

УДК 697.1

Гончаров Н.С.

Кафедра теплотехніки та енергозбереження

ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПРИЛАДІВ-РОЗПОДІЛЮВАЧІВ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ У БАГАТОКВАРТИРНОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДИНКУ

АНОТАЦІЯ: Було досліджено енергоспоживання багатоквартирної будівлі, в якій протягом останніх двох років функціонують прилади-розподільвачі теплової енергії. Проведено розподіл теплової енергії між приміщеннями, згідно із діючим законодавством. Представлено фактичні та приведені до нормальних значення енергоспоживання. Проведено аналіз енергоспоживання до та після введення приладів-розподільвачів в експлуатацію.

Ключові слова: енергоспоживання, багатоквартирна будівля, прилади-розподільвачі

ABSTRACT: The energy consumption of an apartment building, in which thermal energy distributors have been operating for the last two years, was studied. The distribution of thermal energy between the premises was carried out in accordance with the current legislation. The actual and normalized values of energy consumption are presented. The analysis of energy consumption before and after the commissioning of switchgear was carried out.

Key words: energy consumption, apartment building, distributors

Вступ

На сьогоднішній день, важливим та актуальним є питання індивідуального (квартирного) обліку теплової енергії в багатоквартирних будинках із централізованим тепlopостачанням. В першу чергу, це обумовлюється постійним зростанням тарифів на централізоване опалення [1]. Населення є одним із основних споживачів теплової енергії в Україні. Кінцеве енергоспоживання домашніми господарствами у 2019 році складало 28,4% від загального. При цьому, за останні роки прослідковується тенденція до зменшення енергоспоживання в цьому секторі [2].

Важливим фактором у вирішенні питання енергодефіциту в країні є підвищення рівня енергоефективності, в тому числі будинків і споруд. Одним із завдань Енергетичної стратегії України до 2035 р. [3] є підвищення ефективності діючих систем централізованого тепlopостачання, а також очікується модернізація та вдосконалення систем обліку.

Один із важливих елементів, що стимулює населення ефективніше використовувати теплову енергію в помешканнях – засоби будинкового та індивідуального (квартирного) обліку тепла. На сьогоднішній день, більшість будинків в Україні (близько 77% [4]) вже оснащено загальнобудинковими засобами обліку тепла, однак ще чимало будівель отримують платіжки за тепло за тарифами, залежно від теплового навантаження будівлі, без урахування реального споживання. З індивідуальним (квартирним) обліком тепла ситуація більш складна. В більшості новобудов із горизонтальною системою опалення, квартирні лічильники тепла закладаються ще на етапі проектування. Однак, більш старі багатоквартирні будівлі (збудовані до 2000 р.) таких систем або не мають, або мешканці встановлюють їх за власний рахунок. Ще складніша ситуація в будинках із вертикальною системою опалення: за такої схеми необхідно встановлювати лічильники перед кожним опалювальним приладом, а також встановлювати концентратор, який узагальнює отримані дані.

Альтернативою до теплових лічильників виступають так звані прилади-розподільвачі теплової енергії. На відміну від лічильників тепла, вони обраховують не кількість спожитої енергії, а її частку від загального споживання для кожного опалювального приладу в будівлі. Також прилади-розподільвачі не вимагають втручання в інженерні системи будинку, вони встановлюються безпосередньо на поверхні опалювального приладу і можуть бути використані для будь-яких систем опалення.

Мета та завдання

Головною метою цієї роботи є аналіз енергоспоживання багатоквартирної будівлі, в якій працюють прилади-розподільовачі теплової енергії. Завдання полягає у виконанні розподілу теплової енергії, згідно із діючою в Україні Методикою розподілу теплової енергії [5], проведенні аналізу енергоспоживання та виявленні основних проблем, при використанні приладів-розподільовачів тепла.

Об'єкт дослідження

Об'єкт дослідження – 18-ти поверхова житлова будівля із вертикальною двотрубною системою опалення та одним під'їздом. Система опалення виконана за незалежною схемою – через теплообмінник в індивідуальному тепловому пункті з погодним регулюванням. Трубопроводи та обладнання теплопункту обладнані ізоляцією. Автоматичні балансувальні клапани, для забезпечення налаштування збалансованого споживання теплової енергії – відсутні. Починаючи із 2019 року в будівлі введено в експлуатацію прилади-розподільовачі теплової енергії. В опалювальний період 2019-2020 років приладами-розподільовачами було обладнано 76 квартир. Три квартири відмовлялися від монтажу приладів, а в одній квартирі працює індивідуальна система опалення. На початок опалювального сезону 2020-2021 років приладами-розподільовачами були обладнані вже 78 квартир. Основні показники об'єкту наведені в таблиці 1. Типовий поверх будівлі зображено на рисунку 1.

Таблиця 1 – Основні показники житлового будинку

Найменування	Одиниці	Значення
Кількість поверхів	пов.	18
Рік вводу в експлуатацію	рік	2000
Загальна опалювальна площа приміщень	м ²	6966,53
Кількість квартир	кв.	80
Приблизна кількість мешканців	люд.	240
Загальна теплове навантаження на опалення	Гкал/год	0,377
Загальна кількість опалювальних приладів	шт.	340
Кількість стояків системи опалення	шт.	23

На одному поверсі будівлі знаходиться 5 квартир: однокімнатні – 1 шт., двокімнатні – 2 шт., трикімнатні – 1 шт., чотирикімнатні – 1 шт. На опалювальних приладах в квартирах та частині МЗК встановлено прилади-розподільовачі тепла фірми APTOR METRA, модель E-ITN 30. Дані з приладів-розподільовачів, за допомогою радіомодуля, передаються до концентраторів, розташованих, в даній будівлі, між шахтами ліфтів. Дані з концентраторів, через мережу інтернет, передаються до компанії, що надає послуги з їх обробки та розраховує обсяги нарахувань за спожите тепло мешканцями. Через невелике розташування концентраторів в даному будинку, шахти ліфтів створюють перешкоди для сигналу від приладів-розподільовачів до концентраторів, тому частину показань доводиться зчитувати за допомогою спеціального мобільного зчитуючого пристрою RFU-40, який передає дані на мобільний додаток у вигляді зашифрованого файлу, який можна розшифрувати, використовуючи відповідне програмне забезпечення.

Для аналізу було надано дані про споживання тепла будівлею за останні три роки. Графік фактичного споживання тепла зображено на рисунку 2.

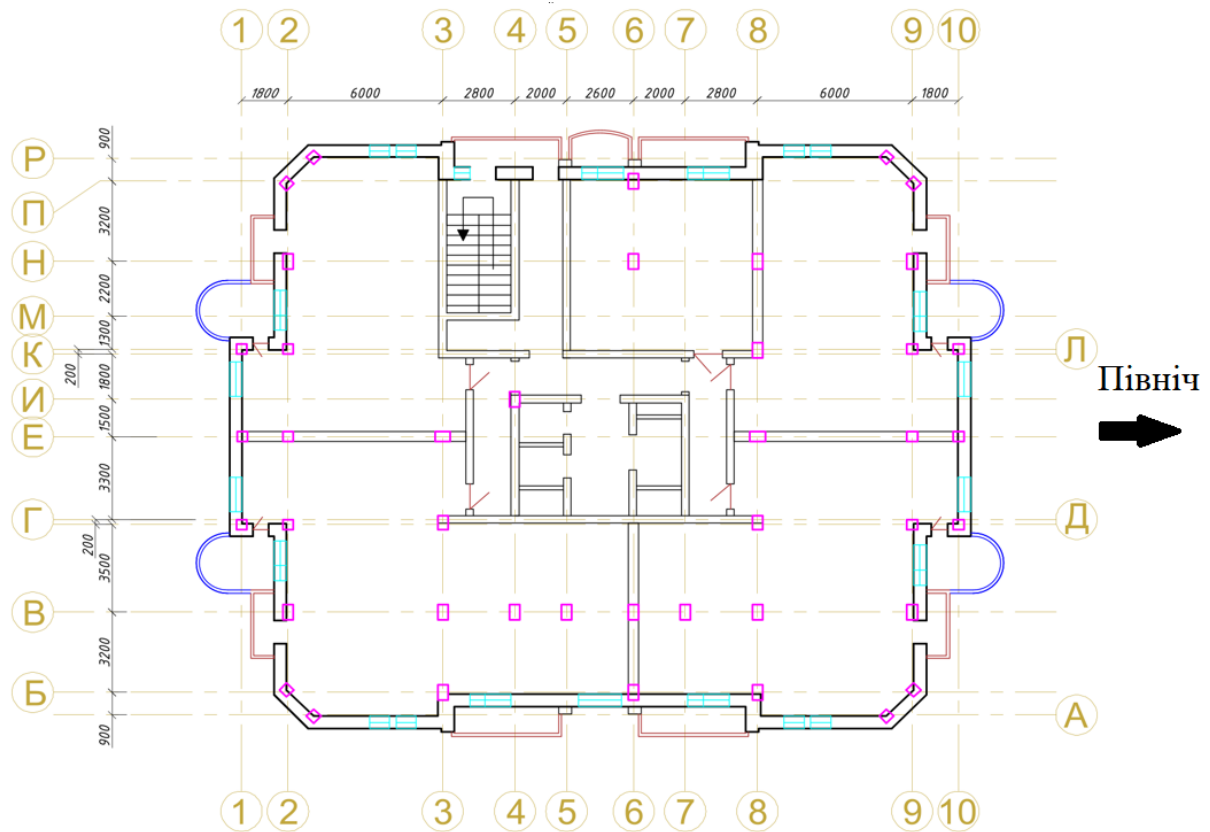


Рисунок 1 – Типовий поверх будівлі

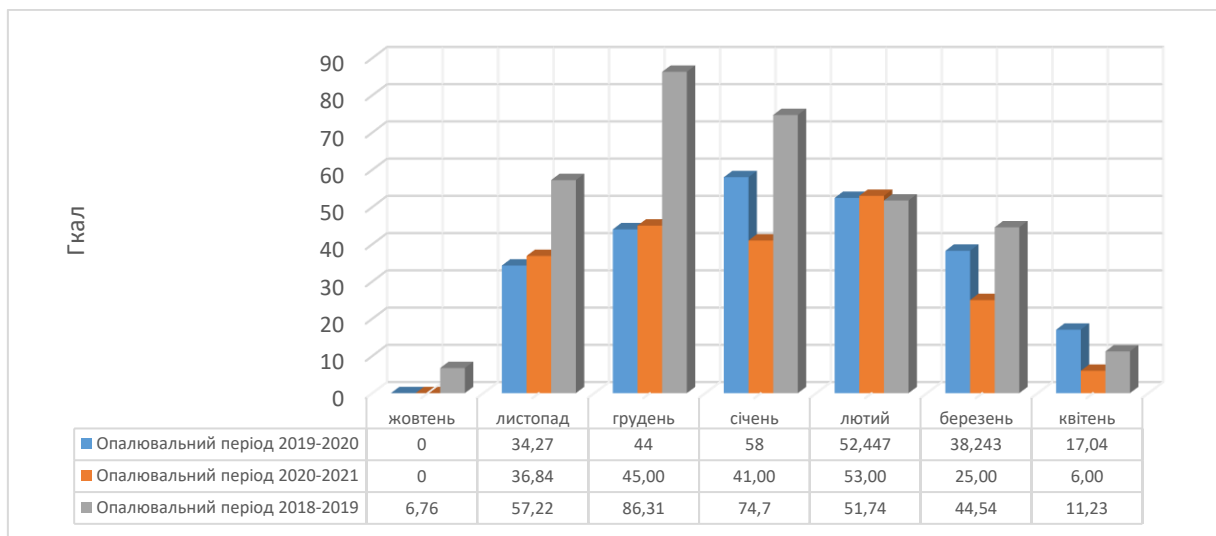


Рисунок 2 – Дані про фактичне споживання теплової енергії будівлею

Методика розподілу

Розподіл теплової енергії між приміщеннями, при використанні приладів-розподільовачів, виконується згідно із прийнятою Методикою [5]. За цією Методикою, питомий обсяг спожитої теплової енергії на опалення, визначений на одиницю вимірювання приладів-розподільовачів теплової енергії ($q_N^{\text{пр-роз}}$), розраховується за формулою:

$$q_N^{\text{пр-роз}} = Q_{\text{max пр.г}}^{\text{пр-роз}} / N_{\text{max пр.г}}, \text{ Гкал/од. вим. (1),}$$

де $Q_{\text{max пр.г}}^{\text{пр-роз}}$ – обсяг спожитої теплової енергії у приміщенні з найбільшою сумою показань приладів-розподільовачів теплової енергії, що припадає на один метр квадратний

його площі серед g -их приміщень, Гкал;

$N_{\max \text{ пр.}g}$ – найбільша серед g -их опалюваних приміщень, оснащених приладами-розподільниками теплової енергії, сума показань приладів-розподільників теплової енергії, визначена на один метр квадратний серед відповідних їм площ (у застосовуваних для них одиницях вимірювання, які співвідносяться з потужністю опалювального приладу, різницею між середньою температурою його поверхні та температурою повітря в приміщенні), одиниця вимірювання.

Обсяг спожитої теплової енергії у g -му опалюваному приміщенні, оснащеному приладами-розподільниками теплової енергії ($Q_{\text{пр.}g}^{\text{пр-роз}}$), розраховується за формулою:

$$Q_{\text{пр.}g}^{\text{пр-роз}} = q_N^{\text{пр-роз}} \cdot N_{\text{пр.}g}, \text{ Гкал}, (2),$$

де $N_{\text{пр.}g}$ – сума показань приладів-розподільників теплової енергії у g -му опалюваному приміщенні, опалювальні прилади якого оснащені приладами-розподільниками теплової енергії (у застосовуваних для них одиницях вимірювання, які співвідносяться з потужністю опалювального приладу, різницею між середньою температурою його поверхні та температурою повітря в приміщенні), одиниця вимірювання.

За рішенням мешканців будівлі, було прийнято рішення розраховувати споживання i -го радіатора, оснащеного приладом-розподільником теплової енергії ($q_i^{\text{пр-роз}}$), за розрахунковий період за наступною формулою:

$$q_i^{\text{пр-роз}} = N_i \cdot L_i \cdot P_i \cdot K_i, \text{ Гкал} \times \text{у.о.}, (3)$$

де N_i – кількість умовних одиниць на розподільвачі, що встановлено на i -му радіаторі за розрахунковий період, у.о.;

L_i – кількість секцій i -го радіатору, шт;

P_i – питома потужність i -го радіатору, Гкал, приймається за паспортними даними радіатора;

K_i – поправковий коефіцієнт, в залежності від розташування приміщення в будівлі.

Поправкові коефіцієнти розташування приміщень застосовуються відповідно до таблиці 2:

Таблиця 2 – Поправкові коефіцієнти для розподілу обсягу спожитої теплової енергії на опалення між окремими споживачами

Поверх	Поправковий коефіцієнт	
	кутової квартири (приміщення)	рядової квартири (приміщення)
Перший над неопалюваними приміщеннями	0,8	0,9
Перший над опалюваними приміщеннями	0,9	1
Середній	0,9	1
Середній над аркою або проїздом	0,9	0,9
Останній	0,8	0,9

Мешканцями будівлі було прийнято рішення відмовитись від використання цих коефіцієнтів.

Кінцеве споживання i -го радіатору (q_i) визначається за формулою:

$$q_i = \frac{Q_{\text{пр-роз}}}{\sum_i q_i^{\text{пр-роз}}} \cdot q_i^{\text{пр-роз}}, \text{ Гкал}, (4),$$

де $Q_{\text{пр-роз}}$ – кількість теплової енергії, що розподіляється між приладами-розподільниками теплової енергії, Гкал;

$\sum_i q_{\text{пр-роз}}^i$ – сумарне споживання всіх приладів, розрахованих за формулою (3), Гкал×у.о.

Згідно із Методикою, мінімальна частка середнього питомого споживання теплової енергії дорівнює 40-50% від середнього питомого споживання теплової енергії на опалення ($q_{\text{min}}^{\text{оп}}$), тобто:

$$q_{\text{min}}^{\text{оп}} = (0,4 \div 0,5) \cdot q^{\text{оп}}, \text{ Гкал/м}^2, (5),$$

де $q^{\text{оп}}$ – розподілене питома споживання теплової енергії для споживачів, приміщення яких оснащені вузлами розподільного обліку. Для даної будівлі значення $q_{\text{min}}^{\text{оп}}$ було прийнято на рівні 40% від $q^{\text{оп}}$.

У кожному розрахунковому періоді, протягом опалювального періоду, перевіряється дотримання вимоги щодо мінімального споживання теплової енергії в опалюваних приміщеннях. У разі недотримання цієї вимоги опалюваному приміщенню дораховується обсяг теплової енергії ($Q_{\text{пр.g}}^{\text{дон}}$) за формулою:

$$Q_{\text{пр.g}}^{\text{дон}} = (q_{\text{min}}^{\text{оп}} - Q_{\text{пр.g}}^{\text{пр-роз}}/S_{\text{пр.g}}) \cdot S_{\text{пр.g}}, \text{ Гкал, якщо } Q_{\text{пр.g}}^{\text{пр-роз}}/S_{\text{пр.g}} < q_{\text{min}}^{\text{оп}}, (6),$$

де $S_{\text{пр.g}}$ – площа g-их опалюваних приміщень, оснащених приладами-розподільниками теплової енергії, м².

При прийнятому способі розподілу теплової енергії, виникає ефект, коли, внаслідок донарахування, сумарна кількість розподіленої теплової енергії перевищує ту, що була спожита фактично. Обсяг надлишкової теплової енергії ($Q_{\text{пр.g}}^{\text{знят}}$) пропонується знімати з тих приміщень, де донарахування не проводилось, пропорційно площі цих приміщень, за формулою:

$$Q_{\text{пр.g}}^{\text{знят}} = - \sum_g Q_{\text{пр.g}}^{\text{дон}} / \sum_g S_{\text{пр.g}}^{\text{знят}} \cdot S_{\text{пр.g}}^{\text{знят}}, \text{ Гкал, якщо } Q_{\text{пр.g}}^{\text{пр-роз}}/S_{\text{пр.g}} > q_{\text{min}}^{\text{оп}}, (7),$$

де $\sum_g Q_{\text{пр.g}}^{\text{дон}}$ – загальна кількість донарахованого обсягу теплової енергії, в приміщеннях, обладнаних приладами-розподільниками, Гкал;

$\sum_g S_{\text{пр.g}}^{\text{знят}}$ – сумарна площа приміщень, оснащених приладами-розподільниками, де необхідно провести зняття, м²;

$S_{\text{пр.g}}^{\text{знят}}$ – площа приміщення, оснащеного приладами-розподільниками, де необхідно провести зняття, м².

Матеріали і результати досліджень

На рисунку 3 приведено порівняння загальнобудинкового споживання теплової енергії за останні опалювальні сезони. На рисунку 4 показано річне споживання тепла окремими поверхами, згідно із результатами розподілу. Споживання тепла приведено до нормального (Q_n) за наступною формулою:

$$Q_n = Q_f \cdot \frac{\Gamma D_n}{\Gamma D_f}, \text{ Гкал, (8),}$$

де Q_f – фактичне споживання тепла в поточному місяці, Гкал;

ΓD_n – нормальна кількість градусо-днів, розрахована для кожного місяця, при умові, що внутрішня температура приміщень рівна 20°C;

ΓD_f – фактична кількість градусо-днів, розрахована для кожного місяця, при умові, що внутрішня температура приміщень рівна 20°C.

На рисунках 5 та 6 представлено порівняння даних розподілу фактичної кількості теплової енергії за Методикою та за площею.

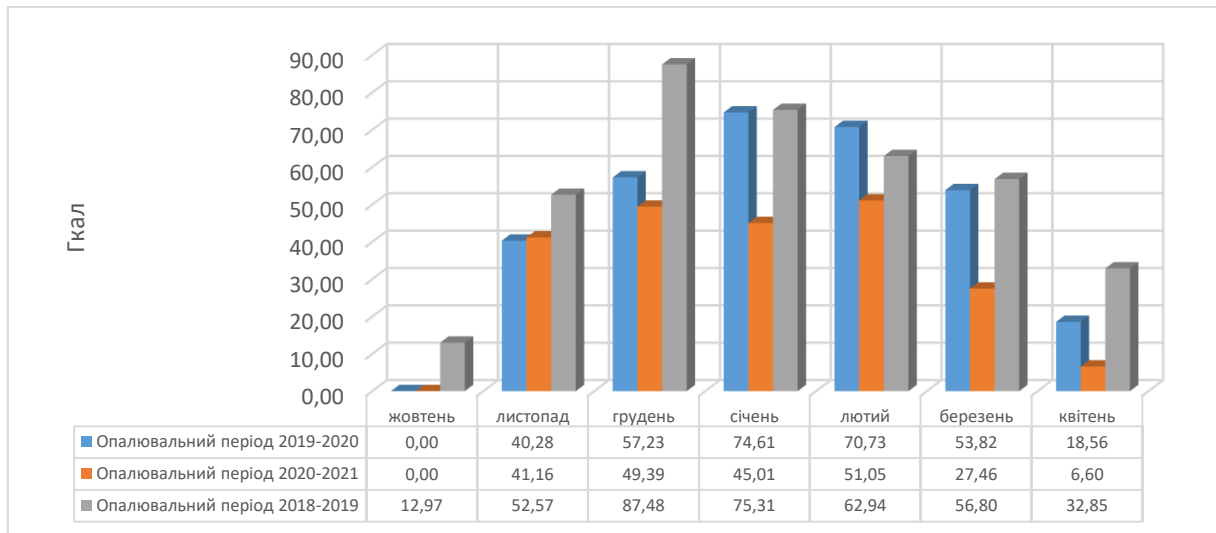


Рисунок 3 – Приведене до нормального споживання теплової енергії будівлею

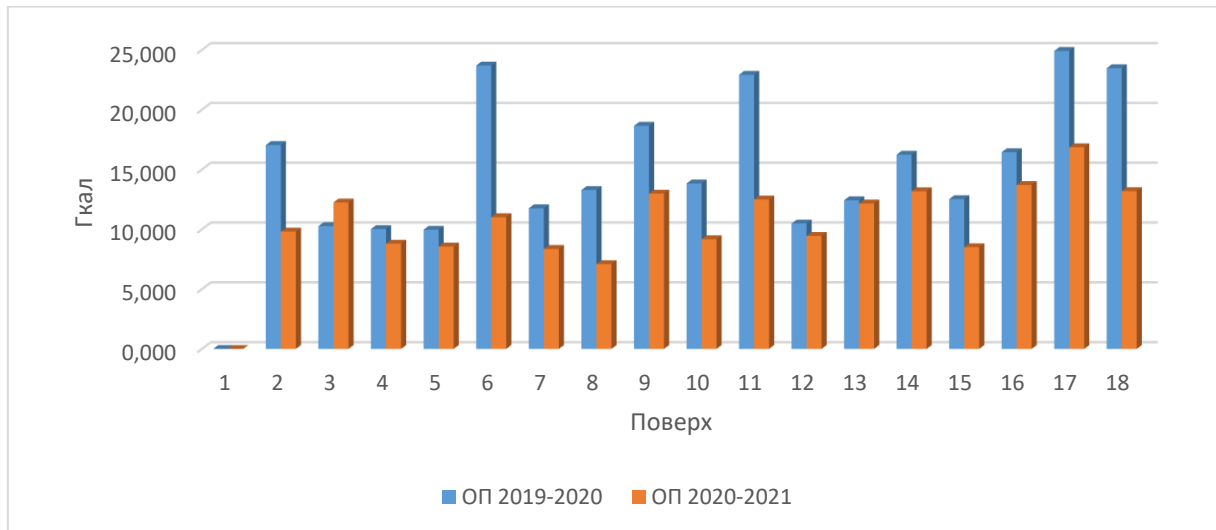


Рисунок 4 – Приведене до нормального річне споживання тепла окремими поверхами

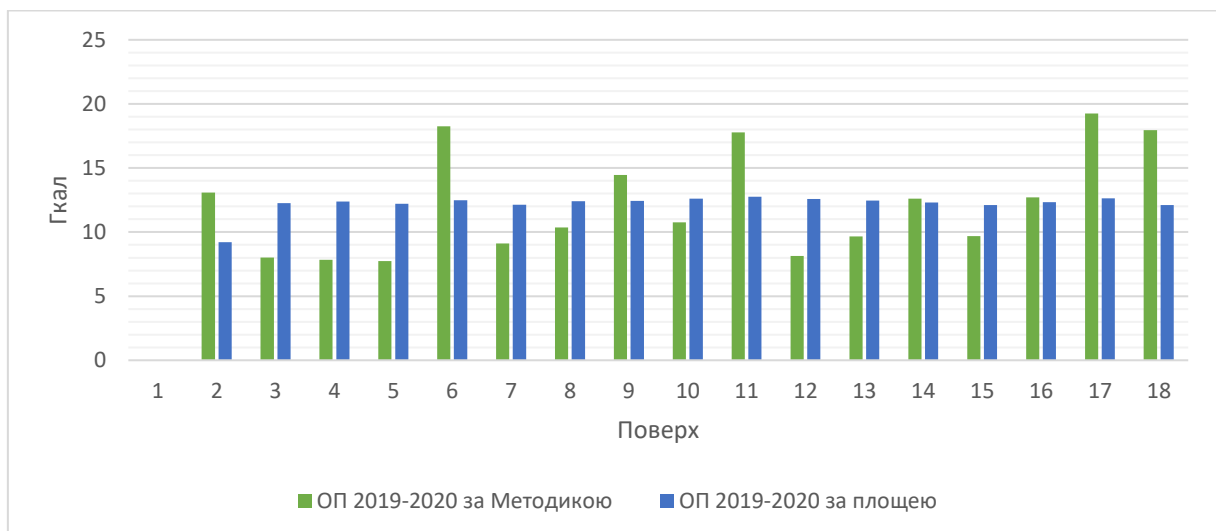


Рисунок 5 – Порівняння розподілу тепла за Методикою та за площею, для опалювального періоду 2019-2020 років

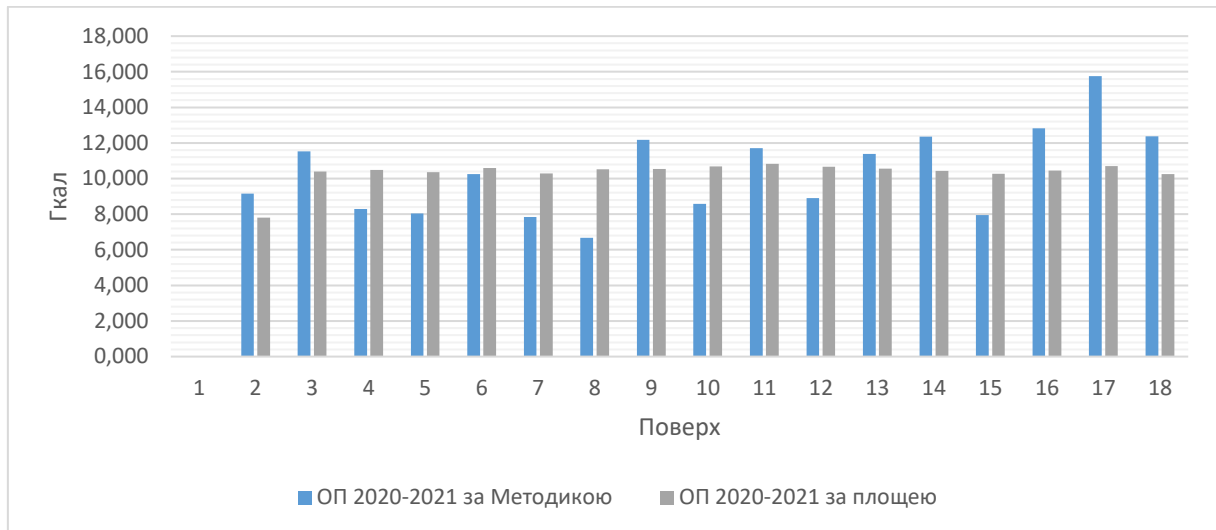


Рисунок 6 – Порівняння розподілу тепла за Методикою та за площею, для опалювального періоду 2020-2021 років

При порівнянні даних про річне споживання теплової енергії, приведеного до нормального, отримали наступне: за опалювальний сезон 2019-2020 років (перший рік вводу в експлуатацію приладів-розподільовачів), економія теплової енергії складала 17%, порівняно із опалювальним сезоном 2018-2019 років. Економія енергії, за опалювальний сезон 2020-2021 років, складає 42%, порівняно із опалювальним сезоном 2018-2019 років, та 15%, порівняно із опалювальним сезоном 2019-2020 років.

При порівнянні графіків розподілу теплової енергії за поверхами, можна побачити, що в другий рік роботи приладів-розподільовачів споживання тепла стало більш рівномірним, а піки споживання менш вираженими. Тим не менше, в обидва роки спостерігається збільшене споживання тепла на 9-му, 11-му, 17-му та 18-му поверсі. Причиною цього може бути як регулювання з боку мешканців будівлі, так і помилки в роботі приладів-розподільовачів: наприклад, в деяких приміщеннях присутні загородження перед опалювальними приладами, які призводять до підвищення температури повітря поблизу датчика приладу-розподільовача, що може призводити до завищення його показань. Підвищене споживання енергії, особливо на 18-му поверсі, може бути частково згладжене введенням поправкових коефіцієнтів. Також слід брати до уваги той факт, що знижене енергоспоживання, в деяких квартирах, є результатом відсутності в них мешканців протягом тривалого часу, згідно з інформацією від голови управління даного будинку.

Висновки

Узагальнюючи отримані дані, можна сказати, що, маючи уяву про реальне споживання теплової енергії квартирами, мешканці більш активно регулюють температуру в своїй приміщеннях, що призводить до економії теплової енергії та підвищення енергоефективності будівлі в цілому. Це говорить про доцільність використання приладів-розподільовачів теплової енергії в будівлях, де використання традиційних квартирних лічильників тепла є економічно невигідним або технічно складним процесом. Особливо актуально це для будинків із вертикальною системою опалення.

Однак точність розподілу, при використанні приладів-розподільовачів, не може бути досконально перевірена і залежить від багатьох факторів, в першу чергу від правильного виконання їх монтажу на опалювальних приладах та умов експлуатації впродовж опалювального сезону.

Список використаної літератури

1. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕП, Регулятор). URI: <https://www.nerc.gov.ua/> (дата звернення 25.04.2021).
2. Державна служба статистики України. URI: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 25.04.2021).
3. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р. 66 с.
4. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. *Фонд енергоефективності. Квітень 2018 року*. URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/docs/1_Zubko.pdf (дата звернення 25.04.2021).
5. Про затвердження Методики розподілу між споживачами обсягів спожитих у будівлі комунальних послуг: Наказ міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України №315 від 22 листопада 2018. Зареєстрована у Міністерстві юстиції України 28 грудня 2018 року за № 1502/32954. 29 с.