



# PERFEȚIONAREA PRACTICILOR DE ANALIZĂ A CONSUMULUI DE ENERGIE ÎN SECTORUL DE CLĂDIRI DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU PRIN IMPLEMENTAREA UNUI SISTEM DE INDICATORI PENTRU MĂSURAREA ȘI MONITORIZAREA PERFORMANȚEI ENERGETICE

**MUNTEAN Ion**

Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Energetică

**Rezumat.** Calitatea și eficiența măsurilor de conservare a energiei depind de calitatea analizelor și calculelor care argumentează necesitatea și eficiența unor măsuri de conservare a energiei. În prezenta lucrare se face analiza a consumului de energie în trei cele mai numeroase tipuri de clădiri, rezidențiale (fondul locativ), educaționale și de sănătate care au cea mai mare pondere în stocul de clădiri din mun. Chișinău, reprezentând în mare parte situația tehnică și de management similară celorlalte tipuri. În lucrare sunt prezentate doar o parte din rezultate care prezintă un interes sporit în funcție de tipul clădirii, ca în final să fie acoperită o serie cât mai mare de indicatori propuși a fi utilizați în analizele efectuate la nivelul instituțiilor responsabile subordonate primăriei Municipiului Chișinău.

**Cuvinte cheie:** eficiență energetică, sistem de indicatori, reabilitare energetică, termovizor, date.

## IMPROVING THE PRACTICES FOR ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION IN THE BUILDINGS SECTOR OF CHISINAU MUNICIPALITY BY IMPLEMENTING A SYSTEM OF INDICATORS FOR MEASURING AND MONITORING THE ENERGY PERFORMANCE

**MUNTEAN Ion**

Technical University of Moldova, Power Engineering Faculty

**Abstract.** The quality and the effectiveness of energy conservation measures depend on the quality of analyzes and calculations that argue the necessity and the effectiveness of energy conservation measures. In this paper we will analyze the consumption of energy in three largest types of buildings, residential (housing), education and health which have the largest share in the stock buildings of Chisinau Municipality, representing the mostly technical situation and the management for similar other types. In this paper will be presented only a part of results which show more interest is depending on the type of buildings. Based on results will be proposed a system of indicators for use in the analysis by the responsible institutions subordinated to the Chisinau City Hall.

**Keywords:** energy efficiency, system of indicators, energy rehabilitation, thermal imager, data.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАКТИК АНАЛИЗА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИЯХ МУНИЦИПАЛИТЕТА КИШИНЭУ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

**МУНТЯН И.**

Технический Университет Молдовы, Энергетический Факультет

**Аннотация.** Качество и эффективность мероприятий по энергосбережению зависят от качества анализа и расчетов которые подтверждают необходимость и эффективность мероприятий по энергосбережению. В этой статье будет проанализирована потребность энергии в трех крупнейших типах зданий, жилых, для образования и здравоохранения, которые имеют наибольший удельный вес в фонде зданий Кишинэу, представляющие в основном техническое состояние и управленческий строй подобный другим типам. В этой статье будут представлены только часть результатов, которые представляют особый интерес, независимо от типа здания, чтобы в результате были покрыты наибольшее количество показателей, предложенные использованию в анализах на уровне ответственных подразделений Мэрии муниципалитета Кишинэу

**Ключевые слова:** энергоэффективность, система показателей, энергетическое восстановление, тепловизор, данные.

## 1. INTRODUCERE

Sectorul de clădiri în municipiul Chișinău este constituit din fondul de clădiri publice (administrative, educaționale, social culturale, pentru sănătate, etc.), fondul locativ pe diverse forme de proprietate (publică, privată, mixtă și a întreprinderilor mixte), clădiri ale sectorului comercial și industrial, și altele. Toate aceste tipuri de clădiri sunt importante atunci când se discută măsurile de eficiență energetică însă realitățile tehnico-economice impun necesitatea prioritizării acestora. Managementul energetic și starea tehnică a sistemului de termoficare reprezintă principalii factori care pot fi influențați în scopul eficientizării consumului de energie. Scopul lucrării este de a prezenta principalele elemente ale unei analize exhaustive a consumului de energie în trei tipuri de clădiri, educaționale, de sănătate și rezidențiale. În baza acestor analize va fi propus un sistem de indicatori pentru măsurarea și monitorizarea performanței energetice în sectorul de clădiri din mun. Chișinău.

## 2. ANALIZA CONSUMULUI DE ENERGIE ÎN UNELE TIPURI DE CLĂDIRI DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

### 2.1 Analiza consumului de energie la liceul „Ion Creangă” din mun. Chișinău [1]

Analiza consumului de energie la liceul „Ion Creangă” din mun. Chișinău cuprinde sezoanele termice din perioada 2007-2012. Această instituție prezintă interes pentru analiză din două considerente: 1) pereții clădirii sunt din piatră cu grosimea de 60 cm, fapt ce conferă o inerție termică mai mare; 2) în toamna anului 2011 geamurile existente au fost înlocuite cu geamuri termopane noi. Raportând consumul de energie la suprafața clădirii care a fost încălzită, 3627 m<sup>2</sup>, obținem graficul din figura 1.

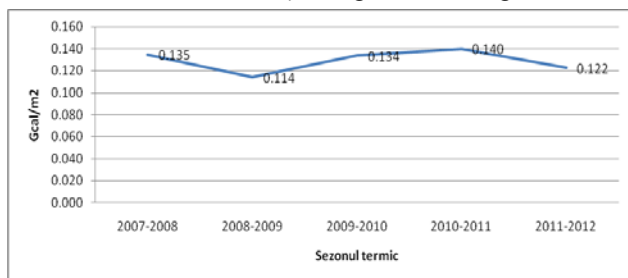


Fig. 1. Evoluția consumului de energie termică pe m<sup>2</sup> pe parcursul sezonelor termice din perioada 2007-2012.

În figura 1 se poate observa că pentru ultimul sezon termic consumul de energie a fost cel mai mic cu excepția sezonului termic 2008-2009. Consumul relativ mai mic de energie pentru sezonul termic 2008-2009 se explică prin faptul că acel sezon a fost mai cald față de celelalte. Pentru vizualizarea corelației dintre evoluția temperaturii medii lunare și consumul lunar de energie va fi utilizat un indicator numit HDD (Heating Degree Days). Acest indicator este utilizat din simplu raționament că alimentarea cu energie termică a clădirii depinde de temperatura exterioară. Această temperatură exterioară este cuantificată în număr de zile-grade. O zi-grad reprezintă numărul de grade sub 18°C (această temperatură poate să difere în funcție de regiune și

obiectul analizat) din acea zi. În cazul în care temperatura medie a unei zile este mai mare decât 18°C, atunci acea zi reprezintă 0 zile-grade. Această metodă se bazează pe presupunerea că, atunci când temperatura medie a unei zile este mai mare de 18°C, locuința nu are nevoie să fie încălzită. De exemplu, în cazul în care temperatura medie pentru o zi este de 3°C, acea zi are 15 zile-grade (18 - 3 = 15).

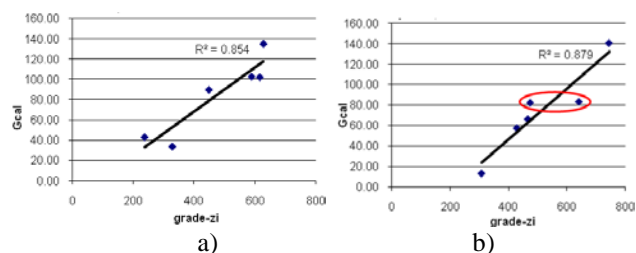


Fig. 2. Corelația dintre consumul lunar de energie și HDD pe sezonul termic, 2010-2011 (a) și 2011-2012 (b).

Din graficele prezentate în figura 2 poate fi observată corelația dintre consumul lunar de energie și HDD marcată prin puncte. În cazul ideal punctele ce determină această corelație ar fi trebuit să corespundă cu linia dreaptă, R<sup>2</sup> indicând gradul de corelare între mărimile analizate. Prin urmare observăm că pentru sezonul termic 2011-2012 acest factor are o valoare mai mare de la 0.854 la 0.879, lucru ce indică o corespundere mai bună dintre consumul de energie și necesarul de energie termică (în cazul în care a fost respectată valoarea temperaturi normale în interiorul instituției pe parcursul ambelor sezoane de încălzire). Tot din grafice poate fi dedus că sezonul termic 2011-2012 a fost mai rece decât cel precedent prin valorile HDD care în ultimul sezon a avut maximele lunare mai mari, valorile totale pe sezoanele analizate fiind de 2843 grade zile (2010-2011) și 3060 grade zile (2011-2012). Chiar și așa în sezonul termic 2011-2012 se poate observa că pentru luna decembrie 2011 la valoarea HDD de 474 grade-zi consumul de energie termică a fost de 82.48 Gcal pe când în luna ianuarie 2012 s-a înregistrat aproximativ același consum de energie, 83.45 Gcal, pentru HDD 641 grade-zi. Această exemplu ilustrează o neconcordanță între necesarul de energie termică și consumul real, caracteristică tipică unui consum ineficient de energie. Prin urmare depistarea situațiilor de acest gen la momentul potrivit ar permite identificarea cauzei consumului ineficient de energie și evitarea acestora pe viitor.

Un alt indicator interesant de urmărit în cadrul acestei analize este consumul de energie ce revine unui elev, figura 3.

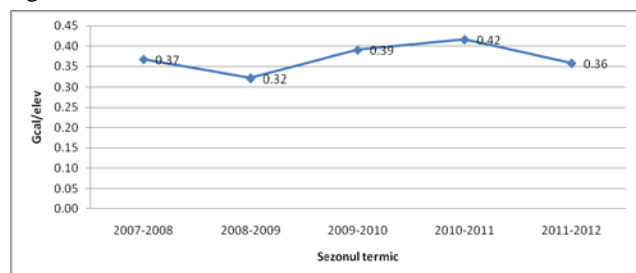


Fig. 3. Evoluția consumului de energie termică ce revine unui elev pe parcursul sezonelor termice 2007-2012.

Din grafic observăm că cel mai bun indice a fost atins în ultimul sezon rece (2011-2012), cu excepția 2008-2009 când temperatura medie a fost mai ridicată față de celelalte sezoane. Prin urmare pe parcursul anului de studii 2011-2012 pentru asigurarea confortului termic a unui elev sa consumat 0.36 Gcal, ceea ce reprezintă aproximativ 426 lei pe când pentru anul de învățământ 2008-2009 acest indicator a constituit aproximativ 207 lei, de două ori mai puțin din cauza tarifului la energia termică mai mic. Aici considerăm că un stimul în reducerea cheltuielilor de energie pe unitate de elev îl va constitui Hotărârea Guvernului Republicii Moldova cu privire la Proiectul pentru finanțarea în bază de formulă a instituțiilor de învățământ primar și secundar general, finanțate din bugetele unităților administrative-teritoriale [2].

## 2.2 Analiza consumului de energie la Spitalul Municipal nr. 3 „Sfânta Treime” [3]

Analiza consumului de energie la spitalul municipal „Sfânta Treime” prezintă interes prin faptul că acesta reprezintă un alt tip de clădire publică, aceasta se deosebește după criteriul de destinației și regimul de utilizare care diferă semnificativ de primele două categorii. Comparând datele pentru ultimul sezon termic cu cele obținute pentru liceul „Ion Creangă” observăm că consumul de energie termică pe  $m^2$  în decursul unui sezon termic este mai mic, lucru valabil pentru toate sezoanele termice analizate. Una din explicații ar fi caracterul de utilizare al clădirii, numărul de deschidere a ușilor exterioare este cu mult mai mare în cazul unei instituții de învățământ față de spital, fapt ce sporește pierderile de energie pe parcursul perioadei de încălzire. Urmărind evoluția consumului de energie termică se observă o ușoară tendință de creștere a consumului de energie termică pe unitate de suprafață a clădirii. Comparând acest indicator cu consumul de energie termică ce revine unui pacient pe parcursul unui an calendaristic, în figura 4 observăm o ușoară tendință de scădere, aceasta explicându-se în principal prin creșterea numărului anual de pacienți internați în spital.

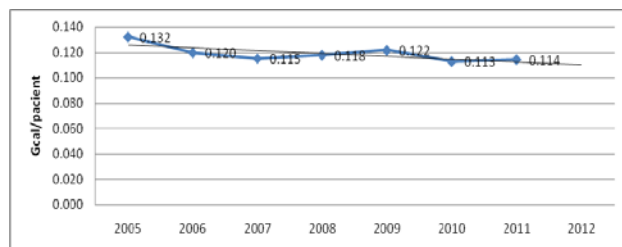


Fig. 4. Evoluția consumului anual de energie termică ce revine unui pacient, 2005-2011.

Tot atât de importantă în analiza consumului de energie al spitalului este partea de energie electrică. Un factor esențial care influențează consumul de energie electrică este numărul de pacienți internați anual în spital. În figura 5 este prezentată evoluția consumului anual de energie electrică ce revine unui pacient.

Din grafic observăm tendința de creștere a consumului anual de energie electrică ce revine unui pacient.

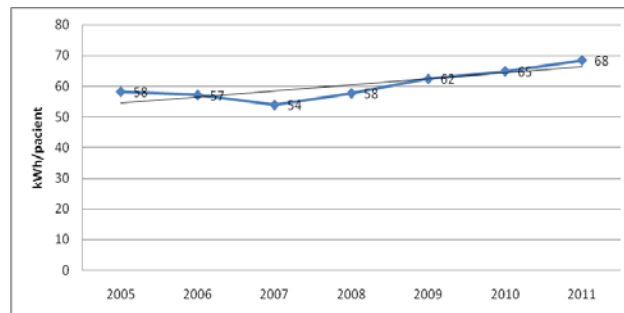


Fig. 5. Evoluția consumului anual de energie electrică ce revine unui pacient în perioada 2005-2011

Explicația principală a acestei creșteri ascendente este că în ultimii patru ani de zile administrația spitalului achiziționează echipamente de aer condiționat, frigider, cazane pentru apă caldă, echipament medical, ș.a. Prin urmare consumul de energie ce revine unui pacient a crescut chiar dacă numărul acestora a fost în creștere pe parcursul ultimilor șapte ani de zile. Astfel în anul 2011 pentru tratarea unui pacient (internat în spital) sa cheltuit 68 kWh ceea ce ar însemna aproximativ 100 lei, la tariful valabil pentru anul 2011 (1.48 lei), bani care au fost consumați în anul 2011 pentru un pacient din bugetul spitalului.

## 2.3 Analiza consumului de energie în sectorul de clădiri rezidențiale [4]

Suprafață totală a fondului locativ în municipiul Chișinău în anul 2010 a constituit 16,6 mil.  $m^2$  ce reprezintă 21% din totalul pe republică, iar raportat la un locuitor acesta constituie 21,2  $m^2$ . Din totalul suprafeței fondului locativ din mun. Chișinău 92.7% este conectată la sistemul centralizat de încălzire, 96.4% conectată la sistemul de alimentare cu gaze naturale și aproximativ 100% conectată la rețeaua de alimentare cu energie electrică [5]. Din toate aceste consumuri cel mai mare potențial de economisire a energiei îl are cea termică. Managementul energetic și starea tehnică a sistemului de termoficare reprezintă principalii factori care pot fi influențați în scopul eficientizării consumului de energie.

Pentru exemplificare în continuare va fi efectuată o analiză a stării tehnice dar și a consumului de energie la un bloc de locuit tipic din mun. Chișinău care a fost supus lucrărilor de reabilitare termică până la începerea sezonului rece 2011-2012.

Calculând consumul lunar de energie pe metru pătrat se obțin valori diferite pentru diferite sezoane termice care variază de la 0.001 Gcal/  $m^2$  în lunile marginale ale sezonului rece până la 0.026 Gcal/  $m^2$  în lunile cele mai friguroase. Pentru a putea face careva concluzii asupra evoluției consumului de energie s-a calculat consumul de energie necesar pentru a încălzi un metru pătrat al clădirii analizate pentru fiecare sezon în parte. Din rezultatele obținute în graficul din figura 6 se observă că evoluția consumului de energie variază schimbându-și inflexiunea pentru primele sezoane termice iar în cazul ultimelor trei se observă tendința de scădere a consumului de energie. Calculând după acest principiu s-a constatat o micșorare a

consumului de energie cu 10% în sezonul termic 2011-2012 față de sezonul 2010-2011 când au fost efectuate și lucrările de reabilitare termică a blocului. Cu toate acestea nu putem spune ca această scădere în consum se datorează anume lucrărilor de reabilitare termică.

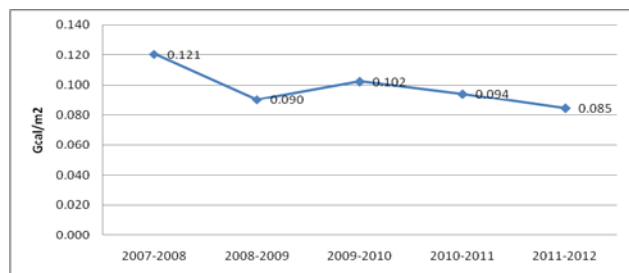


Fig. 6. Evoluția consumului de energie termică pe m<sup>2</sup> pe parcursul sezonelor termice din perioada 2007-2012

Un alt factor determinant în evoluția consumului de energie termică fiind și temperatura minimă exterioară care în prima parte a ultimului sezon termic (2011-2012) a fost mai ridicată ca de obicei.

Pe lângă analiza economică a consumului de energie în clădirea menționată, prezintă interes și analiza lucrărilor de izolare termică. Pentru aceasta a fost utilizat termovizorul, un dispozitiv pentru identificarea pierderilor termice. Chiar dacă au fost efectuate lucrări de izolare termică a blocului pentru micșorarea pierderilor de energie termică, oricum au fost depistate punți termice prin care au loc pierderi de energie în continuare. Trebuie de menționat că până a începe lucrările de izolare termică cu vată bazaltică de grosimea 7 cm nu sa reușit schimbarea tuturor ferestrelor, prin urmare ferestrele care au fost schimbate ulterior generează pierderi de energie pe perimetru acestora. Acest lucru poate fi ușor observat în figura 7.

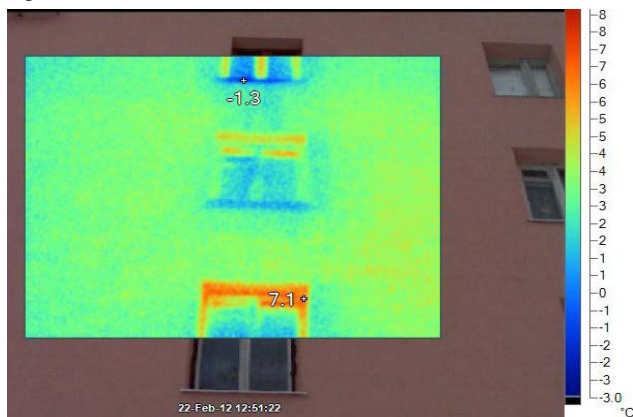


Fig. 7. Imagine care ilustrează pierderile de energie termică pe perimetrul ferestrelor înlocuite după lucrările de izolare termică.

O altă eroare este comisă în regiunea temeliei clădirii, lucrările de izolare termică începând de la primul etaj, partea subsolului care se află deasupra față de nivelul pământului nefiind izolată. Prin urmare punțile termice create prin podeaua locuințelor de la primul etaj la fel generează pierderi de energie termică. În cazul în care izolarea termică se făcea și la nivelul solului de la adâncimea de 80-100 cm în pământ [6], aceste probleme puteau fi evitate. La fel de importante sunt și pierderile pe

perimetrul balcoanelor, acestea nefiind izolate termic, figura 8.

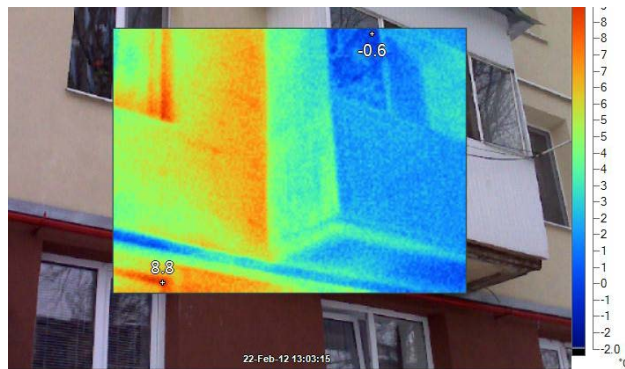


Fig. 8. Imagine care ilustrează pierderile de energie termică pe perimetrul balcoanelor.

O altă regiune care generează pierderi de energie și care nu a fost cuprinsă de lucrările de izolare termică a fost coloanele clădirii, astfel apartamentele marginale la coloanele neizolate termic sunt afectate de punțile termice. Tot aici este necesar de menționat că lucrările de reabilitare energetică nu s-au efectuat și la nivelul sistemului de ventilație. Anume din cauza că sistemul de ventilație este vechi și funcționează defectuos, în cazul ermetizării clădirii se favorizează apariția mușcailui.

### 3. INDICATORI DE MĂSURARE ȘI MONITORIZARE A PERFORMANȚEI ENERGETICE ÎN SECTORUL DE CLĂDIRI

În urma analizei consumului de energie putem constata că eficiența energetică nu este o simplă mărime fizică care poate fi măsurată cu un singur mijloc de măsurare. Pentru măsurarea și analiza eficienței energetice se utilizează o serie de indicatori caracteristici nivelului de analiză. Calcularea indicatorilor, fie în unități fizice sau economice, variază în dependență de analizele care urmează a fi întreprinse. Indicatorii de eficiență energetică îndeplinesc o varietate de funcții cum ar fi monitorizarea eficienței energetice, evaluări și analize de politici, estimări/proiectări de noi tehnologii, etc.

În principal indicatorii de măsurare și monitorizare a eficienței energetice nu diferă esențial de la un tip de clădire la altul, diferența se face la nivelul factorilor care influențează valoarea acestora. În tabelul 1 au fost propuși o serie de indicatorii de măsurare și monitorizare a performanței energetice în unități fizice care fiind utilizați ar permite îmbunătățirea considerabilă a managementului energetic în sectorul de clădiri.

Tabelul 1. Indicatori de măsurare și monitorizare a performanței energetice în sectorul de clădiri.

Nr	Indicator	Unitatea de măsură	Periodicitatea recomandată a analizei	Mărimile monitorizate
1	Consumul de energie termică pe m <sup>2</sup>	Gcal/m <sup>2</sup>	Zilnic	Consumul de energie (Gcal); Suprafața clădirii (m <sup>2</sup> ); Temperatura exterioară (°C)
2	Consumul de energie termică pe	Gcal/m <sup>3</sup>	Zilnic	Consumul de energie (Gcal); Suprafața clădirii



	m <sup>3</sup>			(m <sup>3</sup> ); Temperatura exterioară (°C);
3	Consumul de energie pe persoană	Gcal/persoană	Lunar	Consumul de energie (Gcal); Numărul de persoane; Temperatura exterioară (°C);
4	Consumul de energie electrică pe persoană	kWh/persoană	Lunar	Consumul de energie (kWh); Numărul de persoane; Timpul de utilizare a dispozitivelor și instalațiilor consumatoare de energie.
5	Evoluția consumului de energie termică în timp	Grafic, Gcal/zi	Zilnic	Consumul de energie termică (Gcal); Timpul (zi/luna/an); Temperatura exterioară (°C);
6	Evoluția consumului de energie termică față de temperatura exterioară	Gcal/Temp eratura medie pe unitate de timp (oră, zi, lună, anotimp, an)	Zilnic	Consumul de energie (Gcal); Temperatura exterioară (°C);
7	Evoluția consumului de energie termică față de HDD (zile-grade)	Grafic, Gcal/zile- grade	Zilnic	Consumul de energie (Gcal); HDD (grade-zi);
8	Consumul de energie termică pe clădire	Gcal/clădire	Lunar	Consumul de energie (Gcal); Temperatura exterioară (°C); Numărul de clădiri;
9	Consumul de energie electrică pe clădire	kWh/clădire	Lunar	Consumul de energie electrică (kWh); Numărul de clădiri; Numărul de persoane;
10	Consumul de apă (caldă și rece separat) pe persoană.	m <sup>3</sup> /persoană	Zilnic	Consumul de apă (m <sup>3</sup> ); Numărul de persoane;
11	Consumul de gaz pe persoană	m <sup>3</sup> /persoană	Lunar	Consumul de gaze naturale (m <sup>3</sup> ); Numărul de persoane; Temperatura exterioară (°C);
12	Consumul de energie electrică față de durata luminii solare	kWh/zi	Zilnic	Consumul de energie (kWh) Durata luminii solare (ore)

## 5. CONCLUZII

În baza analizei efectuate poate fi dedus că indicatorii de măsurare și monitorizare a performanței energetice constituie baza unui sistem care permite ușor identificarea

situațiilor de consum inefficient al energiei și prezintă un instrument util în identificarea acțiunilor preventive ce pot fi aplicate pentru eficientizarea acestuia la momentul oportun.

Un factor important în practicarea indicatorilor propuși în prezenta lucrare îl constituie calitatea și disponibilitatea datelor. Prin urmare este necesar implementarea sistemelor de colectare, transmitere și prelucrare primară a datelor în mod automatizat.

Din cauza sistemului de distribuție pe verticală a agentului termic în foarte multe clădiri, temperatura din interiorul clădirii se reglează manual pentru tot blocul de locuit sau de la furnizorul de agent termic. Prin urmare factorul uman poate influența subiectiv consumul de energie în clădire fapt ce nu permite oferirea aceluiași confort termic pentru toate locuințele din clădire.

Această analiza prezintă unele secvențe dintr-o cercetare mai amplă care a stat la baza elaborării sistemului de indicatori din capitolul 3. Deoarece consumul de energie în sectorul de clădiri poate fi influențat de mai mulți factori se propun a fi analizați și utilizați ca referință mai mulți indicatori la prelucrarea acelorași date, fapt ce ar spori calitatea și gradul de obiectivitate al rezultatelor.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Date și informații oferite de Direcția Generală Educație Tineret și Sport a Primăriei mun. Chișinău.
- [2] HG nr. 535 din 14.07.2011 publicată în Monitorul Oficial al Republicii Moldova nr.118-121 din 22.07.2011.
- [3] Date și informații oferite de administrația Spitalul Municipal nr.3 „Sf. Treime” din Chișinău.
- [4] Date oferite Întreprinderea Municipală „Infocom”.
- [5] Biroul Național de statistică, *Chișinăul în cifre anuar statistic 2010*, Chișinău 2011.
- [6] Standardul german DIN 4108, 1998.
- [7] *Energy Efficiency Indicators Methodology Booklet*, Environmental Energy Technologies Division, May 2010.
- [8] *Energy Efficiency Trends and Policies in the Household & Tertiary sectors in the EU 27*, November 2009.
- [9] <http://www.eepotential.eu/indicators.php>.



**Ion MUNTEAN, drd. ing. dipl.** Absolvent al Universității Tehnice a Moldovei (2008), licență la specialitatea „Metrologie” și masterat la programul „Inginerie și Managementul Calității”. Autor a diverse publicații științifice și coautor a 2 studii internaționale. Lector la Facultatea de Energetică a Universității Tehnice a Moldovei. Doctorand, domeniul de cercetare - eficiența energetică. Membru al grupului de lucru pe eficiență energetică a Rețelei Autorităților Locale din Europa de Sud-Est (NALAS).