franța și SUA) prezintă adeseori oferte pentru reactoarele nucleare, care includ: asistență cu finanțare (uneori în schimbul unei proprietăți parțiale), preț garantat al combustibilului pe parcursul a zeci de ani și posibilitățile de depozitare a deșeurilor garantate. Astfel de oferte pot oferi vânzătorilor influență pe termen lung asupra națiunilor care le acceptă.

Rusia exportă în mod activ și promovează exportul de produse și servicii nucleare în întreaga lume [4], [5]. În decembrie 2015, Rosatom (o corporație de stat rusă) a anunțat că are comenzi pentru 34 de reactoare de energie nucleară în 13 țări și negociază mai multe. În mod evident, Rusia este interesată să genereze venituri din export, dar poate fi interesată și de extinderea influenței sale politice. China are, de asemenea, o politică la nivel înalt de export de tehnologie nucleară, inclusiv reactoare nucleare, servicii de îmbogățire, fabricare de combustibil, reciclare și eliminare [6]. China poate avea și ea, prin urmare, obiective duale pentru această activitate.

Națiunile care cumpără, după ce au decis să utilizeze sau să își extindă utilizarea energiei nucleare, pot alege parțial un furnizor care să facă

sau să consolideze o alianță politică. Această premisă poate face parte din motivul pentru care reactoarele nucleare rusești sunt construite în Belarus și Finlanda, iar în Pakistan se construiesc reactoare nucleare chineze [5], [6], [7], [8].

Stimulentele economice oferite de vânzătorii pot face ca energia nucleară să fie atractivă pentru țările în curs de dezvoltare și, prin urmare, acest lucru poate conta pentru țările în curs de dezvoltare care s-au angajat deja sau au în vedere în viitor energia nucleară [7].

3. Creșterea cererii de energie și asigurarea continuității furnizării

Pe măsură ce populația crește, la fel se petrece și cu cererea de energie. În ansamblu, populația mondială se așteaptă să crească de la aproximativ 7 miliarde în 2011 la aproximativ 9 miliarde în 2040, cea mai mare parte a creșterii având loc în regiunea Asia-Pacific [3]. India și China intenționează să includă cantități substanțiale de energie nucleară nouă în mixurile lor energetice viitoare [6], [7], în parte ca răspuns la creșterile lor dramatice de populație anticipate.

Ca prim pas către îmbunătățirea situației lor economice, țările (în special țările în curs de dezvoltare) vor căuta deseori să crească disponibilitatea de electricitate pentru cetățenii lor. Acest lucru reflectă faptul că țările dezvoltate bogate se bazează de obicei pe industrie sau tehnologii informaționale (mai degrabă decât pe agricultură) și că țările înstărite folosesc cantități mai mari de energie pe cap de locuitor decât națiunile în curs de dezvoltare [11]. Unele națiuni, precum Iordania, încearcă să își îmbunătățească situația economică prin creșterea furnizării de energie și includerea energiei nucleare în mixul lor de energie [7].

Pentru a crește securitatea energetică (continuitatea furnizării), țările încearcă să-și diversifice aprovizionarea cu energie. Această alegere poate explica parțial decizia Emiratelor Arabe Unite de a crea un program de energie nucleară și decizia Finlandei de a-și extinde programul de energie nucleară [7], [8].

4. Politica de apărare și de neproliferare nucleară

Există un interes global în prevenirea proliferării armelor nucleare. În prezent, există 91 de țări semnatare ale „Tratatului de neproliferare a armelor nucleare.”

Funcționarea în regim normal a reactoarelor de energie nucleară sau a altor reactoare operate pentru utilizări pașnice nu generează materiale separate adecvate creării armelor nucleare. Cu toate acestea, materialul armelor poate fi produs în timpul etapelor de îmbogățire și reprocesare a ciclului combustibilului nuclear. În consecință, țările cu capacitate de îmbogățire și reprocesare actuale (de exemplu, S.U.A.) pot alege să furnizeze servicii comerciale altor țări, pentru a se asigura că celelalte țări nu simt nevoia să își dezvolte propriile tehnologii de îmbogățire sau reprocesare.

Națiunile cu programe de arme nucleare ar putea alege să sprijine energia nucleară internă pentru a susține un număr mare de personal din care să atragă specialiști pentru programele de apărare. Este posibil ca această decizie, împreună cu considerațiile de securitate energetică și de mediu, să fi contribuit la decizia Marii Britanii de a revitaliza industria energiei nucleare.

5. Probleme de mediu

5.1. Combaterea schimbărilor climatice

Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, în special dioxidul de carbon, a devenit un factor major în politica energetică în multe țări [3], [12], [13]). Acest lucru se datorează faptului că aproximativ 70 la sută din totalul emisiilor de gaze cu efect de seră provenite din activitatea umană se datorează extragerii, transformării și consumului de energie [14], [15].

În prezent, generarea de energie electrică contribuie la aproximativ 30 la sută din totalul emisiilor de gaze cu efect de seră cauzate de om [15]. În esență, acest lucru se datorează faptului că sectorul energetic este dominat de combustibili fosili (în special cărbune și gaz), iar combustibilii fosili au ca rezultat emisiile semnificativ mai mari pe kilowatt-oră decât energia nucleară și regenerabilă. Prin urmare, reducerea consumului de combustibili fosili în sectorul energetic ar avea un efect substanțial asupra emisiilor globale de gaze cu efect de seră.

Energia nucleară este o sursă de electricitate cu emisii reduse de carbon. Este deja cea mai mare sursă de energie electrică cu emisii reduse de carbon din țările OCDE, iar în prezent majoritatea țărilor OCDE au în vigoare politici care urmăresc decarbonizarea progresivă a sectoarelor lor energetice până în 2050 [15]. Unele surse regenerabile (de exemplu, geotermale sau hidroenergetice) sunt capabile să furnizeze electricitate care poate fi furnizată în orice moment. Dar, cota de piață a geotermalelor este

probabil să nu crească dramatic în următoarele câteva decenii, iar energia hidroenergetică poate fi utilizată doar în anumite țări [15]. Prin urmare, cu excepția cazului în care captarea și stocarea carbonului devin viabile la scară largă, energia nucleară poate fi esențială pentru un viitor curat pentru energie [3].

5.2. Calitatea aerului

Poluarea severă a aerului, întâlnită în marile orașe ale lumii în curs de dezvoltare, precum Beijing și New Delhi, implică costuri mari de asistență medicală și pierderi de productivitate pentru națiuni, precum și impact asupra sănătății pentru cetățeni [16], [17]. Prin urmare, îmbunătățirea calității aerului poate fi un motor important al politicii energetice. De exemplu, în cadrul planului său de cinci ani pentru 2016-2020, China intenționează să-și reducă consumul de energie și poluarea aerului cauzată de producția de energie prin: orientarea cu precădere a economiei sale către sectoarele serviciilor și educației; creșterea eficienței energetice; închiderea uzinelor sale cele mai poluante cu cărbune și construirea unora noi, mai curate; și creșterea utilizării tehnologiilor energetice cu emisii reduse de carbon - inclusiv energia nucleară [6], [18], [19], [20].

6. Progresul tehnologic

În prezent, un efort multilateral considerabil este îndreptat către dezvoltarea viitoarei generații de reactoare nucleare (de exemplu, AIEA, Forumul internațional Generația IV și Cadrul internațional pentru cooperarea în domeniul energiei nucleare). Dezvoltatorii își propun să facă următoarea generație de reactoare nucleare și mai sigure, și mai rezistente la proliferare decât reactoarele nucleare actuale; să reducă costurile de energie electrică; și să asigure utilizarea optimă a resurselor naturale. Forumul internațional Generația IV (2001) încearcă, de asemenea, să crească încrederea publicului în energia nucleară.

Diverse țări și producători dezvoltă, de asemenea, mici reactoare nucleare modulare [21]. Se anticipează că aceste reactoare vor oferi o investiție de capital inițială mai mică, o scalabilitate mai mare și flexibilitate de amplasare și, în plus, ar putea fi utilizate în locații care nu pot găzdui reactoare mai mari tradiționale (de exemplu, în zone foarte populate) sau în locații cu rețele cu capacitate redusă sau necesități limitate de energie (de exemplu, mici comunități izolate, situri miniere sau comunități insulare).

Dezvoltatorii acestor noi tipuri de reactor speră să genereze o acceptare politică și publică largă pentru aceste tehnologii.

7. Factori sociopolitici

7.1. Acceptanța locală

Datele arată că riscurile percepute asociate cu energia nucleară și reactoarele nucleare scad cu gradul de informare.

În Statele Unite, o serie de sondaje efectuate între 2005 și 2015 au arătat că 86-90 la sută dintre persoanele care locuiesc într-o rază de 16 km de o centrală nucleară („vecinii centralei nucleare”) consideră favorabilă energia nucleară [22].

Studiile din anul 2015 au arătat în continuare că: 69% dintre vecinii centralelor nucleare ar accepta un nou reactor construit acolo; 83 la sută au favorizat utilizarea energiei nucleare; 90 la sută au considerat că energia nucleară va fi importantă pentru a satisface nevoile de electricitate ale SUA în anii următori; iar 60 la sută au considerat că aceasta va fi foarte importantă în viitor. Aceste cifre se compară cu sondajul din 2015 privind populația generală a Statelor Unite, unde doar 68 la sută erau în favoarea utilizării energiei nucleare (27% la fel de puternic). În 2015, opoziția puternică față de energia nucleară a fost de 8% în rândul vecinilor de energie nucleară și de 14% în rândul populației din zonele mai îndepărtate.

În noiembrie 2016, poporul elvețian a respins un referendum pentru a forța închiderea anticipată a reactoarelor nucleare elvețiene, cu un vot total de 54 la 46 la sută [23]. Votul „nu” a fost cel mai puternic (până la 89,7 la sută) în acele comunități din imediata vecinătate a centralelor nucleare, ceea ce reflectă valoarea oportunităților de muncă și stimulentele fiscale [24].

7.2. Siguranța

După accidentul de la Fukushima Daiichi, în SUA au fost introduse diverse amendamente de siguranță, dar acestea nu au dus la modificări semnificative ale politicii nucleare [22], [25], [26], [27]. În prezent, consumul de energie nucleară din SUA se așteaptă să scadă încet până în 2050, din cauza utilizării crescânde a gazelor de șisturi interne ieftine și a retragerii reactoarelor nucleare îmbătrânite.

Răspunsul Europei la accidentul de la Fukushima Daiichi a fost eterogen [27]: Germania a decis închiderea timpurie a reactoarelor sale

nucleare, iar Elveția a decis să nu-și continue utilizarea energiei nucleare peste timpul de viață al centralelor actuale [28], [29]. Cu toate acestea, Rusia avansează continuu cu planuri de extindere a energiei nucleare în mixul său de energie internă [5], [30] și exportul mondial de bunuri și servicii nucleare (cum am mai menționat). În Europa de Vest, se estimează că energia nucleară va înregistra o scădere lentă până în 2050 (coroborat în mare măsură cu retragerea reactoarelor nucleare îmbătrânite), în timp ce în Europa de Est energia nucleară va prezenta probabil o creștere lentă [15].

În alte regiuni, accidentul de la Fukushima Daiichi a avut un impact limitat asupra politicilor energetice [27]: de exemplu, atât China [6], [31], cât și India [10], [32] intenționează să crească semnificativ generarea de energie electrică și utilizarea în mixul lor energetic a energiei nucleare. În general, America Latină, Africa, Orientul Mijlociu, Asia de Sud, Asia de Sud-Est și Orientul Îndepărtat sunt așteptate să arate o creștere substanțială a producției de energie nucleară până în 2050 [26].

Este posibil ca variația răspunsurilor politice la accidentul de la Fukushima Daiichi să reflecte atitudini culturale, cum ar fi nivelul de încredere în guvernele federale și autoritățile de reglementare și atitudinea față de risc.

7.3. Depozitarea deșeurilor nucleare

Gestionarea combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive este simplă din punct de vedere tehnic și științific. Cu toate acestea, poate fi controversat public și politic. În SUA, opoziția față de un loc de depozitare permanentă a deșeurilor nucleare de la Muntele Yucca din Nevada a dus la anularea proiectului, în ciuda investițiilor de miliarde de dolari.

În prezent, multe națiuni au strategii de management realizate sau în curs de dezvoltare. De exemplu, Directiva Consiliului UE privind deșeurile radioactive și gestionarea combustibilului uzat [33] prevede ca țările UE:

- a. Să aibă o politică națională
- b. Să elaboreze programe naționale pentru depozitarea deșeurilor nucleare, inclusiv planuri pentru construcția de instalații de tratare a deșeurilor nucleare.
- c. Să furnizeze publicului informații relevante privind deșeurile nucleare
- d. Să realizeze revizii internaționale cu parteneri, la cel puțin zece ani, și de asemenea, că exportul deșeurilor nucleare în țări din afara UE va fi permis numai în condiții stricte.

Finlanda a construit un depozit pentru deșeuri nucleare slab și mediu active și construiește în prezent un depozit pentru combustibil nuclear uzat [22]; Suedia are în plan un depozit pentru combustibil nuclear uzat [34]; iar SUA, Franța și alte țări au fonduri substanțiale pentru gestionarea deșeurilor. Nou-veniții în domeniul nuclear negociază tot mai mult acorduri de preluare a combustibilului cu furnizorii.

Cu toate acestea, gestionarea combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive, precum și transportul materialelor radioactive sunt încă percepute ca riscuri semnificative de către o parte a publicului și, prin urmare, de către unele guverne.

8. Concluzii

Având în vedere gama de factori care afectează politica energiei nucleare în fiecare țară, este dificil să se prezică cu exactitate viitorul global al energiei nucleare. Cu toate acestea, se așteaptă în mare măsură o creștere de energie nucleară până în 2050 probabil în țările în curs de dezvoltare și Europa de Est, și o scădere lentă în SUA și Europa de Vest [27].

- Factorii economici: tipul piețelor interne de energie electrică pe care o națiune le are sau le încurajează, rezerve și resurse interne, subvenții etc.

- Factorii politici, cum ar fi: intenția de a-și extinde legăturile politice sau economice prin comerț; dorința de a-și menține competența în domeniul tehnologiei nucleare; sau poziția cu privire la proliferarea armelor nucleare.

- Necesitatea servirii nevoilor de electricitate ale unei populații în expansiune rapidă

- Aspirațiile de a-și îmbunătăți situația economică sau nivelul de trai al cetățenilor.

- Intenția de a asigura diversitatea sau securitatea aprovizionării cu energie electrică.

- Factorii de mediu, cum ar fi: angajamentul de a atenua schimbările climatice (prin utilizarea energiei nucleare cu emisii reduse de carbon pentru a reduce emisiile de gaze cu efect de seră) sau de a îmbunătăți calitatea aerului.

- Atitudinea față de încrederea în progresele tehnologice.

- Factorii sociologici, cum ar fi obișnuința cetățenilor cu energia nucleară și atitudinile lor cu privire la risc și beneficii.

Fiecare țară poate avea în vedere și poate lua în considerare acești factori pentru a-i analiza în funcție de propriile nevoi și convingeri.

REFERENCES

- [1] * * *, *IEA&NEA* (2015a) Joint presentation. https://www.iea.org/media/presentations/150831_projectedcostsofgeneratingelectricity_presentation. Pdf. retrieved 2017-01-03
- [2] * * *, *IEA&NEA* (2015b) Joint publication, <https://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2015/7057-proj-costs-electricity-2015>. Pdf. Retrieved 2017-01-03
- [3] * * *, *IEA* (2016) World energy outlook 2016. <http://www.iea.org/newsroom/news/2016/november/world-energy-outlook-2016.html>, retrieved 2017-01-07
- [4] * * *, *RT* (2016) Boost in foreign orders for russian nuclear power plants. In. <https://www.rt.com/business/331829rosatom-portfolio-orders-growth/>
- [5] * * *, *WNA* (2017e) Nuclear power in Russia. <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/russia-nuclear-power.aspx>, retrieved 2017-01-10
- [6] * * *, *WNA* (2017b) Nuclear power in China. <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx>, retrieved 2017-01-21
- [7] * * *, *WNA* (2017a) Emerging nuclear energy countries. <http://www.world-nuclear.org/information-library/countryprofiles/others/emerging-nuclear-energy-countries.aspx>, retrieved 2017-01-28
- [8] * * *, *WNA* (2017c) Nuclear power in Chinland. <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/finland.aspx>, retrieved 2017-01-10
- [9] * * *, *EIA* (2016) International energy outlook 2016: world population by region. http://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/ieotab_14.pdf, retrieved 2017-01-29
- [10] * * *, *WNA* (2016a) Nuclear power in India. <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countriesg-n/india.aspx>, retrieved 2017-01-10
- [11] * * *, *Schweizerische Eidgenossenschaft (2016) Vorlage nr. 608: Vorläufige Amtliche Endergebnisse*. <https://www.admin.ch/ch/d/pore/va/20161127/det608.html>, retrieved 2017-01-12 (in german)
- [12] * * *, *UN* (2015a) Cop21: united nations framework convention on climate change. http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/meeting/8926.php
- [13] * * *, *UN* (2015b) Outcomes of the u.n. climate change conference in Paris. <https://www.c2es.org/docuploads/cop21-paris-summary-02-2016-final.pdf>
- [14] * * *, *DOE* (2016) U.S. Department of energy, energy information agency, international energy statistics. <https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/index.cfm/?pa=00400000100000000000000200000001&vs=intl.44-1-afrcqbtu.a&vo=0&v=h&start=1980&end=2014>, retrieved 2017-01-05
- [15] * * *, *NEA* (2015) Nuclear energy: combating climate change, report 7208. In. <https://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2015/7208-climate-change-2015.pdf>, retrieved 2017-01-03
- [16] * * *, *WHO* (2014) 7 million premature deaths annually linked to air pollution. <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>, retrieved 2017-01-05
- [17] * * *, *WHO* (2016) Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease. <http://who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>
- [18] * * *, *CCTV* (2017) china issues five-year plan on saving energy, cutting emissions. <http://english.cctv.com/2017/01/06/arti5po2ga5vgfguwz3ovmx170106.shtml>, retrieved 2017-01-02

- [19] ***, *CNTV* (2015) Xi Expounds on guideline for 13th five-year plan. [Http://english.cntv.cn/2015/11/03/arti1446559744633822.shtml](http://english.cntv.cn/2015/11/03/arti1446559744633822.shtml), retrieved 2017-01-02
- [20] ***, *World Bank* (2016) *Overview of China*. <http://www.worldbank.org/en/country/china/overview>, retrieved 2017-01-03
- [21] ***, *NEA* (2016) Small modular reactors: nuclear energy market potential for near-term deployment. In. [Https://www.Oecd-nea.org/ndd/pubs/2016/7213-smrs.pdf](https://www.Oecd-nea.org/ndd/pubs/2016/7213-smrs.pdf), retrieved 2017-01-28
- [22] ***, *WNA* (2016c) U.S. Nuclear power policy. [Http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/usa-nuclear-power-policy.aspx](http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/usa-nuclear-power-policy.aspx), retrieved 2017-01-10
- [23] ***, *EC* (2017) Swiss reject plan for early close of nation's nuclear plants. In. [Http://www.theenergycollective.com/danyurman/2393867/swiss-reject-plan-for-early-close-of-nations-nuclear-plants](http://www.theenergycollective.com/danyurman/2393867/swiss-reject-plan-for-early-close-of-nations-nuclear-plants), retrieved 2017-01-10
- [24] ***, *SRF* (2016) Angst um Arbeitsplätze? Akw-standortgemeinden sagen wuchtig nein. <https://www.srf.ch/news/schweiz/abstimmungen/abstimmungen/atomausstiegs-initiative/angst-um-arbeitsplaetze-akwstandortgemeinden-sagen-wuchtig-nein>, retrieved 2017-01-01 (in german)
- [25] ***, *DOE* (2015) Quadrennial energy review: first installment. [Https://energy.gov/epsa/downloads/quadrennialenergy-review-first-installment](https://energy.gov/epsa/downloads/quadrennialenergy-review-first-installment), 2017-01-10
- [26] ***, *IAEA* (2016) Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2050. [Http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/rds-1-36web-28008110.pdf](http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/rds-1-36web-28008110.pdf), retrieved 2017-01-10
- [27] ***, *NEA* (2017) Impacts of the fukushima daiichi accident on nuclear development policies. In. [Http://www.oecd.org/about/publishing/impacts-of-the-fukushima-daiichi-accident-on-nuclear-development-policies-9789264276192en.htm](http://www.oecd.org/about/publishing/impacts-of-the-fukushima-daiichi-accident-on-nuclear-development-policies-9789264276192en.htm), retrieved 2017-05-10
- [28] ***, *WNA* (2016b) Nuclear power in Switzerland. [Http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/switzerland.aspx](http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/switzerland.aspx), retrieved 2017-01-10
- [29] ***, *WNA* (2017d) Nuclear power in Germany. [Http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/germany.aspx](http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/germany.aspx), retrieved 2017-01-21
- [30] ***, *IAEA* (2017c) IAEA power reactor information system: Russia [Https://www.iaea.org/pris/countrystatistics/countrydetails.aspx?current=ru](https://www.iaea.org/pris/countrystatistics/countrydetails.aspx?current=ru), retrieved 2017-01-28
- [31] ***, *IAEA* (2017a) IAEA power reactor information system: China [Https://www.iaea.org/pris/countrystatistics/countrydetails.aspx?current=cn](https://www.iaea.org/pris/countrystatistics/countrydetails.aspx?current=cn), retrieved 2017-01-28
- [32] ***, *IAEA* (2017b) IAEA power reactor information system: India [Https://www.iaea.org/pris/countrystatistics/countrydetails.aspx?current=in](https://www.iaea.org/pris/countrystatistics/countrydetails.aspx?current=in), retrieved 2017-01-28
- [33] ***, *Euratom* (2011) Radioactive waste and spent fuel management directive. [Http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/txt/?uri=celex%3a32011l0070&qid=1397211079180](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/txt/?uri=celex%3a32011l0070&qid=1397211079180), retrieved 2017-01-28
- [34] ***, *WNA* (2017F) Nuclear power in Sweden. [Http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/sweden.aspx](http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/sweden.aspx), retrieved 2017-02-20