

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИЛАДІВ-РОЗПОДІЛЮВАЧІВ ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ: ПЕРВИННИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ

В даній статті викладено первинний аналіз даних з системи розподільного обліку багатоквартирного будинку, покази окремих груп розподільовачів, виконано порівняння між групами споживачів для виявлення факторів, що впливають на точність розподілу сформульовано основні тези подальших досліджень. В рамках аналізу використовувались дані з приладів-розподільовачів системи розподільного обліку теплової енергії на опалення багатоквартирного будинку в м. Біла Церква. Було проаналізовано розподілене споживання квартир та опосередкований вплив повномасштабного вторгнення рф на поведінку споживачів опалення щодо індивідуального регулювання споживання теплової енергії на опалення. Також було проаналізовано можливий вплив розташування приміщень відносно поверховості на рівень споживання опалення. Для аналізу зібрані покази з розподільовачів застосовувались у первинному вигляді, та інтерпретованому розподіленому вигляді як розподілене енергоспоживання на опалення приміщень, а також питома розподілене споживання для порівняння між квартирами без впливу різниці площ. Групування приміщень виконувалось поквартирно, по поверхах, по квартирних стояках, загальнобудинкове енергоспоживання на опалення. Під час аналізу процесу інтерпретації показів, було виявлено відсутність врахування споживання квартир з індивідуальними системами опалення, внаслідок чого неможливо в достатній мірі робити висновки про поведінку споживачів відносно регулювання опалення. Подальші дослідження необхідні для уточнення значень поправкових коефіцієнтів при інтерпретації показів, в загальному виявленні доцільності застосування деяких поправкових коефіцієнтів, розробки змін до методики розподільного обліку теплової енергії на опалення, досліджень поведінки споживачів на даному рівні індивідуального контролю енергоспоживання.

Ключові слова: розподільовачі теплової енергії, розподільний облік опалення, індивідуальне регулювання споживання, індивідуальний облік, перетоки теплової енергії.

Вступ

Важливою складовою підвищення енергоефективності багатоквартирних будинків є можливість обліку енергоспоживання кожного споживача з достатньою точністю для прийняття рішень щодо регулювання споживання.

Дослідження і розвиток способів розподільного обліку теплової енергії на опалення є актуальним для підвищення енергетичної ефективності багатоквартирних будівель України, більшість з яких складають будівлі з вертикальною системою опалення. Можливість відокремлено контролювати власне споживання теплової енергії на опалення дає можливість економії та відслідковування даної економії.

Для будинків з вертикальними системами опалення відсутній технічно і економічно обґрунтований метод прямого обліку теплової енергії на опалення через особливості прокладання трубопроводів. Донедавна для таких будівель єдиним способом розподілу загального споживання було розділення показів загальнобудинкового лічильника відповідно до площ опалювальних приміщень [1]. Наразі в Україні розвивається технологія непрямого розподілення обліку споживаного тепла – за допомогою системи приладів-розподільовачів теплової енергії [2].

Покази з приладів-розподільовачів потребують непростой процедури інтерпретації та врахування укрупнених поправкових коефіцієнтів [3], що потенційно можуть призвести до суттєвого впливу на коректність розподілу плати за опалення. Метод, що лежить в основі системи розподільного обліку, потребує подальшого розвитку та аналізу, для чого, перш за все необхідно дослідити результати практичного застосування методу [4].

Мета. Провести аналіз зібраних даних з показників розподільовачів теплової енергії для визначення можливості виявлення факторів, що впливають на споживання енергії на опалення і на її розподіл, а також сформулювати припущення для подальших досліджень.

Завдання. Для реалізації заданої мети було сформульовано основні завдання:

- описати загальні характеристики об'єкта;
- проаналізувати загальне споживання теплової енергії будівлі на опалення;
- оцінити та порівняти різні форми показів з приладів-розподільовачів;
- виконати групування приміщень за ключовими характеристиками, проаналізувати розподілене споживання відповідно до сформованих груп;

-виявити залежності споживання теплової енергії на опалення від можливих конструкційних, експлуатаційних та поведінкових факторів впливу.

Загальна характеристика об'єкта дослідження

Для аналізу використовуються показники з системи розподільного обліку теплової енергії на опалення, що встановлена в багатоквартирному будинку в м. Біла Церква.

Основна інформація про будівлю (основні характеристики наведено в табл. 1) - дев'ятиповерховий трисекційний будинок з Г-подібним розташуванням секцій. Поверховий план наведено на рис.1. План розташування будівлі показано на рис.2. Зовнішні стіни з керамзитобетонних панелей. Будівля частково примикає до сусіднього житлового будинку. В будинку було встановлено модульний ІТП з погодним регулюванням, замінено та теплоізолювано трубопроводи опалення в технічних приміщеннях, змінено схему стояків опалення на П-видну, в більшості квартир замінено радіатори на сталеві панельні відповідного типорозміру, встановлено автоматичні балансувальні клапани на стояках, терморегулятори на радіаторах, і організовано розподільний облік теплової енергії за допомогою приладів-розподілювачів чеської фірми Arator metra, моделі E-ITN-30 [5].

Таблиця 1 Основні характеристики будівлі

Рік побудови	1979
Кількість поверхів	9
Кількість секцій	3
Кількість квартир	108
з них 1-кімнатних	18
2-кімнатних	45
3-кімнатних	45
Площа будинку загальна, м ²	7304
Об'єм будівлі загальний, м ³	24704



Рисунок 1 -Поверховий план типового поверху будівлі

Водночас, при проєктуванні і виконанні робіт з модернізації системи опалення, квартири з індивідуальним опаленням враховано не було, тому стан та характер самовільних змін системи опалення в даних квартирах не було визначено.

На даному етапі досліджень було отримано таку інформацію: помісячні покази даних з приладів-розподілювачів за 2021-2023 роки, поправкові коефіцієнти, що застосовуються при інтерпретації показників, номінальні потужності і типорозміри встановлених радіаторів, опалювальні площі квартир.

В систему розподільного обліку будівлі включено 95 квартир зі 108, в яких сумарно встановлено 327 приладів-розподілювачів.

В будівлі наявні 13 квартир з індивідуальним опаленням (на рис. 3 відображені кольором). Лише на трьох поверхах (3,4 та 6) з дев'яти всі квартири з централізованим опаленням. Найбільше квартир з індивідуальним опаленням на другому поверсі – 4 з 12.

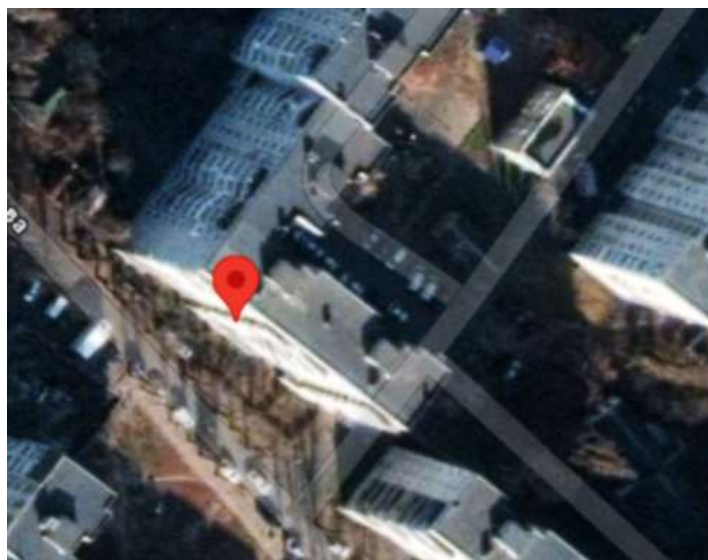


Рисунок 2 - Орієнтація будівлі

поверхи	1 секція				2 секція				3 секція			
9	33	34	35	36	69	70	71	72	105	106	107	108
8	29	30	31	32	65	66	67	68	101	102	103	104
7	25	26	27	28	61	62	63	64	97	98	99	100
6	21	22	23	24	57	58	59	60	93	94	95	96
5	17	18	19	20	53	54	55	56	89	90	91	92
4	13	14	15	16	49	50	51	52	85	86	87	88
3	9	10	11	12	45	46	47	48	81	82	83	84
2	5	6	7	8	41	42	43	44	77	78	79	80
1	1	2	3	4	37	38	39	40	73	74	75	76

Рисунок 3 - Умовна схема розташування квартир будинку з відображенням квартир з індивідуальним опаленням

Форма представлення даних для аналізу

Для дослідження поведінки споживачів та внутрішніх факторів на першому етапі аналізу використовувались показники з розподільвачів без врахування поправкових коефіцієнтів. Приклад форми показів з приладів-розподільвачів в умовних одиницях для декількох квартир за опалювальний сезон 2021-2022 наведено в таблиці 2.

В кожній квартирі встановлено по декілька розподільвачів, відповідно до кількості приладів опалення, кожен розподільвач має свій унікальний ідентифікаційний номер, для відслідковування конкретних показів. Покази накопичуються в табличній формі щомісячно, в умовних одиницях вимірювань, що безпосередньо знімаються з приладів. Для порівняння показників між квартирами використовувались питомі показники на квадратний метр. Використання питомих показників дозволяє нівелювати різницю в площах приміщень. Кінцева форма показників розподіленого споживання з врахування перерозподілу витрат квартир, що зловживають регулюванням [6], не використовувалась через відсутність потреби у використанні даної форми показників, так як у дослідженні перевіряються припущення щодо причин, через які виникли потреби у такому перерозподілі.

Для аналізу показників по групах застосовувалась форма даних в розподілених гігакалоріях без врахування перерахувань, а також в питомих одиницях кВтгод/мкв на опалювальну площу приміщень.

Аналіз загальнобудинкового споживання

Для будівлі наявні дані щодо помісячного споживання на опалення за два повних опалювальних сезони (2021-2022, 2022-2023), відповідно до показів загальнобудинкового лічильника, показані на рис. 4 разом з даними по зміні середньомісячної температури зовнішнього повітря.

Таблиця 2 Приклад форми показів з приладів-розподільвачів для декількох квартир за опалювальний сезон 2021-2022, умовні одиниці

№ квартири	№ розподільвача	Жовтень 2021	Листопад 2021	Грудень 2021	Січень 2022	Лютий 2022	Березень 2022	Квітень 2022
1 (трикімнатна)	1	74	353	253	279	87	476	13
	2	49	186	269	151	52	57	26
	3	43	83	202	243	161	151	33
	4	25	49	47	64	169	28	16
	5	50	274	291	389	78	60	4
2 (однокімнат.)	1	29	190	197	22	234	214	26
	2	30	155	110	17	167	163	1
3 (двокімнатна)	1	60	28	138	136	41	57	25
	2	59	331	332	281	153	105	31
	3	41	154	322	385	258	297	53

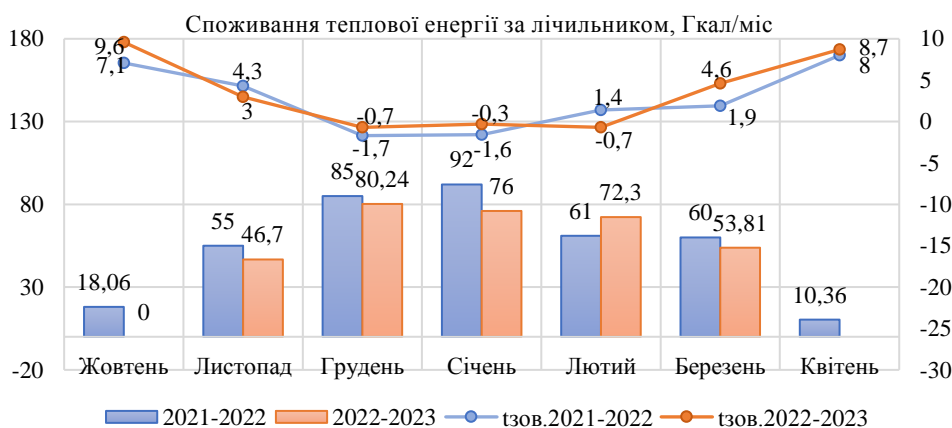


Рисунок 4 - Помісячне споживання теплової енергії на опалення будівлі

Загальнобудинкове споживання теплової енергії на опалення відповідає загальним профілям споживання, і обернено пропорційне від температури зовнішнього повітря.

Проведено аналіз поквартирного розподілу по показам розподільвачів на прикладі березня 2021 та 2022 років, результати наведено на рис. 5.

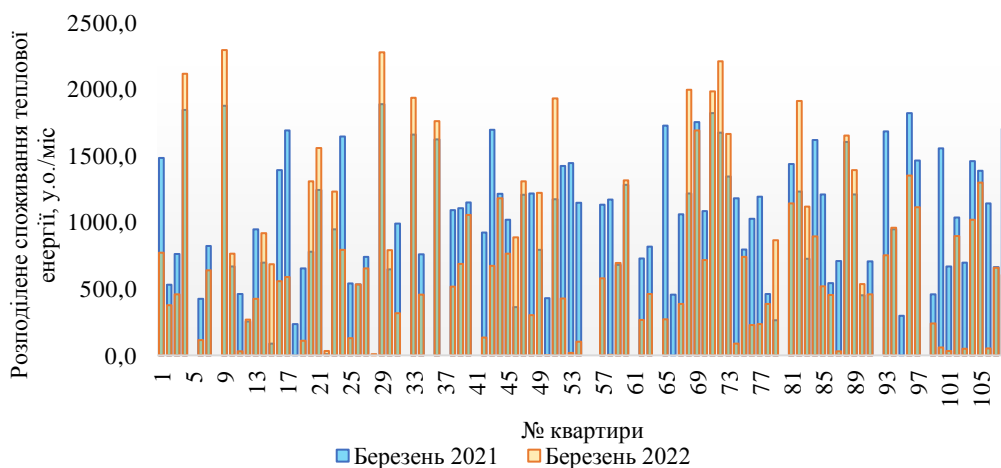


Рисунок 5 -Поквартирний графік показів розподільвачів для березня 2021 та 2022 років, для всіх квартир, що включені в систему розподільного обліку, умовні одиниці за місяць

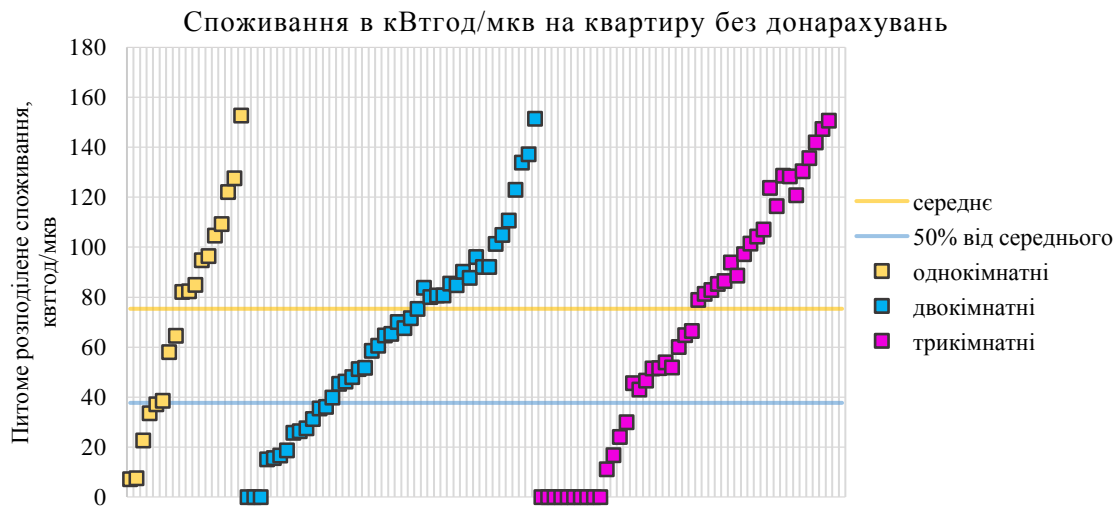
Температура зовнішнього повітря у березні 2021 дорівнювала 1,8 С, а в березні 2022 1,9 С, за зниження загального споживання. З наявних показників 95 квартир, 45 (тобто майже 50%) знизили своє споживання у порівнянні з березнем 2021 року на рівень від 50% до 100% (повного перекривання терморегулятора), при майже відсутній різниці між температурами зовнішнього повітря. Відповідно до ДБН В.2.5-67:2013, не дозволяється зниження внутрішньої температури у приміщенні нижче 14-16 градусів Цельсію [7]. Виходячи з наявних показів, можна зробити непрямий висновок, що в системі опалення будинку технічно не забезпечено виконання даної вимоги.

Можна припустити, що квартири, в яких споживання теплової енергії вище в березні 2022 року в порівнянні з березнем 2021 року, були вимушені збільшувати своє споживання саме через великі паразитні перетоки до квартир зі зниженим споживанням, мешканці яких імовірно виїхали внаслідок повномасштабного вторгнення рф у кінці лютого 2022 року.

Аналіз споживання типових груп споживачів

Було сформовано перелік основних припущень, які в рамках отриманих даних можливо перевірити. Для аналізу було класифіковано основні групи споживачів – по поверхах, по стояках, по секціях, тощо.

На рисунку 6 відображено розподілене поквартирне споживання теплової енергії на опалення з опалювальний сезон 2022-2023 р. Споживання більшості квартир є вищим за визначені 50% від середнього арифметичного споживання, визначення якого передбачено методикою [6]. Квартири, споживання яких нижче за визначений рівень, потенційно зловживають системою розподільного обліку і контролю, і підпадають під перерахунок розподіленого споживання, з відповідними донарахуваннями умовно спожитої теплової енергії до визначеного рівня [6].



Порівняння по поверхах

Для аналізу розподілу споживання по поверхах, було згруповано розподілене споживання на опалення квартир за поверхами, для виявлення впливу поверховості.

Порівняння повних сумарних показань споживання теплової енергії по поверхах не має практичного сенсу, так як на шести з дев'яти поверхів наявні квартири з індивідуальним опаленням, споживання яких ніяк не відображено в системі розподільного обліку, і, відповідно, в отриманих показах розподільовачів. Для нівелювання спотворень було використано питомі показання на площу тих квартир, як включені в систему розподільного обліку.

Можна зробити висновок про явно виражену різницю споживання дев'ятого поверху у порівнянні з іншими. Перше припущення щодо причин такого збільшеного споживання – наявність додаткових радіаторів чи потужніші радіатори в квартирах даного поверху. Для перевірки припущення виконано порівняння сумарної потужності встановлених радіаторів по поверхах, результати висвітлено на рис.8.

Сумарна номінальна потужність радіаторів не має впливу на споживання дев'ятого поверху, так як наявні поверхи (3,4,6) навіть з вищою сумарною потужністю радіаторів. Наступне припущення, що впливає з виконаного аналізу – на дев'ятому поверсі наявне суттєве недотримання теплового комфорту, внаслідок чого споживачі вимушені відкривати терморегулятори та забезпечувати тепловий комфорт за рахунок перевитрати. Конфігурація встановлених в будинку розподільовачів не передбачає відслідковування температури повітря в приміщенні, тому неможливо перевірити дотримання чи недотримання нормативних температур [5].

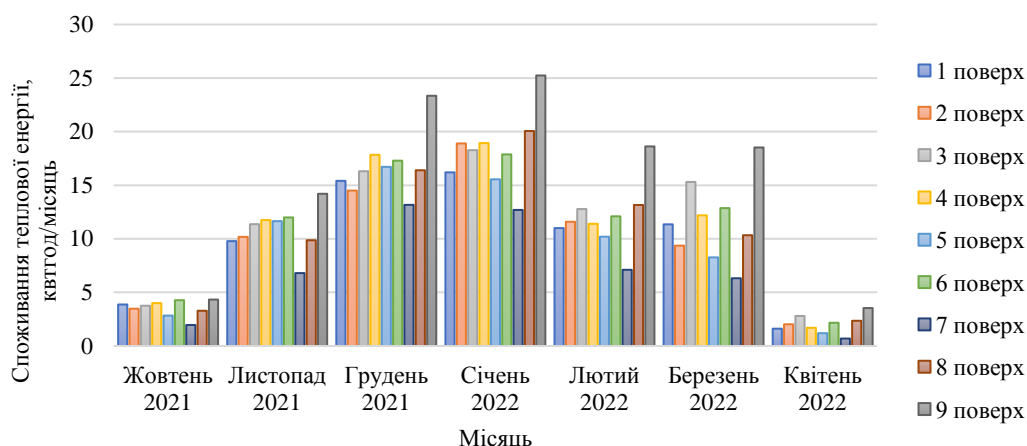


Рисунок 7 - Розподілене споживання теплової енергії на опалення групуване по поверхах, кВтгод/місяць

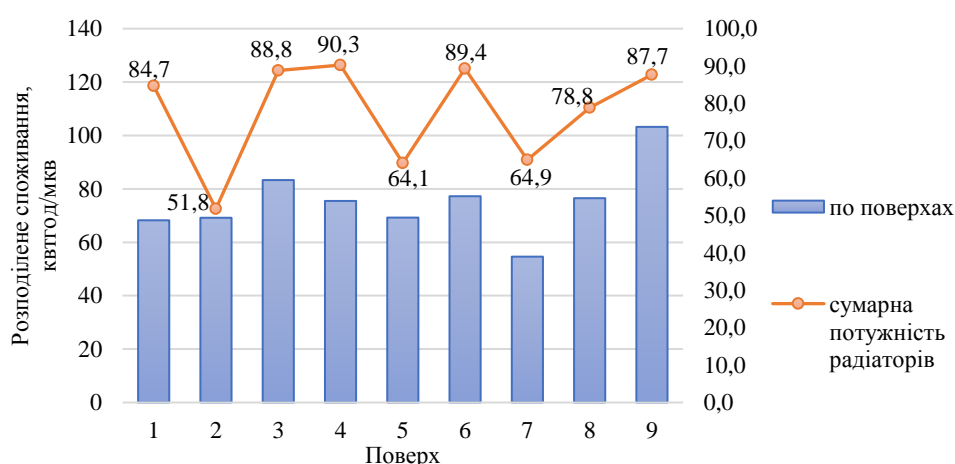


Рисунок 8 - Величини розподіленого споживання теплової енергії в кВтгод/мкв та встановленої потужності радіаторів по поверхах, кВт

Різниця у споживанні квартир на 2-8 поверхах має бути несуттєва у ситуації відсутності індивідуального регулювання споживанням, в даній ситуації наявні різниці більше 15 %, що, ймовірно, можна інтерпретувати як вплив контролю за споживанням.

Порівняння показів по стояках

Будівлю було умовно розділено по вертикальних стояках однакових за площею і формою квартир, для аналізу характеру різниці показників розподільного обліку в горизонтальній площині. Схема нумерації стояків квартир будинку показана на рис.9. Для аналізу використовувались сумарні питомі на площу покази розподільвачів, для виявлення впливу розташування квартир в горизонтальній площині на розподіл споживання.

Під час порівняння споживання по стояках квартир, рис.10, виявлено збільшене споживання квартир з суттєвою площею зовнішніх огорожувальних конструкцій (кутові квартири, чи квартири, що виходять на два фасади).

На рисунку 11 помаранчевим кольором виділені квартири з вищим споживанням теплової енергії, основна риса даних квартир – більша площа зовнішніх огорожувальних конструкцій через особливості розташування приміщень і архітектурної форми будівлі, здебільшого це кутові приміщення.

Відповідно до Методики [6] для кутових приміщень та приміщень на останньому і першому поверсі, і над проїздами наявні поправкові коефіцієнти, що знижують частку споживання даних квартир відповідно до розташування. В подальших дослідженнях буде більш деталізовано проаналізовано і розкрито вплив розташування приміщень у будівлі та обгрунтованість введення поправкових коефіцієнтів.

Висновок

У даній роботі було виконано первинний аналіз показів з системи розподільного обліку споживання енергії на опалення багатоквартирного будинку. Однією з переваг розглянутої системи обліку у порівнянні з іншими існуючими є розподілений контроль споживання енергії на опалення окремих приміщень та приладів опалення.

Виконано групування приміщень за основними типами для дослідження припущень щодо впливу розташування приміщень. Також досліджено потенційний вплив повномасштабного вторгнення рф на споживання теплової енергії, виявлено, що майже половина квартир, що задіяні в системі розподільного обліку знизила своє споживання за березень 2022 року на 50-100%, у порівнянні з показниками за березень 2021 року, без явних безпосередніх потреб у регулюванні (середні температури зовнішнього повітря за опалювальні сезони відрізнялись на 0,1 градус Цельсія).

Виявлено потенційну залежність споживання від конструкційних факторів розташування приміщень.

Система розподільного обліку ніяким чином не враховує вплив споживачів з індивідуальним опаленням, тому є потреба у в першу чергу вдосконаленні методичних вказівок з організації системи розподільного обліку в частині забезпечення включення та відслідковування споживання теплової енергії споживачів з індивідуальним опаленням в спільну систему контролю споживання.

Найявний потенціал в подальшому дослідженні проблематики, зокрема, дослідження апаратного та методичного аспектів функціонування приладів-розподільовачів.

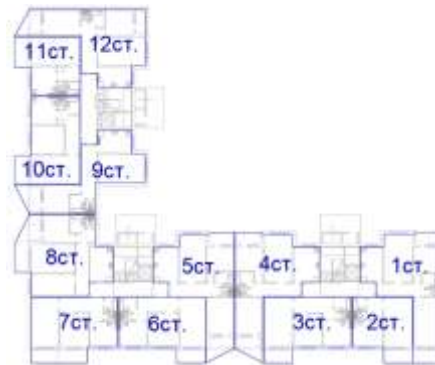


Рисунок 9 - Умовна схема нумерації стояків квартир будинку

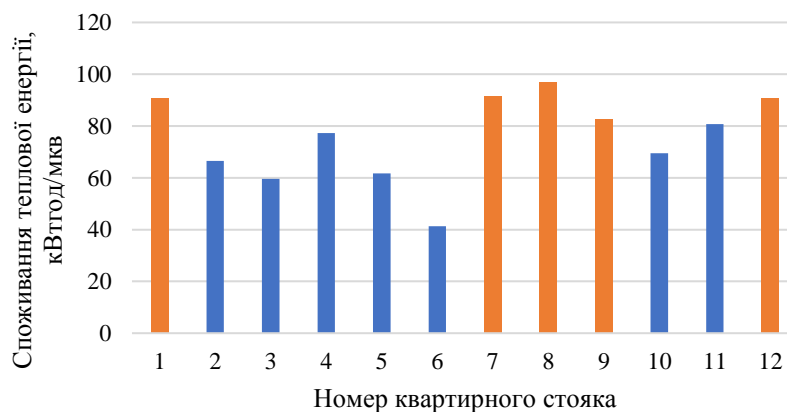


Рисунок 10 - Розподілене споживання по стояках квартир

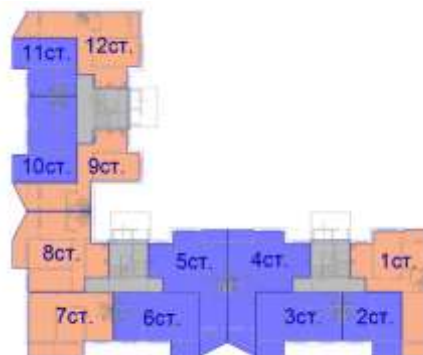


Рисунок 11 - Умовне зображення квартир з суттєвою площею зовнішніх огорожувальних конструкцій на плані будівлі, сірий колір – неопалювальні площі МЗК

Y. Mykyta¹, Ph. D. student, ORCID 0000-0001-6698-7555

V. Deshko¹, Dr. Sc. (Eng.), Prof., ORCID 0000-0002-8218-3933

¹National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

APPLICATION OF HEAT ENERGY ACCOUNTING DEVICES: PRIMARY ANALYSIS OF DATA

This article presents the primary analysis of data from the distribution accounting system of an apartment building, displays of individual groups of distributors, made a comparison between groups of consumers to identify factors affecting the accuracy of distribution, and formulated the main theses of further research. As part of the analysis, data from the distribution devices of the thermal energy distribution accounting system for heating an apartment building in Bila Tserkva were used. The distributed consumption of apartments and the indirect effect of the full-scale invasion of the Russian Federation on the behavior of heating consumers regarding the individual regulation of heat energy consumption for heating were analyzed. The possible influence of the location of the premises in relation to the number of floors on the level of heating consumption was also analyzed. For the analysis, the collected readings from the distributors were used in the primary form, and interpreted in the distributed form as the distributed energy consumption for space heating, as well as the specific distributed consumption for comparison between apartments without the influence of the difference in area. The grouping of premises was carried out by apartment, by floor, by apartment risers, and the general household energy consumption for heating. During the analysis of the process of interpretation of the displays, it was found that the consumption of apartments with individual heating systems was not taken into account, as a result of which it is impossible to sufficiently draw conclusions about the behavior of consumers regarding heating regulation. Further research is needed to clarify the values of the correction coefficients when interpreting the readings, in general, to identify the feasibility of using some correction coefficients, to develop changes to the method of distribution accounting of heat energy for heating, to study the behavior of consumers at a given level of individual control of energy consumption.

Keywords: heat energy distributors, heating distribution accounting, individual regulation of consumption, individual accounting, heat energy flows.

References

1. Law of Ukraine "On Commercial Accounting of Thermal Energy and Water Supply" dated 06.22.2017 No. 2119-VIII (Text for printing). [Electronic resource. Access mode: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2119-19/print1504692425555062>].
2. Honcharov N.S. Accounting of thermal energy consumption in an apartment building using accounting devices: master diss./ N.S. Goncharov; Ministry of Education and Science of Ukraine, Igor Sikorsky NTUU "KPI". – Kyiv, 2020. www.ela.kpi.ua.
3. S. B. Protsenko, M. D. Kizeev, O. S. Novytska. Development of a methodology for the distribution of thermal energy costs for heating between consumers of an apartment building. Ventilation, lighting and gas supply. Issue 28. 2019.
4. Deshko V.I., Mykyta Y.O. Distribution accounting of thermal energy for heating apartment buildings: technical, methodical, behavioral aspects. Energy: economy, technologies, ecology. 2023. No. 4. P. 38-46.
5. <https://metra-su.cz/cs/produkt/elektronicky-indikator-topnych-nakladu-e-itn-30-s-integrovanym-radiovym-vysilacem>.
6. On the approval of the Methodology for distributing among consumers the volumes of utility services consumed in the building: Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine No. 315 of November 22, 2018. Registered with the Ministry of Justice of Ukraine on December 28, 2018 under No. 1502/32954. 29 p.
7. DBN V.2.5-67:2013 Heating, ventilation and air conditioning. View. officer Kyiv: State Regulations of Ukraine, 2013. 240 p.

Надійшла: 03.09.2024

Received: 03.09.2024