

INCREASING EFFICIENCY OF INDUSTRIAL ENERGY SYSTEMS

CREȘTEREA EFICIENȚEI SISTEMELOR ENERGETICE INDUSTRIALE

Vladimir MĂRĂSCU-KLEIN

Transilvania University of Brașov, Romania

Abstract. Increasing energy efficiency and sustainable energy system, is one of the axes of the Sectoral Operational Programme.

Maximizing profit by minimizing energy costs, increasing in this way the company's market competitiveness, the main objective of an efficient energy management.

Increasing energy efficiency can be achieved by improving an important parameter of the energy subsystem of production system or energy intensity (Ie). This parameter reflects the efficient use of energy in the production system and is expressed as the ratio between the energy consumption of the production system and its operating income.

Key words: energy, efficiency, production system

1. Introduction

Among axes Sectoral Operational Programme (SOP), the fourth is geared towards "Increasing energy efficiency and sustainable energy system", which justifies the orientation of research efforts in this direction.

Energy management, applied in a company, has as main objective to ensure judicious and efficient energy consumption in order to maximize profit by minimizing energy costs, increasing in this way the market competitiveness of the company [1, 2, 3].

Secondary endpoints, resulting from the application of an energy management program, refer to [4]:

- Increasing energy efficiency and reducing energy consumption in order to reduce costs;
- Achieving better communication between departments on specific energy issues and empowerment of energy management;
- Development and use of a permanent monitoring system for energy consumption, reporting of consumption and development of specific strategies to optimize them;
- Finding the best ways to increase financial savings resulting from energy efficiency investments in specific production processes by applying the best known global solutions;
- Development of interest to all employees in energy efficiency and educating them through specific programs to reduce energy losses;
- Ensuring security of energy supply facilities.

Rezumat. Creșterea eficienței energetice și dezvoltarea durabilă a sistemului energetic, constituie una din axele Programul Operațional Sectorial.

Maximizarea profitului prin minimizarea costurilor energetice, mărirea în acest mod a competitivității pe piață a societății, constituie obiectivul principal al unui management energetic performant.

Creșterea eficienței energetice se poate realiza și prin îmbunătățirea unui parametru important al subsistemului energetic al unui sistem de producție, respectiv intensitatea energetică (Ie). Acest parametru reflectă gradul de utilizare eficientă a energiei în cadrul sistemului de producție și este exprimat ca raport între consumul de energie al sistemului de producție și venitul acestuia din exploatare.

Cuvinte cheie: energie, eficiență, sistem de producție

1. Introducere

Dintre axele Programul Operațional Sectorial (POS), cea de-a patra este orientată către „Creșterea eficienței energetice și dezvoltarea durabilă a sistemului energetic”, ceea ce justifică orientarea eforturilor cercetărilor în această direcție.

Managementul energetic, aplicat într-o societate comercială, are ca principal obiectiv asigurarea unui consum judicios și eficient al energiei, în scopul maximizării profitului prin minimizarea costurilor energetice, mărind în acest mod competitivitatea pe piață a societății [1, 2, 3].

Obiectivele secundare ale aplicării unui program de management energetic, se referă la [4]:

- creșterea eficienței energetice și reducerea consumurilor de energie, în scopul reducerii costurilor;
- realizarea unei bune comunicări între compartimente și responsabilizarea acestora asupra gospodăririi energiei;
- dezvoltarea și utilizarea permanentă a unui sistem de monitorizare a consumurilor energetice, raportarea acestor consumuri și dezvoltarea unor strategii specifice de optimizare a acestora;
- găsirea celor mai bune căi de a spori economiile bănești rezultate din investițiile în eficientizarea energetică a proceselor, prin aplicarea celor mai performante soluții cunoscute la nivel mondial;
- dezvoltarea interesului tuturor angajaților în utilizarea eficientă a energiei și educarea lor prin programe specifice de reducere a pierderilor de energie;

The first objective mentioned above, particular importance is increasing energy efficiency that can be achieved by improving energy subsystem important parameter of production system or energy intensity (I_e). This parameter reflects the efficient use of energy in the production system and is expressed as the ratio between the energy consumption of system production its operating income:

$$I_e = EC / EV, \quad \text{in [Wh/u.m.] or [kWh/u.m.],} \quad (1)$$

where:

EC - the energy consumption of the production system;

EV - operating revenue of the production system;

u.m. - the monetary unit.

Energy consumption of the production system (CE) can be determined based on monthly electricity bills and gas emitted by energy suppliers, which specifies both units of energy consumed and the price of electricity or heat. By reducing energy consumption energy intensity parameter of the production system improves, this is directly reflected in the firm's profit. An important factor in assessing this parameter represents the second term of relation (1), namely operating income (VE) of the production system. This is an amount of income earned from the sale of goods made, the execution of works, services, and other operations including forming operating income [5].

Energy intensity in Romania is among the highest in the European area [6] so it is necessary reduction by promoting a policy of economic management in the consumption of fossil fuels, energy conservative and application programs to satisfy the demands of increasingly high energy, based on the use of alternative sources of production.

2. Analysis of energy intensity for conventional energy consumption

For 2013 were determined energy intensity parameter values for a production system based on consumption expressed in Table 1 and on the basis of data recorded in "Profit and Loss" system of production:

➤ annual electric power consumption - CE_{el} :

$$CE_{el} = 6575415 \text{ kWh;} \quad (2)$$

➤ the amount of operating income - VE:

$$VE = 201446718 \text{ lei;} \quad (3)$$

- asigurarea siguranței în alimentare a instalațiilor energetice.

Primul obiectiv amintit mai sus, cu o importanță deosebită, este creșterea eficienței energetice, care se poate realiza prin îmbunătățirea unui parametru important al subsistemului energetic al unui sistem de producție, respectiv intensitatea energetică (I_e). Acest parametru reflectă gradul de utilizare eficientă a energiei în cadrul sistemului de producție și este exprimat ca raport între consumul de energie al sistemului de producție și venitul acestuia din exploatare:

unde:

CE - consumul de energie al sistemului de producție;

VE - venitul din exploatare al sistemului de producție;

u.m. - unități monetare.

Consumul de energie al sistemului de producție (CE) poate fi determinat lunar pe baza facturilor de curent electric și gaz metan emise de către furnizorii de energie, în care sunt specificate atât unitățile de energie consumate cât și prețul energiei electrice sau termice. Prin reducerea consumului de energie parametrul intensitate energetică a sistemului de producție se îmbunătățește, acest fapt reflectându-se direct în profitul firmei. Un factor important în aprecierea acestui parametru îl reprezintă și al doilea termen al relației (1) și anume venitul din exploatare (VE) al sistemului de producție. Acesta reprezintă o sumă de venituri încasate din vânzarea bunurilor realizate, executarea de lucrări, prestarea de servicii, incluzând și alte operații ce formează venituri din exploatare [5].

Intensitatea energetică din România este printre cele mai mari din spațiul european [6] astfel încât se impune micșorarea acesteia prin promovarea unei politici de gestiune economică a consumului de combustibili fosili, a energiei și aplicarea de programe conservative care să răspundă cererii din ce în ce mai mari de energie, bazate pe utilizarea unor surse alternative de producere.

2. Analiza intensității energetice pentru consumuri de energie convențională

Pentru anul 2013 s-au determinat valorile parametrului intensitate energetică pentru un sistem de producție, pe baza consumurilor exprimate în tabelul 1 și pe baza datelor înregistrate în „Contul de profit și pierdere” al sistemului de producție respectiv:

➤ consumul anual de energie electrică - CE_{el} este:

$$CE_{el} = 6575415 \text{ kWh;} \quad (2)$$

➤ valoarea veniturilor din exploatare - VE este:

$$VE = 201446718 \text{ lei;} \quad (3)$$

- energy intensity has the value: $I_{e-SP-el} = CE_{el} / VE = 6575415 / 201446718 = 0.03264$ [kWh/lei]; (4)
- annual thermal energy consumption - CE_{ter} : $CE_{ter} = 2431074.2 \text{ m}^3 = 25441189 \text{ kWh}$ (1m³ of gas is 10.465 kWh); (5)
- energy intensity has the value: $I_{e-SP-ter} = CE_{ter} / VE = 25441189 / 201446718 = 0.12629$ [kWh/lei]. (6)

Table 1. Monthly consumption of energy and energy costs
Tabelul 1. Consumurile lunare de energie și costurile cu energia

| Year 2013 | Electric power consumption | Electric power cost | Thermal energy consumption | Thermal energy cost |
|--------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Month | [kWh] | [lei] | [m ³] | [lei] |
| January | 631785 | 189535.5 | 523628.5 | 434611.6 |
| February | 669900 | 200970 | 434815.9 | 360897.2 |
| March | 677985 | 203395.5 | 395473.2 | 328242.7 |
| April | 472395 | 141718.5 | 140398.3 | 116530.6 |
| May | 510510 | 153153 | 38987.0 | 32359.2 |
| June | 480480 | 144144 | 35559.0 | 29514.0 |
| July | 441210 | 132363 | 24361.3 | 20219.8 |
| August | 292215 | 87664.5 | 5812.0 | 4823.9 |
| September | 519750 | 155925 | 37687.7 | 31280.7 |
| October | 594825 | 178447.5 | 146600.7 | 121678.6 |
| November | 697620 | 209286 | 312350.1 | 259250.6 |
| December | 586740 | 176022 | 335400.5 | 278382.4 |
| TOTAL | 6575415 | 1972624.5 | 2431074.2 | 2017791.3 |

3. Analysis of energy intensity for combined energy consumption (from conventional and renewable)

Since the production system studied is implementing a system producing electricity with photovoltaic panels for electricity consumption from conventional sources are reduced relative to the surface of these panels. Also, the implementation of a production system with tubular heat solar collectors can reduce heat consumption from conventional sources.

For the two systems produce energy (photovoltaic panels and tubular solar collectors) are presented potential energy quantities obtained in a calendar year, Brasov area, the inclination of the panels 45° (Table 2). Research has shown that a photovoltaic panel with an area of 1 m² annually produce 182.33 kWh and a tubular solar collector area of 1 m² annually produces 622.41 kWh [6].

The surfaces of the above table available in production system analysed, allow placement of photovoltaic panels and solar collectors. With the data from the Table 2 is possible to calculate the combined consumption of energy (from

3. Analiza intensității energetice pentru consumuri combinate de energie (din surse convenționale și din surse regenerabile)

În condițiile în care sistemul de producție studiat implementează un sistem producere a energiei electrice cu panouri fotovoltaice, consumurile de energie electrică din surse convenționale se reduc în funcție de suprafața acestor panouri. De asemenea, implementarea unui sistem producere a energiei termice cu colectori solari tubulari poate duce la reducerea consumurilor de energie termică din surse convenționale.

Pentru cele două sisteme de producere a energiei (panouri fotovoltaice respectiv colectori solari tubulari) sunt prezentate cantitățile de energie posibile obținute într-un an calendaristic, în zona Brașov, pentru înclinații de 45° ale panourilor (tabelul 2). Cercetările au evidențiat că un panou fotovoltaic cu suprafața de 1 m² produce anual 182,33 kWh iar un colector solar tubular cu suprafața de 1 m² produce anual 622,41 kWh [6].

Suprafețele din tabelul de mai sus, disponibile în cadrul sistemului de producție analizat, permit amplasarea panourilor fotovoltaice sau a colectoarelor solari. Cu datele din tabelul 2 este posibil calculul consumurilor combinate de energie

conventional sources and from renewable sources), values were presented in Table 3. Obviously, total consumption is lower because it believes that energy from renewable sources replaces some of the energy taken from the national (obtained from conventional sources).

(din surse convenționale și din surse regenerabile), valorile fiind prezentate în tabelul 3. Evident, consumurile totale sunt mai mici deoarece se consideră că energia obținută din surse regenerabile înlocuiește o parte din energia preluată din sistemul național (obținută din surse clasice).

Table 2. The quantities of energy produced annually by some renewable sources
Tabelul 2. Cantitățile de energie produse anual de unele surse regenerabile

| Surface panels | Electric energy produced annually | Thermic energy produced annually |
|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| [m ²] | [kWh] | [kWh] |
| 20 | 3646.6 | 12448.2 |
| 40 | 7293.2 | 24896.5 |
| 60 | 10939.9 | 37344.7 |
| 80 | 14586.5 | 49793.1 |
| 100 | 18233.2 | 62241.3 |
| 200 | 36466.4 | 124482.6 |
| 300 | 54699.6 | 186723.9 |

Table 3. Combined consumption of energy - from conventional sources and from renewable sources
Tabelul 3. Consumurile combinate de energie - din surse convenționale și din surse regenerabile

| Surface panels | Annual electric energy consumption | Annual thermic energy consumption |
|-------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| [m ²] | [kWh] | [kWh] |
| 20 | 6575415 – 3646.6 = 6571768 | 25441189 – 12448.2 = 25428740 |
| 40 | 6575415 – 7293.2 = 6568121 | 25441189 – 24896.5 = 25416292 |
| 60 | 6575415 – 10939.9 = 6564475 | 25441189 – 37344.7 = 25403844 |
| 80 | 6575415 – 14586.5 = 6560828 | 25441189 – 49793.1 = 25391395 |
| 100 | 6575415 – 18233.2 = 6557181 | 25441189 – 62241.3 = 25378947 |
| 200 | 6575415 – 36466.4 = 6538948 | 25441189 – 124482.6 = 25316706 |
| 300 | 6575415 – 54699.6 = 6520715 | 25441189 – 186723.9 = 25254465 |

Once determined the energy consumption can be calculated values of energy intensities for different situations implementation of renewable energy sources and can make comparisons with values before implementation (Tables 4 and 5).

4. Conclusions

Using renewable energy can reduce (though not dramatically) the energy intensity, which is intended to increase energy efficiency and reduce energy consumption in aim of reducing costs. The higher larger areas can be used to produce elements of renewable energy, the energy intensity decreases, is higher energy efficiency and ultimately the company's market competitiveness is improving.

The issue of cost analysis in making investment items for renewable energy production as large surfaces remains open, given that the market provides elements with increasingly lower prices.

Odată determinate valorile consumurilor energetice, se pot calcula valorile intensităților energetice pentru diferitele situații de implementare a surselor energetice regenerabile și se pot face comparații cu valorile dinaintea implementării (tabelele 4 și 5).

4. Concluzii

Prin utilizarea surselor regenerabile de energie se poate reduce (chiar dacă nu în mod spectaculos) valoarea intensității energetice, ceea ce are ca urmări creșterea eficienței energetice și reducerea consumurilor de energie în scopul reducerii costurilor. Cu cât se pot utiliza suprafețe mai mari ale elementelor pentru producerea energiei din surse regenerabile, cu atât intensitatea energetică scade, eficiența energetică este mai mare și în final competitivitatea pe piață a societății se îmbunătățește.

Problema analizei costurilor pentru investițiile în realizarea elementelor pentru producerea energiei din surse regenerabile cu suprafețe cât mai mari rămâne deschisă, având în vedere faptul că piața

Closely related to this issue can be analyzed and environmental impacts from the two types of energy: from conventional sources respectively of renewable energy sources, the second category is obviously the one that should be promoted.

pune la dispoziție elemente cu prețuri din ce în mai mici. În strânsă legătură cu acest aspect poate fi analizat și impactul asupra mediului provenit din cele două tipuri de energii: din surse convenționale respectiv din surse regenerabile, cea de a doua categorie fiind evident cea care trebuie promovată.

Table 4. Comparison of energy intensities – electric energy
 Tabelul 4. Compararea intensităților energetice – pentru energie electrică

| Surface panels | $I_{e-SP-el}$ Classic sources | $I_{e-SP-el}$ Combined sources | Reducing energy intensity |
|-------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| [m ²] | [kWh/lei] | [kWh/lei] | % |
| 20 | 0.03264 | 0.03262 | 0.06 |
| 40 | 0.03264 | 0.03260 | 0.12 |
| 60 | 0.03264 | 0.03258 | 0.18 |
| 80 | 0.03264 | 0.03256 | 0.24 |
| 100 | 0.03264 | 0.03255 | 0.28 |
| 200 | 0.03264 | 0.03245 | 0.57 |
| 300 | 0.03264 | 0.03236 | 0.86 |

Table 5. Comparison of energy intensities - thermic energy
 Tabelul 5. Compararea intensităților energetice – pentru energie termică

| Surface panels | $I_{e-SP-ter}$ Classic sources | $I_{e-SP-ter}$ Combined sources | Reducing energy intensity |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| [m ²] | [kWh/lei] | [kWh/lei] | % |
| 20 | 0.12629 | 0.12623 | 0.05 |
| 40 | 0.12629 | 0.12616 | 0.10 |
| 60 | 0.12629 | 0.12610 | 0.15 |
| 80 | 0.12629 | 0.12604 | 0.20 |
| 100 | 0.12629 | 0.12598 | 0.25 |
| 200 | 0.12629 | 0.12567 | 0.50 |
| 300 | 0.12629 | 0.12536 | 0.74 |

References

- * * *: (2005) *Principii moderne de management energetic (Modern principles of energy management)*. PHARE Program RO-2002/000-586.05.02.02, Energo Bit, Cluj-Napoca (in Romanian)
- Doty, S., Turner, W.: *Energy Management Handbook*. Fairmont Press, ISBN13: 978-1466578289, 2012
- Leca, A.: *Principii de management energetic (Energy Management Principles)*. Editura Tehnică, ISBN973-31-1030-4, București, Romania, 1997 (in Romanian)
- * * *: *OG nr. 22/2008 privind eficiența energetică și promovarea utilizării la consumatorii finali a surselor regenerabile de energie (Government Ordinance no. 22/2008 concerning energy efficiency and promoting the use of final consumers of renewable energy)* (in Romanian)
- Gheorghe, C.: *Finanțele întreprinderii (Organisations Finance)*. Editura Universității Transilvania, ISBN 978-606-19-0145-6, Brasov, Romania, 2012 (in Romanian)
- Covrig, C., Mărăscu-Klein, V.: *A management issue: implementing solar conversion systems and improving the energy efficiency of certain companies (case studies)*. Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Energy, ISBN 978-973-598-316-1, Transilvania University of Brasov, Romania, 2008

Received in February 2015

Lucrare primită în Februarie 2015