



АНАЛИЗ НА ДАННИ ОТ ЕНЕРГОСПЕСТЯВАЩИ МЕРКИ В ОБЩЕСТВЕНИ СГРАДИ

Иван Бинев

Резюме: При извършване на анализ на резултатите, чрез сравняване на реалните параметри, отчитащи състоянието на обществени сгради е необходима оценка на енергийните спестявания след изпълнение на енергоспестяващи мерки. Представен е комплексен сравнителен анализ, на методи за обработка на данни, въз основа на който се прави оценка на настъпилите промени в процеса на приложение на енергоспестяващи мерки за сгради, в неговата цялост и в частност енергийните проекти в два български града, с оглед тяхната динамика и бъдещо развитие.

Ключови думи: енергийна ефективност, обществени сгради, енергоспестяващи мерки, клъстерен анализ, анализ на съответствията

1. Увод

Програмируемите логически контролери (PLC) са разпространени в различни области на индустриалното производство, заменяйки релейните логически схеми като по-лесно и по-евтино решение и се е превърнало в стандарт за индустриална автоматизация.

Топлинните загуби на сградите през отоплителния период зависят в най-голяма степен от топлофизичните свойства на външните ограждащи елементи, изградени от няколко слоя от различни материали. Тези загуби се получават вследствие на преминаване на топлината от по-топлата страна на ограждащия елемент към по-студената и се наричат загуби от топлопреминаване. За намаляване на тези загуби, най-голямо

ANALYSIS OF DATA FROM ENERGY SAVING MEASURES IN PUBLIC BUILDINGS

Ivan Binev

Abstract: In an analysis of the results, by comparing the actual parameters, taking into account the condition of public buildings, it is necessary to evaluate the energy savings after implementation of energy saving measures. A complex comparative analysis of data processing methods is presented, on the basis of which an assessment of the changes in the process of application of energy saving measures for buildings, in its entirety, and in particular the energy projects in two Bulgarian cities, in view of their dynamics and future development.

Keywords: energy efficiency, public buildings, energy saving measures, cluster analysis, correspondence analysis

1. Introduction

The thermal losses of buildings during the heating period depend to a large extent on the thermal-physical properties of the outer enclosures, made up of several layers of different materials. These losses are due to the transfer of heat from the warmer side of the enclosure to the colder one and are called heat transfer losses. To reduce these losses, the thermal insulation materials used, their thermal properties and thickness are of main importance. [2,4,9].

значение имат използваните топлоизолационни материали, техните топлофизични характеристики и дебелина [2,4,9].

При извършване анализ на резултатите, чрез сравняване на реалните параметри, отчитащи състоянието на една сграда и нормативните стойности на същите параметри е открит потенциал за намаляване на разходите с въвеждане на енергоспестяващи мерки, целящи повишаване на термичното съпротивление на ограждащите елементи на сградата [5,7,9].

Оценката на енергийните спестявания след изпълнение на енергоспестяващи мерки има за цел да определи количеството спестена енергия в сградите спрямо предишно базово състояние, вследствие на въведени мерки за повишаване на енергийната ефективност и да докаже степента на постигане на индивидуалните цели за енергийни спестявания. Количеството спестена енергия е равно на разликата между енергията преди въвеждането на мерките за подобряване на енергийната ефективност и използваната енергията за отопление след изпълнение на тези мерки, при поддържане на температура според нормативните изисквания [1,6,8].

Съответствието на обследвана сграда с изискванията за енергийна ефективност е изпълнено, когато стойността на енергийната характеристика на сградата е по-малка или равна на еталонната ѝ стойност. Тези предпоставки и анализ на данни от тяхното изпълнение са цел на настоящата работа.

2. Материал и методи

Използвани са изходни данни за обществени сгради в град Сливен България [3]. Данните са при оценка на

When analyzing the results, by comparing the actual parameters, taking into account the condition of a building and the normative values of the same parameters, the potential for cost reduction was discovered by introducing energy-saving measures aimed at increasing the thermal resistance of the surrounding building elements. [5,7,9].

The assessment of energy savings after implementation of energy saving measures aims to determine the amount of energy saved in buildings compared to the previous baseline, as a result of the introduced energy efficiency measures and to prove the degree of achievement of the individual energy savings goals. The amount of energy saved is equal to the difference between the energy before the introduction of the energy efficiency improvement measures and the energy used for heating after the implementation of these measures, while maintaining the temperature according to the regulatory requirements [1,6,8].

The conformity of an inspected building with the requirements for energy efficiency is fulfilled when the value of the energy performance of the building is less than or equal to its reference value. These prerequisites and the analysis of data from their implementation are the purpose of this work.

2. Material and methods

Source data for public buildings in the city of Sliven Bulgaria were used [3]. The data is in the assessment of the implementation

изпълнението на препоръчаните мерки в енергийните обследвания, включващи разход на енергия от фактури за три последователни години след реновирането на сградите.

За оценка на влиянието на предвидените енергоспестяващи мерки за повишаване на термичното съпротивление на ограждащите елементи на сградите е направен анализ в зависимост от очакваните спестявания на енергия. На първи етап е използван клъстерен анализ. Той представлява класификация, чиято цел е да се оформят естествени групи въз основа на различни признаци. При клъстерният анализ n на брой обекта се групират в k ($k > 1$) на брой групи, наречени клъстери, като се използват p ($p > 0$) на брой признаци (променливи) [11].

Анализът на съответствията е графична техника, при която се разкриват зависимости между качествени признаци. Използва се за откриване на основни характеристики с помощта на карти и графични изображения [10]. Извършва се с т.нар. таблици на съответствията, които отразяват сходствата и взаимодействията между изследваните признаци, разположени по редовете и колоните. Представлява инструмент за сравнителен анализ чрез графично представяне на факторите, които обуславят основните различия. При него липсва критерий за проверка на статистическата значимост на получените резултати. Целта е изходните данни да се представят в опростен вид. Ако редовете и колоните в таблицата са напълно независими, елементите в таблицата могат да се получат с помощта на сумите по редове и колони. В такъв смисъл анализът на съответствията може да се разглежда като метод чиято цел е определяне на пространство от

of the recommended measures in the energy audits, including energy consumption from invoices for three consecutive years after the renovation of the buildings.

In order to assess the impact of the envisaged energy saving measures for increasing the thermal resistance of the building envelope elements, an analysis was made in relation to the expected energy savings. In the first stage, cluster analysis was used. It is a classification whose purpose is to form natural groups based on different features. In cluster analysis, n numbers of objects are grouped into k ($k > 1$) by number of groups called clusters, using p ($p > 0$) by number of characters (variables) [11].

Correspondence analysis is a graphical technique that reveals relationships between quality traits. Used to detect key features using maps and graphics [10]. It is performed with the so-called correspondence tables that reflect the similarities and interactions between the traits studied, arranged in rows and columns. It is a tool for benchmarking by graphically presenting the factors that determine the main differences. It lacks a criterion for verifying the statistical significance of the results obtained. The purpose is to present the raw data in a simplified form. If the rows and columns in the table are completely independent, the elements in the table can be obtained by summing the rows and columns. In this sense, correspondence analysis can be seen as a method aimed at defining

минимална размерност. Този факт наподобява задачите на факторния анализ, при който се осъществява разлагане на общата вариация с цел намаляване броя на променливите с минимални загуби в изходната матрица.

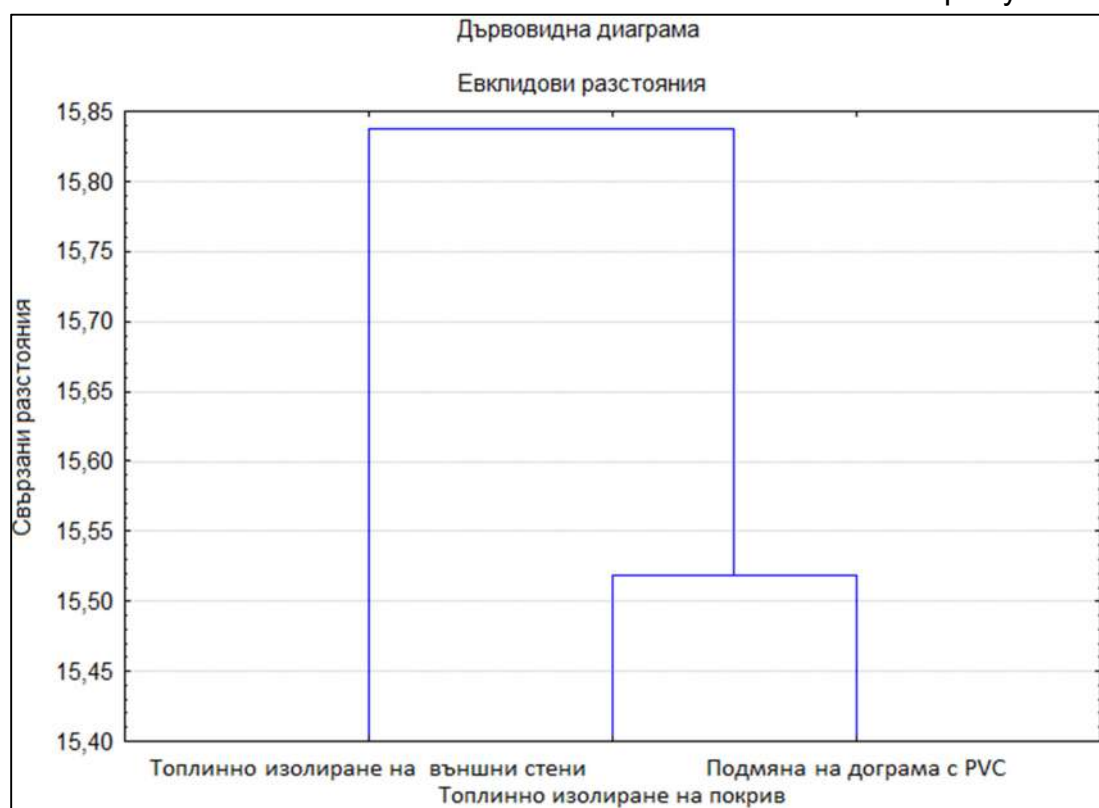
3. Резултати и дискусия

На фигура 1 са показани резултати от клъстерен анализ на предвидените енергоспестяващи мерки за повишаване на термичното съпротивление на ограждащите елементи за сградите в община Ямбол.

a space of minimum dimension. This fact resembles the tasks of factor analysis in which the total variation is decomposed in order to reduce the number of variables with minimal losses in the output matrix.

3. Results and discussion

Figure 1 shows the results of a cluster analysis of the envisaged energy-saving measures for increasing the thermal resistance of the enclosing elements for buildings in the Yambol municipality.



Фиг.1. Клъстерен анализ на предвидените енергоспестяващи мерки за сградите в община Ямбол

От графиката се вижда, че енергоспестяващите мерки се групират в два клъстера. В първият е мярката "Топлинното изолиране на външни стени". Другите две мерки за подобряване на енергийната ефективност – "Подмяна на дограма с PVC" и "Топлинно изолиране на покрив"

Fig. 1. Cluster analysis of the envisaged energy saving measures for buildings in Yambol municipality

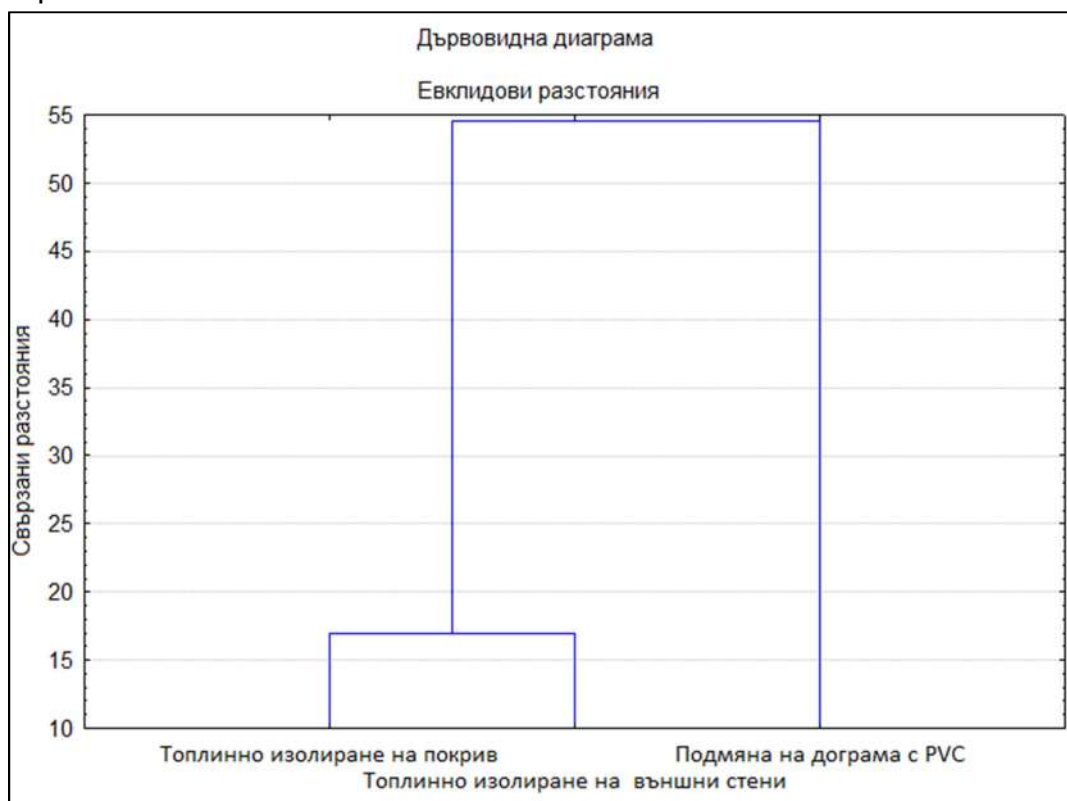
The graph shows that energy saving measures are grouped into two clusters. The first is the measure "Thermal insulation of exterior walls". The other two measures for improving energy efficiency - "Replacement of windows with PVC" and "Thermal insulation of the roof" are grouped in a

се групират в общ клъстер. Резултатите от очакваното спестяване на енергия при тези две мерки са близки.

На фигура 2 са показани резултати от клъстерен анализ на предвидените мерки за енергийна ефективност на ограждащите елементи за сградите в община Сливен. Тук също се формират два клъстера. Като в този случай основно влияние върху подобряването на енергийната ефективност на сградите оказва мярката "Подмяната на дограмата с PVC". Останалите две мерки - "Топлинно изолиране на външни стени" и "Топлинно изолиране на покрив" се групират в общ клъстер, тъй като резултати от определените спестявания на енергия са близки.

common cluster. The results of the expected energy savings under these two measures are close.

Figure 2 shows the results of a cluster analysis of the envisaged energy efficiency measures of the enclosing elements for the buildings in Sliven Municipality. Two clusters are also formed here. In this case, the measure "Replacement with PVC joinery" has a major influence on improving the energy efficiency of buildings. The other two measures - "Thermal insulation of exterior walls" and "Thermal insulation of roof" - are grouped into a common cluster, as the results of the specified energy savings are close.



Фиг.2. Клъстерен анализ на предвидените енергоспестяващи мерки за сградите в община Сливен

Направеният клъстерен анализ показва, че върху подобряването на енергийната ефективност на сградите основно влияние оказва мярката "Подмяна на

Fig.2. Cluster analysis of the envisaged energy saving measures for the buildings in Sliven municipality

The cluster analysis showed that the measure "Replacement with PVC windows" for buildings in Sliven municipality and "Thermal insulation

дограмата с PVC" за сградите в община Сливен и "Топлинно изолиране на външните стени" за сградите в община Ямбол. От този анализ не става ясно, при кои от изследваните сгради е най-значимо влиянието на тези мерки за подобряване на енергийната ефективност. Това е основен недостатък на кълстерния анализ.

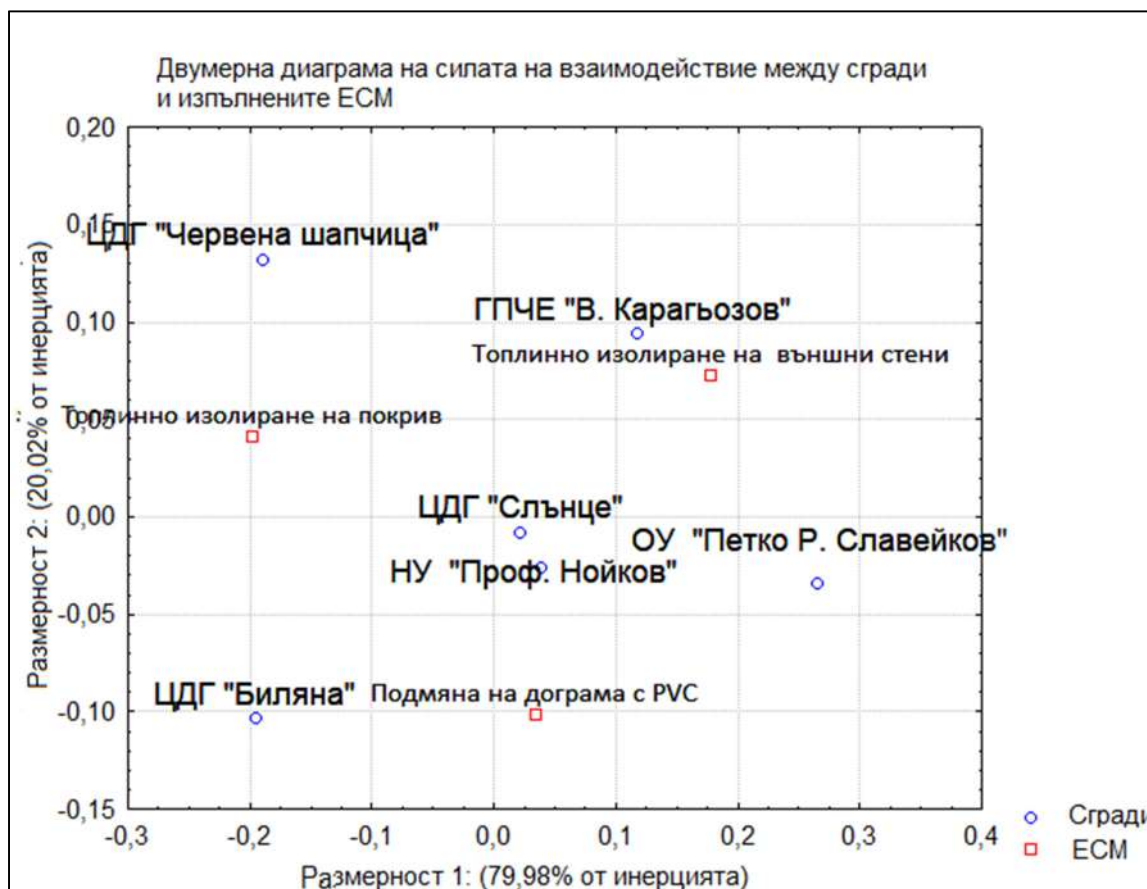
За определяне на влиянието на отделните енергоспестяващи мерки върху подобряване на енергийната ефективност на сградата, подходящ и доказан метод е анализа на съответствията.

На фигура 3 са показани резултати от Анализ на съответствията на предвидените мерки за енергийна ефективност на ограждащите елементи в сградите, обект на анализа в община Ямбол.

of exterior walls" for buildings in Yambol has a major influence on improving the energy efficiency of buildings. From this analysis it is not clear which of the buildings under study is most significant for the impact of these energy efficiency improvement measures. This is a major drawback of cluster analysis.

To determine the impact of individual energy-saving measures on improving the energy performance of a building, a suitable and proven method is conformity analysis.

Figure 3 shows the results of the Correspondence Analysis of the envisaged energy efficiency measures of the enclosing elements in the buildings subject to analysis in Yambol Municipality.



Фиг.3. Анализ на съответствията на предвидените енергоспестяващи мерки на сградите в община Ямбол

Fig. 3. Correspondence analysis of the envisaged energy saving measures of the buildings in Yambol municipality

Резултатите от клъстерния анализ показаха, че енергоспестяващата мярка "Топлинното изолиране на външните стени" оказва значимо влияние върху енергийната ефективност на изследваните сгради.

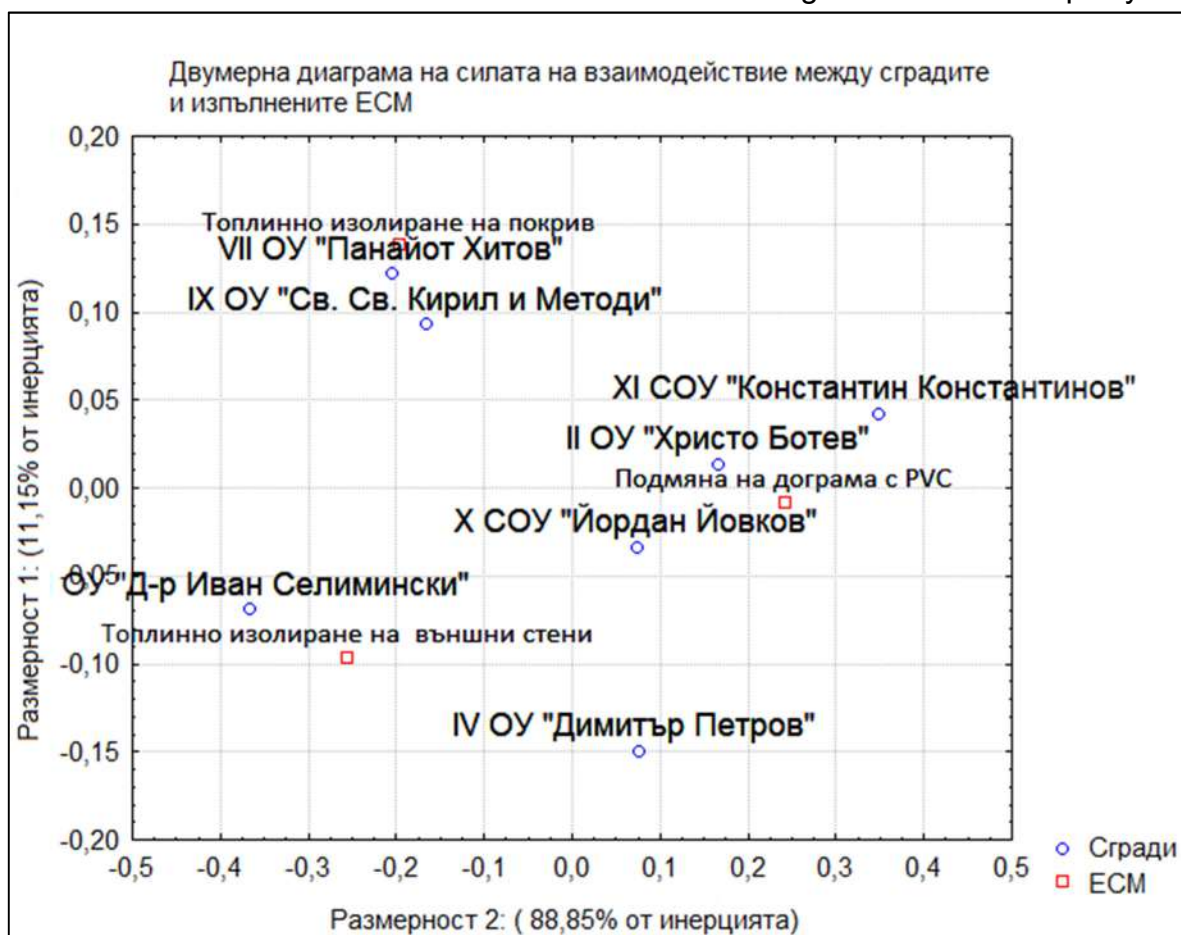
След направения Анализ на съответствията може да се направи извод че, най-голямо влияние на тази мярка върху енергийната ефективност е за сградата на ГПЧЕ "В. Карагъзов".

На фигура 4 са представени резултати от Анализ на съответствията на предвидените енергоспестяващи мерки на сградите в община община Сливен.

The results of the cluster analysis showed that the energy saving measure "Thermal Insulation of Exterior Walls" had a significant impact on the energy efficiency of the buildings under study.

After the Conformity Analysis has been made, it can be concluded that the greatest impact of this measure on energy efficiency is for the building of foreign language school "V. Karagyozov".

Figure 4 presents the results of the Correspondence Analysis of the envisaged energy saving measures of the buildings in Sliven Municipality.



Фиг.4. Анализ на съответствията на предвидените енергоспестяващи мерки на сградите в община Сливен

Fig.4. Correspondence analysis of the envisaged energy saving measures of the buildings in Sliven municipality

При клъстерния анализ беше констатирано, че енергоспестяващата

In the cluster analysis, it was found that the energy saving measure

мярка "Подмяната на дограма с PVC" оказва значимо влияние върху подобряването на енергийната ефективност на сградите. В случая тази мярка е довела до най-голямо намаляване на енергийните разходи в сградите на XI СОУ "Константин Константинов", II ОУ "Христо Ботев" и X СОУ "Йордан Йовков".

4. Заключение

Адаптирани са програмни средства за анализ на данни от изпълнение на енергоспестяващи мерки в обществени сгради.

Сравнителният анализ на двата използвани метода за обработка на данни – къстерен анализ и анализ на съответствията показва, че за определяне на влиянието на отделните енергоспестяващи мерки върху подобряване на енергийната ефективност на сградите, подходящ и доказан метод е анализа на съответствията.

Представен е комплексен сравнителен анализ, на методи за обработка на данни, въз основа на който се прави оценка на настъпилите промени в процеса на приложение на енергоспестяващи мерки за сгради, в неговата цялост и в частност енергийните проекти в два български града, с оглед тяхната динамика и бъдещо развитие.

Бъдещите изследвания могат да се насочат към използване на предложените методи и създаване на нови такива, за анализ на енергийната ефективност при изпълнение на енергоспестяващи мерки за обществени сгради.

5. Литература

- [1] Alam, M., P. Zou, R. Stewart, E. Bertone, O. Sahin, C. Buntine, C. Marshall. (2019). Government championed strategies to overcome the barriers to public building energy efficiency retrofit projects. *Sustainable Cities and Society*, vol.

"Replacement with PVC windows" has a significant impact on improving the energy efficiency of buildings. In this case, this measure led to the greatest reduction of energy costs in the buildings of XI Secondary School "Konstantin Konstantinov", II Primary School "Hristo Botev" and X Secondary School "Yordan Yovkov".

4. Conclusion

Software tools have been adapted to analyze data from the implementation of energy-saving measures in public buildings.

A comparative analysis of the two data processing methods used - cluster analysis and correspondence analysis shows that to determine the impact of individual energy-saving measures on improving the energy performance of buildings, a suitable and proven method is correspondence analysis.

A complex comparative analysis of data processing methods is presented, on the basis of which an assessment of the changes in the process of application of energy saving measures for buildings, in its entirety, and in particular the energy projects in two Bulgarian cities, in view of their dynamics and future development.

Future research may focus on the use of proposed methods and the creation of new ones to analyze energy efficiency in implementing energy-saving measures for public buildings.

5. References

- 44, pp.56-69.
- [2] Asere, L., A. Blumberga. (2018). Energy efficiency – indoor air quality dilemma in public buildings. *Energy Procedia*, vol. 147, pp.445-451.
- [3] Binev, I. (2019). Analysis of energy efficiency in public buildings after implementation of energy saving measures. *International Conference on Technics, Technologies and Education ICTTE 2019 October 16-18, 2019, Yambol, Bulgaria*, pp.314-320. ISSN 2603-445X
- [4] Dimitrov, D., N. Dyulgerova. (2012). Energy a puzzle in approach to Eurasian security. *International Scientific and Practical Conference „Formation of the Eurasian Union in the post-Soviet space: problems and prospects of legal Regulation”*, Moscow, RosNOU, 2012. (in Russian)
- [5] Dimitrova, A. (2019). Analysis of the operation of pumping unit under a range of different loads. *International Conference on Technics, Technologies and Education ICTTE 2019*, pp. 263-267. ISSN 2603-445X
- [6] Pehlivanova, T., Z. Zlatev, A. Dimitrova. (2016). Improvement of energy efficiency of a small household appliance. *International conference Automatics and informatics*, 4-5 October 2016, pp.53-56. ISSN 1313-1869
- [7] Tsankov, P., K. Ivanov, S. Atanasov. (2019). Air heating in centrifugal fans - research and analysis. *International Conference on Technics, Technologies and Education ICTTE 2019 October 16-18, 2019, Yambol, Bulgaria*, pp.281-286. ISSN 2603-445X
- [8] Valchev, G., N. Kaloyanov, V. Rasheva, M. Minchev, S. Tasheva. (2014). *Energy Efficiency and Environmental Protection. Installations*, No. 2, pp.4-7. (in Bulgarian)
- [9] Valchev, G., N. Kaloyanov, V. Rasheva, M. Minchev, S. Tasheva. (2013). Analysis of Energy Savings Obtained as a result of the Implementation of Energy-Saving Measures in Training Building 4 of UFT. *Food science, engineering and technology, 60th Jubilee scientific conference with international participation*, vol. 60, pp.1282-1286 (in Bulgarian) ISSN 1314-7102
- [10] Zlatev, Z., L. Indrie, J. Ilieva, T. Ivanova. (2019). Analysis on colors of folk costume and their application in contemporary textile design. *Annals of the university of Oradea Fascicle of textiles, leatherwork*, vol. 20, No. 1, pp.125-130.
- [11] Zlatev, Z., S. Baycheva. (2017). Application of optical device in methodology for teaching analysis of essential oils. In *International conference of virtual learning, ICVL Romania*, 124-129.

Контакти

гл. ас. д-р инж. Иван Георгиев Бинев
Тракийски университет – Стара Загора
Факултет Техника и технологии, Ямбол
България
e-mail: ivan.binev@trakia-uni.bg

Contacts

Cheaf assist. Prof. Ivan Georgiev Binev, PhD, eng.
Trakia University
faculty of Technics and technologies
Yambol, Bulgaria
e-mail: ivan.binev@trakia-uni.bg