



Проект UNDP – GEF:  
«Усунення бар'єрів для сприяння інвестиціям в енергоефективність  
громадських будівель в малих і середніх містах України  
шляхом застосування механізму ЕСКО».



# Базовий рівень споживання енергії громадськими будівлями. Роль базового рівня при проведенні енергетичної оцінки будівель та застосуванні механізму ЕСКО

# ЗМІСТ

ТЕРМІНОЛОГІЯ .....	3
АНОТАЦІЯ .....	7
ВСТУП .....	8
<b>РОЗДІЛ 1.</b>	
<b>Оцінка огорожувальних конструкцій та інженерних систем громадських будівель .....</b>	<b>11</b>
1.1 Огорожувальні конструкції будівель .....	11
1.2 Системи опалення .....	17
1.3 Системи вентиляції .....	18
1.4 Системи гарячого водопостачання .....	19
<b>РОЗДІЛ 2.</b>	
<b>Забезпечення метеорологічних та санітарно-гігієнічних умов у громадських будівлях .....</b>	<b>20</b>
2.1 Нормативи забезпечення метеорологічних та санітарно-гігієнічних умов .....	21
2.2 Оцінка забезпечення температурного режиму у приміщеннях громадських будівель .....	25
2.3 Оцінка забезпечення повітрообміну у приміщеннях громадських будівель .....	26
2.4 Оцінка забезпечення у громадських будівлях нормативів гарячого водопостачання .....	31
2.5 Висновки щодо забезпечення метеорологічних та санітарно-гігієнічних умов .....	33
<b>РОЗДІЛ 3.</b>	
<b>Оцінка рівня споживання енергії та структури енергоспоживання громадських будівель за існуючих умов та у відповідності до діючих нормативів та погодженого рівня комфорту .....</b>	<b>35</b>
<b>РОЗДІЛ 4.</b>	
<b>Загальний аналіз методології проведення енергетичної оцінки будівель .....</b>	<b>41</b>
<b>РОЗДІЛ 5.</b>	
<b>Комплексна оцінка факторів, що впливають на формування та встановлення базового рівня споживання енергії громадськими будівлями та ролі базового рівня при проведенні енергетичної оцінки будівель та при застосуванні механізму ЕСКО .....</b>	<b>47</b>

## ТЕРМІНОЛОГІЯ\*

### За матеріалами Директиви 2010/31/ЄС «Про енергетичну ефективність будівель»

Будівля	Покрита дахом споруда, що має стіни, енергія в якій використовується для формування клімату в приміщенні
Енергетична ефективність будівлі	Кількість розрахованої або виміряної енергії, що необхідна для задоволення потреби в енергії, пов'язаної із звичайним використанням будівлі, що може серед іншого включати енергію для опалення, охолодження, вентиляції, нагрівання води та освітлення
Сертифікат енергетичної ефективності	Сертифікат, в якому зазначається енергетична ефективність будівлі або його частини, розрахована відповідно до (затвердженої) методології.
Технічні установки будівлі	Технічне обладнання, призначене для опалення, охолодження, вентиляції, нагрівання води або освітлення будівлі або її частини чи для комбінації цих функцій (інженерні системи будівлі).

### За матеріалами Директиви 2012/27/ЄС «Про енергоефективність»

Енергія	Всі форми енергетичних продуктів, паливо, тепло, відновлювана енергія, електроенергія та будь-які інші форми енергії ...
Первинне енергоспоживання	Валове внутрішнє споживання за винятком споживання не в енергетичних цілях.
Кінцеве енергоспоживання	Вся енергія, поставлена до промисловості, домогосподарствам, сфері послуг і сільському господарству. Кінцеве енергоспоживання не включає постачання до сектору перетворення енергії та до самих галузей енергетики.
Енергоефективність	Співвідношення між роботою, послугами, товарами або енергією на виході та енергією на вході.
Енергозбереження	Обсяг зекономленої енергії, визначений шляхом вимірювання та (або) оцінювання споживання до та після реалізації заходу з покращення енергоефективності, з одночасним врахуванням нормалізації зовнішніх умов, які впливають на споживання енергії.
Покращення енергоефективності	Підвищення ефективності енергоспоживання в результаті технологічних, поведінкових і (або) економічних змін.
Енергетична послуга (послуга енергетичного сервісу – укр)	Матеріальна вигода, послуга або товар, що є результатом комбінації енергії з енергоефективною технологією та (або) заходом, який може включати дії, обслуговування і контроль, необхідні для постачання послуги, що надається на підставі договору та за звичайних умов може підтвердити покращення енергоефективності або економію первинної енергії, які можуть бути перевірені та виміряні або оцінені.

Система енергетичного менеджменту	Комплекс взаємопов'язаних або взаємодіючих елементів плану, в якому поставлено мету щодо енергоефективності та визначено стратегію її досягнення.
Кінцевий споживач	Фізична або юридична особа, яка купує енергію для власного кінцевого споживання.
Надавач енергетичних послуг	Фізична або юридична особа, яка надає енергетичні послуги або впроваджує інші заходи з покращення енергоефективності на об'єкті або у приміщенні кінцевого споживача (енергосервісна компанія – укр).
Енергетичний аудит	Систематична процедура, що проводиться з метою отримання належного розуміння стану існуючого профілю з енергоспоживання будівлі чи групи будівель, промислового або комерційного об'єкту чи установки у приватній чи державній установі шляхом визначення та кількісної оцінки економічно доцільних можливостей енергозбереження, а також подання звіту про висновки.

---

#### За матеріалами Закону України «Про енергетичну ефективність будівель»

---

Будівля	Різновид наземної споруди, пов'язаної фундаментом із землею (ґрунтом), що складається з несучих та огорожувальних сполучених (несучо-огорожувальних) конструкцій, які утворюють приміщення, інженерних систем, та в якій використовується енергія з метою створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей.
Клас енергетичної ефективності будівлі	Розрахунковий рівень енергетичної ефективності будівлі або її відокремлених частин, визначений за інтервалом значень показників енергетичної ефективності, що встановлюються відповідно до вимог законодавства з урахуванням гармонізованих стандартів ЄС у сфері енергоефективності будівель.
Інженерні системи	Технічне обладнання будівлі, житлових та нежитлових приміщень, призначене для опалення, охолодження кондиціонування, вентиляції, постачання гарячої води, освітлення будівлі чи для поєднання цих функцій.
Термомодернізація будівель	Комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівель на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального чи поточного ремонту будівель або робіт, які не потребують документів, що дають право на їх виконання, та після закінчення яких об'єкт не підлягає прийняттю в експлуатацію.

---

#### За матеріалами ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель»

---

Енергетична ефективність будівлі	Властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі при нормативно допустимому (оптимальному) рівні витрат енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов.
----------------------------------	--

Енергетичні характеристики будівлі	Розрахована та/або виміряна кількість енергії, яка необхідна для задоволення попиту на енергію за типових умов використання будівлі, що включає енергію, яка використовується для опалення, охолодження, гарячого водопостачання, кондиціонування, вентиляції та освітлення.
Клас енергетичної ефективності будівлі	Визначений рівень енергетичної ефективності за інтервалом значень енергетичних характеристик будівлі, які встановлюються відповідно до вимог цих норм.
Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівлі	Мінімальні значення показників, що характеризують здатність будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання ... забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі задоволення побутових потреб людини та створення оптимальних мікрокліматичних умов для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі.
Огороджувальні конструкції	Будівельні конструкції, що створюють теплоізоляційну оболонку для збереження теплоти для опалення та/або охолодження приміщень, захисту від кліматичних впливів, поділу будинку на відокремлені частини або приміщення з різними температурними та вологісними умовами експлуатації.
Теплова оболонка будинку	Система огороджувальних конструкцій будинку, що забезпечує збереження теплоти для опалення та/або охолодження приміщень
Термомодернізація будівлі	Комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій будівлі, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівлі на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель, що здійснюються під час виконання робіт з реконструкції, капітального ремонту.
Питома енергопотреба	Показник енергетичної ефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної (кондиціонованої) площі або об'єму будинку.

#### За матеріалами ДСТУ ISO 50002:2016

#### «Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення»

Енергетичний аудит	Систематизований аналіз використання енергії та споживання енергії у межах, визначених характером та обсягом робіт з енергетичного аудиту, з метою визначення, кількісного вираження та підготовки звіту про можливість підвищення рівня досягнутої/досяжної енергоефективності.
Використання енергії	Спосіб або вид практичного застосування енергії (вентиляція, освітлення, опалення, ...)
Споживання енергії	Кількість використаних (спожитих) енергоресурсів.
Енергетичний баланс	Розрахунок обсягів вхідних енергоресурсів та порівняння їх з обсягами вихідних енергоресурсів, отриманих з обсягів споживання енергії на рівні кінцевого використання енергії.

Енергетична ефективність	Співвідношення (коефіцієнт) або інший кількісний взаємозв'язок між отриманим результатом (вихідний показник), тобто між виконаною роботою, наданням послуг, виробленими товарами чи енергією і вхідним показником, тобто вхідним рівнем енерговитрат.
Рівень досягнутої/досяжної енергоефективності	Вимірювані результати, пов'язані з енергетичною ефективністю, використанням енергії та споживанням енергії.
Показник (індикатор) енергоефективності (ПЕЕ)	Кількісне значення чи міра рівня досягнутої/досяжної енергоефективності, що їх визначає організація-замовник (може бути представлено простою метричною одиницею, співвідношенням або у вигляді більш складної моделі)..

---

**За матеріалами Закону України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації»**

---

Базовий рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів	Усереднене значення обсягів річного споживання паливно-енергетичних ресурсів ... об'єктом енергосервісу .... Усереднених за три роки, що передують року, в якому здійснюється публічна закупівля енергосервісу.
Енергосервіс	Комплекс технічних та організаційних енергозберігаючих (енергоефективних) та інших заходів, спрямованих на скорочення замовником енергосервісу споживання та/або витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів ... порівняно із споживанням (витратами) за відсутності таких заходів.
Енергосервісний договір	Договір, предметом якого є здійснення енергосервісу виконавцем енергосервісу, оплата якого здійснюється за рахунок досягнутого в результаті здійснення енергосервісу скорочення споживання та/або витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів ... порівняно із споживанням (витратами) за відсутності таких заходів.

\* Приведений відносно великий перелік термінів, що часом виходять за рамки дослідження, що проводиться. Деякі терміни мають різні визначення за різними джерелами, наприклад «будівля», «енергетична ефективність будівлі» та інші . Відносно широкий перелік термінів та джерел їх визначення пояснюється важливістю застосування адекватної та логічної термінології для впровадження ідеології досягнення показників енергетичної ефективності.

## АНОТАЦІЯ

Близько 40% енергетичних ресурсів в Україні споживають будівлі, в тому числі громадські будівлі – школи, дитячі садки, лікарні, державні установи, заклади культури. Потенціал енергозбереження будівель становить 50-60%. Характерною особливістю громадських будівель є те, що крім високих витрат енергії громадські будівлі мають недостатньо високий рівень мікроклімату та санітарно-гігієнічних умов.

В Україні прийнятий Закон «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації». Закон передбачає запровадження енергосервісних договорів – договорів з фінансуванням з фактичної економії енергоресурсів. Цей звіт присвячений проблемі формування «базового рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів», що є базою порівняння для визначення розрахункової економії енергії – джерела фінансування впровадження термомодернізації будівель. Особливість та складність проблеми полягає в тому, що підвищення енергоефективності будівель має забезпечити скорочення споживання паливно-енергетичних ресурсів при одночасному підвищенні рівня комфорту у приміщеннях.

Згідно згаданого вище Закону базовий рівень споживання ПЕР має прийматись, як фактичне споживання ПЕР усереднене за три роки, що передують року, з якого починає діяти енергосервісний договір. Такий порядок визначення базового рівня не враховує багато факторів, серед яких головним є фактор забезпечення нормативних мікрокліматичних та гігієнічних вимог.

Метою дослідження є підтвердження факту, що у більшості громадських будівель не забезпечується оптимальний чи допустимий рівень комфорту, що суттєво знижує базовий рівень, що в свою чергу, негативно впливає на інвестиційну привабливість ЕСКО-договорів та не сприяє підвищенню рівня комфорту. Матеріали проведених досліджень базуються на виконаних енергетичних аудитах громадських будівель в Полтавській, Київській, Сумській, Чернівецькій та інших областях та АР Крим.

У матеріалах дослідження приведений аналіз діючих мікрокліматичних та гігієнічних вимог для громадських будівель. Проведений аналіз залежності споживання ПЕР будівлями від рівня забезпечення мікрокліматичних умов. Особлива увага приділена питанню забезпечення необхідного повітрообміну у будівлях, як фактору комфорту та важливого фактору впливу на споживання енергії

Особливою метою дослідження є надання аргументів на користь прийняття методології встановлення базового рівня споживання енергії будівлями, що базуються на розробці розрахункової (математичної) енергетичної моделі будівель, що передбачається діючими національними стандартами України.

Формування базового рівня споживання ПЕР пропонується розглядати виключно спільно з питанням проведення енергетичної оцінки та сертифікації будівель шляхом обов'язкової розробки розрахункової енергетичної моделі будівлі, що враховує всі фактори, що впливають на рівень комфорту у будівлях та на рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Розрахункова енергетична модель будівлі має розроблятися за результатами обов'язкового проведення енергетичного аудиту будівлі та стати основою для формування системи енергетичного менеджменту будівлі. Важливим є висновок про необхідність підвищеної уваги до питань нормування та забезпечення мікрокліматичних умов у громадських будівлях. Аналіз повітрообміну у будівлях має стати обов'язковим розділом енергетичних аудитів, що проводяться у громадських будівлях.

Парасочка С.О.

## ВСТУП

Україна – світовий лідер з енергоємності. Енергоємність України майже в 3 рази вища за середньосвітову. Близько 40% енергетичних ресурсів використовується на забезпечення нормативних метеорологічних та санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях. Потенціал енергозбереження будівель становить 50-60%. Загальновідомо, що тепловий захист будівель, зокрема громадських, не відповідає сучасним вимогам. Крім того, будівлі мають недосконалі системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Через скрутні економічні умови, низький рівень експлуатації та відсутність енергетичного менеджменту досить часто у громадських будівлях порушуються нормативи мікроклімату та сангієни.

Практично всі будівлі України потребують проведення термомодернізації.

Одним із найбільш вірогідних варіантів для залучення інвестицій у проведення термомодернізації громадських будівель є застосування механізму ЕСКО.

Інвестиційна привабливість енергосервісних договорів значною мірою залежить від того, наскільки адекватно і об'єктивно буде визначений базовий рівень споживання енергії.

Іншим важливим моментом є необхідність виключення ситуацій, при яких у будівлях з низьким рівнем комфорту і після проведення термомодернізації умови перебування людей у приміщеннях не покращаться.

Механізм ЕСКО бере свій початок від перфоменс-контрактингу, що почав запроваджуватись у Сполучених Штатах Америки в 70-х роках минулого століття. Перфоменс-контрактинг – це контракт з фінансуванням з фактичної економії.

Перфоменс-контрактинг став елементом глобальної економіки. Широкий розвиток перфоменс-контрактинг отримав у сфері енергетичної ефективності, бо в сучасному світі енергоефективність є головним фактором, головним ресурсом для підвищення конкурентоспроможності. Походження назви цього різновиду угод походить від англ. performance – вистава.

---

**Перфоменс** – форма мистецтва, в якій твір складають дії художника (автора) або групи в реальному місці і в певний час. При цьому глядач спостерігає за діями автора в режимі реального часу.

---

Визначення «перфоменс-контракт» досить точно та образно описує ситуацію, в якій автор (енергосервісна компанія – ЕСКО) в реальному місці і в певний час впроваджує енергозберігаючі заходи за безпосередньої участі власника об'єкту.

В Україні перфоменс-контракт отримав назву «енергосервісний договір». Це поняття і механізм його реалізації встановлений Законом України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації».

Згідно Закону «Енергосервісний договір» – це договір, предметом якого є здійснення енергосервісу виконавцем енергосервісу, оплата якого здійснюється за рахунок досягнутого в результаті здійснення енергосервісу скорочення споживання та/або витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів ... порівняно із споживанням за відсутності таких заходів».

Той же Закон дає визначення енергосервісу: «Енергосервіс» – це комплекс технічних та організаційних енергозберігаючих (*енергоефективних*) та інших заходів, спрямованих на скорочення замовником енергосервісу споживання та/або витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів порівняно із споживанням (*витратами*) за відсутності таких заходів.

В обох визначеннях мова йде про скорочення споживання енергоносіїв, що досягається за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів. Скорочення споживання енергії (*економія*) має визначатись



шляхом порівняння енергоспоживання до та після впровадження енергозберігаючих заходів. Економія визначається як різниця споживання енергії до та після реалізації енергосервісного договору.

Споживанню енергії до впровадження заходів Закон дав назву «**базовий рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів**», тобто Закон встановив «**базу порівняння**» для визначення економії. Щоб краще зрозуміти значення бази порівняння до того, як почнемо аналізувати визначення поняття «базовий рівень» знову звернемося до ВІКІПЕДІЇ та Термінологічного словника-довідника:

Петров Ю.А. Петрова Г.І.  
«Термінологічний словник-довідник: економіка, маркетинг, менеджмент»

БАЗА – це економічні дані, показники, що відносяться до певного періоду часу (базисного року), що використовуються в якості основи для порівняння з іншими аналогічними показниками. Зазвичай в якості бази приймається вихідний рівень, від якого і ведеться відлік економічних показників та по відношенню до яких фіксуються їх виміри.

В обох приведених вище визначеннях ключовим є те, що порівнювати доцільно лише аналогічні показники. Для проведення аналізу рівнів споживання енергії перш за все необхідно встановити від яких факторів залежить споживання енергії будівлями та з якою метою відбувається споживання енергії.

У приміщеннях будівель в залежності від їх призначення та використання має забезпечуватись певний рівень мікрокліматичних умов (температури та вологості повітря та повітрообміну), освітлення та гарячого водопостачання. Забезпечення санітарно-гігієнічних умов у будівлях здійснюється системами опалення, вентиляції, охолодження, освітлення та гарячого водопостачання.

Рівень споживання залежить від великої кількості факторів. На рисунку 1 схематично зображені фактори, що впливають на рівень споживання енергії.

Рисунок 1



Порядок розрахункового визначення річного енергоспоживання будівлями при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні встановлюють національні стандарти:

- ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 «Енергоефективність будинків. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні»;
- ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні».

Визначені згідно згаданих вище національних стандартів дані щодо енергопотребі та енергоспоживання будівлі можуть бути використані для:

- Енергетичної оцінки та сертифікації будівель
- Оцінки відповідності будівлі вимогам діючих будівельних норм;
- Порівняння енергетичних характеристик різних альтернативних рішень для будівлі;
- Оцінки ефективності від впровадження заходів з енергозбереження для існуючих будівель (визначення економії від впровадження енергосервісних договорів).

Таким чином в Україні є відповідним чином затверджена методологія розрахункового визначення споживання енергії будівлями. Одночасно з діючою розрахунковою методологією діє вимога Закону України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» про необхідність використання в якості базового рівня для визначення економії при впровадженні енергосервісних договорів фактичного використання енергії за попередній період, що передує впровадженню.

Виникає питання, чи правомірним буде використання досягнутого рівня споживання енергії в якості базового рівня. Чи будуть фактори, впливають на рівень споживання енергії до та після впровадження енергосервісного договору аналогічними? Чи забезпечуються санітарно-гігієнічні вимоги до впровадження ЕСКО-договорів у громадських будівлях? Який рівень санітарно-гігієнічних умов має бути встановлений у громадських будівлях?

Метою цієї роботи є:

- Загальна оцінка громадських будівель з точки зору споживання енергії та забезпечення санітарно-гігієнічних вимог;
- Аналіз нормативних вимог щодо забезпечення нормативів мікроклімату у приміщеннях громадських будівель та вимог споживання гарячої води;
- Оцінка рівня споживання енергії та структури енергопотребі громадських будівель за існуючих умов та у відповідності до діючих нормативів та погодженого рівня комфорту;
- Загальний аналіз методології проведення енергетичної оцінки будівель;
- Комплексна оцінка факторів, що впливають на формування та встановлення базового рівня споживання енергії громадськими будівлями та ролі базового рівня при проведенні енергетичної оцінки будівель та застосуванні механізму ЕСКО.

## Розділ 1.

# ОЦІНКА ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

У цьому розділі звіту описаний стан громадських будівель та їх інженерних систем за даними, отриманими при проведенні енергетичних аудитів енергоаудиторами компанії «НВЦ Теплокомплект». Стан будівель описаний так, як його побачили енергоаудитори компанії в різних регіонах України на протязі тривалого періоду.

Важко претендувати на абсолютну об'єктивність, але є підстави вважати, що описаний вище стан громадських будівель відображає загальні тенденції та оцінки.

В наступному розділі звіту буде дана оцінка впливу існуючого стану громадських будівель на споживання енергії та забезпечення нормативів санітарної гігієни та комфорту.

## 1.1. ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ

Огороджувальні конструкції будівель, крім функції створювати об'єми приміщень, служать для захисту опалювальних приміщень від втрат теплової енергії. Інженерні мережі будівель – системи опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, освітлення – служать для забезпечення комфортних умов перебування людей у приміщеннях.

Споживання тепла будівлями, по можливості, має бути мінімальним, але достатнім для створення комфортних або допустимих умов. Тепловий захист будівель має бути достатньо високим, а інженерні системи доскональними та автоматизованими.

Виконання, приведених вище вимог, є передумовою для забезпечення енергетичної ефективності будівель. Без виконання цих умов скорочення споживання енергії можливе лише за рахунок відмови від комфорту.

Перед початком планування системи дій з підвищення енергоефективності громадських будівель необхідно реально та об'єктивно оцінити їх стан – зрозуміти «де ми знаходимось».

Для та повної оцінки стану громадських будівель України в цілому достатня кількість інформації відсутня. Приведена нижче оцінка базується на матеріалах енергетичних аудитів громадських будівель (шкіл, дитячих садків, лікувальних закладів та інших), виконаних НВЦ «Теплокомплект» та автором звіту особисто в Полтавській, Сумській, Харківській, Київській та інших областях України.

Переважна більшість громадських будівель України збудовані в 70-х – 90-х роках минулого століття. В цей період через низьку вартість енергоресурсів конструкції зовнішніх стін приймалися з орієнтацією більше на вирішення питань несучої здатності, ніж на теплову ізоляцію.

При проектуванні систем опалення до реалізації приймалися однотрубні системи опалення, що мають низьку металоємність, але позбавляють можливості регулювати відпуск тепла. Регулювання «комфорту» у приміщеннях досить часто здійснювалось шляхом відкривання вікон та квартир.

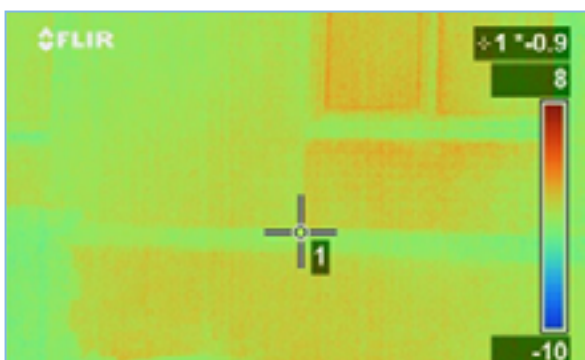
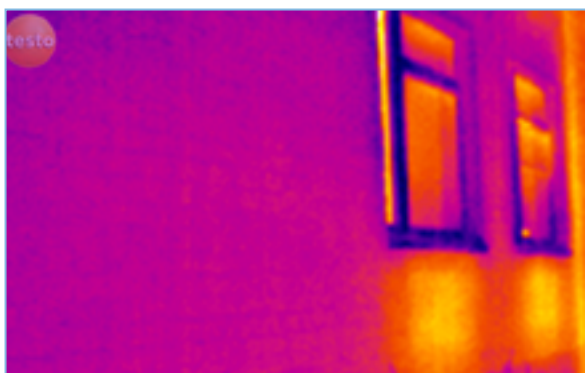
**Зовнішні стіни** громадських будівель здебільшого цегляні з товщиною стін 380 – 510 мм. Термічний опір таких стін становить  $0,7 - 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .

Зустрічаються будівлі шкіл, дитсадків та лікарень, що виконані із керамзитобетонних панелей товщиною не більше 250-300 мм.

Теплотехнічні характеристики та реальний стан керамзиту, що застосовувався при виготовленні стінових панелей невідомий. Термічний опір таких керамзитобетонних стін становить не більше  $0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .



Якість теплового захисту зовнішніх стін добре ілюструється термографічною діагностикою.





Горищні та суміщені перекриття будівель в період будівництва виконувались практично без теплової ізоляції. В кращому випадку робилась засипка керамзитом або паливним шлаком (*залишки, що утворюються при згоранні твердого палива*). Шар таких засипок не перевищував 100-150 мм. Частіше на горищних перекриттях можна знайти «сміття» невідомого походження.

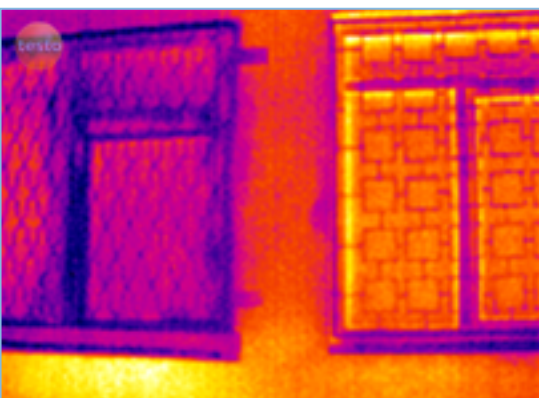


Замість теплової ізоляції на горищних перекриттях будівель досить часто лежить сніг

Термічний опір таких горищних перекриттів не перевищує  $0,7 - 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

Горищні та суміщені перекриття будівель мають високу частку втрат тепла у загальних втратах тепла будівлями, що складає не менше 25-30%. Ця частка значно вища для одноповерхових будівель, яких достатньо багато у регіонах України.

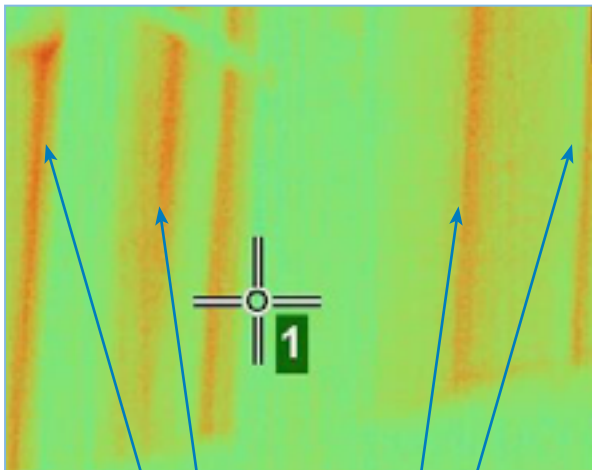
**Світлопрозорі огороження** – вікна, вітражі та двері – є зоною значних втрат теплової енергії. Необхідно відзначити, що у більшості громадських будівель більша частина дерев'яних вікон замінені на пластикові склопакети. З точки зору термічного опору старі і нові вікна практично не відрізняються. Пластикові склопакети є більш герметичними, але чи завжди це відіграє позитивну роль – це питання спірне.



Заміна вікон через торги з єдиним критерієм – «найнижча ціна» привела до того, що переважна більшість вікон громадських будівель не відповідають сучасним вимогам. Економічна ефективність капіталовкладень у заміну вікон надзвичайно низька.

У тому вигляді, у якому відбувається процес заміни вікон громадських будівель – «заміна вікон попереду будь-яких заходів з енергоефективності» – цей процес ні в якому разі не можна віднести до енергозберігаючих:

- **по-перше:** більшість вікон мають термічний опір значно нижчий нормативного;
- **по-друге:** для досягнення ефективності вікна мають замінюватись одночасно із тепловою ізоляцією зовнішніх стін.



«містки холоду», що виникли через порушення технології термомодернізації будівлі

Практично всі школи, дитячі садки та лікувальні заклади мають підвали або технічні підпілля. Всі вони вважаються неопалювальними та, як правило, корисно не використовуються, але в зимовий час мають досить високу температуру через відсутність утеплення перекриття над техпідпіллями та практично повну відсутність або низьку якість теплової ізоляції магістральних трубопроводів системи опалення.

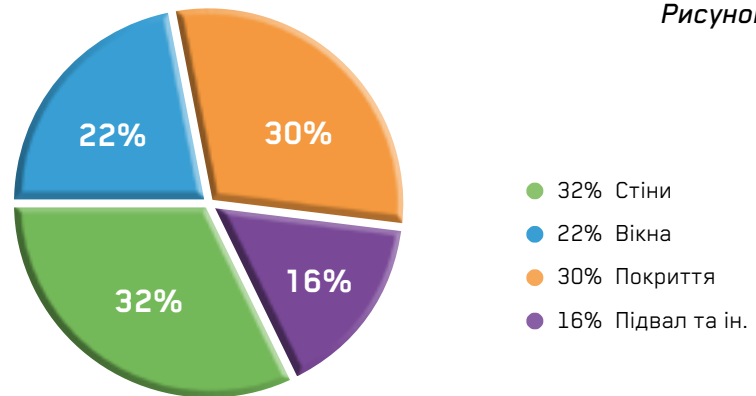
Цокольні стіни теж не мають достатньої теплової ізоляції, тому відвали та техпідпілля є джерелом значних втрат теплової енергії.



На рис. 1.1 приведений графік, що відображає структуру теплових втрат огорожувальними конструкціями будівель шкіл (за матеріалами аудиту шкіл Києво-Святошинського району Київської обл.)

Рисунок 1.1

### Структура розподілу втрат тепла огороженнями будівель шкіл

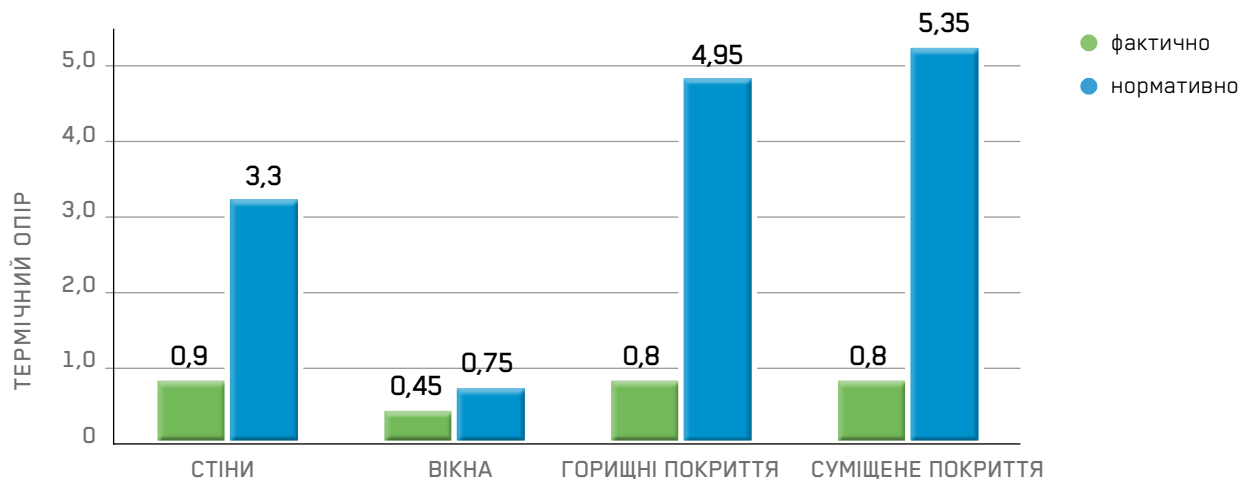


Усі без винятку огорожувальні конструкції більшості громадських будівель мають термічний опір значно нижчий за нормативний згідно вимог ДБН В.2.6-31:2016.

На рисунку 1.2 приведений графік, що ілюструє рівень теплового захисту громадських будівель.

Рисунок 1.2

### Термічний опір (R) «ФАКТИЧНИЙ» та «НОРМАТИВНИЙ», м<sup>2</sup>\*°C/Вт



Теплова ізоляція непрозорих огорожувальних конструкцій значної кількості громадських будівель в 4-6 разів гірша за нормативні значення.

Низький термічний опір огорожувальних конструкцій є причиною низької температури їх внутрішніх поверхонь. Цей факт створює передумови для значної різниці між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій. Чим більша ця різниця – тим нижче рівень комфорту у приміщеннях.

ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» встановлює значення допустимих за санітарно-гігієнічними вимогами різниці між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій. Так для житлових будинків, закладів освіти та закладів охорони здоров'я цей перепад температур має становити:

- для стін – не більше 4,0 °C;
- для покриття та горищного перекриття – не більше 3,0 °C;
- для перекриття над проїздами та підвалами – не більше 2,0 °C.

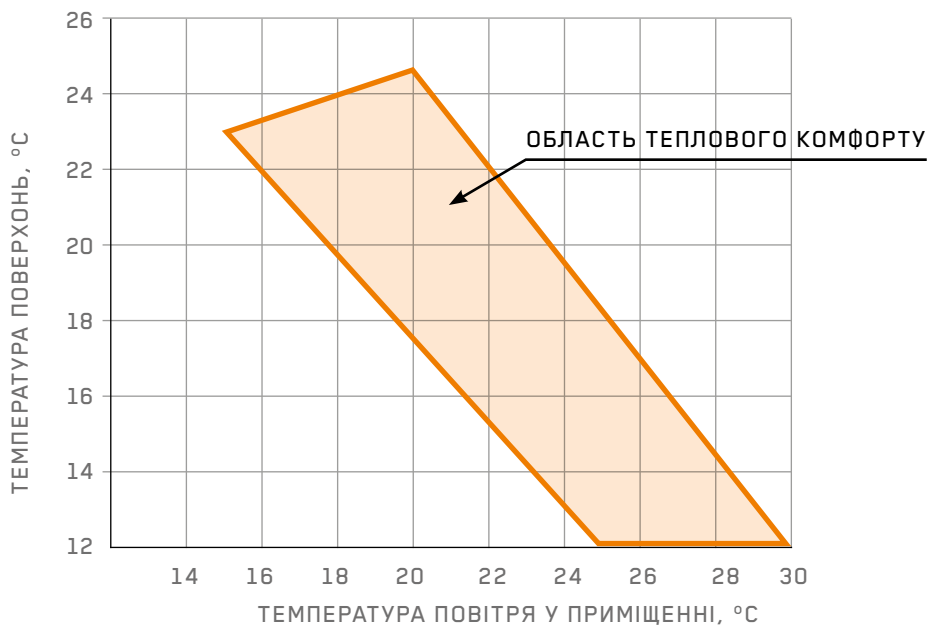
Згадані вище різниці температури для існуючих громадських будівель значно вищі, тому у приміщеннях відсутні комфортні умови, бо для досягнення відчуття комфорту необхідно підтримувати більш високу температуру у приміщенні.

Для вимірів температурного комфорту недостатньо орієнтуватись виключно на температуру повітря у приміщенні. Давно відомо і досліджено, що тепловий комфорт досягається у певному співвідношенні температури повітря і температури оточуючих поверхонь (*стін, стелі, підлоги*).

Функціональна залежність цих температур давно вивчена та може бути представлена у вигляді «області комфорту» на графіку рисунку 1.3. Графік розроблений за матеріалами досліджень П.О. Фангера.

Рисунок 1.3

### Графік області теплового комфорту



Для середньостатистичної людини, що перебуває у приміщенні, відчуття температурного комфорту при температурі повітря 20 °C буде мати місце коли температура внутрішніх поверхонь огорожень буде не нижче 17-18 °C.

Враховуючи, що термічний опір існуючих огорожень значно нижче нормативного, а температура внутрішніх поверхонь залежить від термічного опору огорожень, можна бути впевненим, що температура внутрішніх поверхонь огорожень буде значно нижче допустимих значень і може становити близько 12-14 °C. За таких умов повний тепловий комфорт може бути досягнутий при температурах повітря у приміщеннях не нижче 25 °C.

Досить низька температура внутрішніх поверхонь огорожень підтверджується реальними замірами, що виконуються при проведенні енергетичних аудитів.

---

**Пав Оле Фангер** (Fanger P.O.) вчений та експерт в галузі теплового комфорту та якості повітря приміщень. Його роботи з питань термічного комфорту вплинули на сучасний стан систем опалення та вентиляції та на основи міжнародних стандартів.

---

Врахування фактору температурного комфорту має стати важливим при визначенні базового рівня споживання енергії та формуванні енергосервісних договорів. Але ще важливіше враховувати цей фактор (фактор температури внутрішніх поверхонь огорожень) при визначенні реальної економії енергоносіїв при реалізації договорів енергетичного сервісу.



## 1.2 СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Системи опалення громадських будівель призначені для компенсації втрат теплової енергії теплопередачею через огорожувальні конструкції будівель та для нагріву зовнішнього холодного повітря, що потрапляє у приміщення внаслідок дії інфільтрації та природної вентиляції.

Системи опалення переважної більшості громадських будівель відповідають стану опалювальної техніки першої половини та середини минулого століття. Ці системи складаються лише із примітивних опалювальних приладів та труб. Навіть запірна арматура або відсутня, або не функціонує.



Вузли вводу теплової енергії у будівлі не містять засобів автоматизації для регулювання гідравлічних та теплових характеристик системи опалення.

Запірна арматура вузлів вводу теплової енергії часто потребує ревізії або ремонту.

Але найголовнішим недоліком систем опалення слід вважати відсутність автоматичних регулюючих пристроїв на нагрівальних приладах та відсутність можливості здійснювати оплату лише за фактично використане тепло.

Приведені вище недоліки систем опалення є причиною нерівномірного розподілу теплової енергії між споживачами та значних перевитрат теплової енергії.

Магістральні трубопроводи системи опалення громадських будівель, як правило, прокладені через горища, технічні поверхи та технічні підпілля. Практично всюди тепла ізоляція магістральних трубопроводів внутрішніх систем опалення або неякісна або взагалі відсутня.

Незадовільна якість теплової ізоляції трубопроводів, що підводять теплову енергію до будівель.





Частина громадських будівель мають власні джерела теплової енергії. Частіше це невеликі котельні-теплогенераторні встановленою тепловою потужністю до 200 кВт.

На жаль, навіть відносно недавно збудовані теплогенераторні не завжди мають необхідний рівень автоматизації та достатню кваліфікацію обслуговуючого персоналу. Більшість теплогенераторних збудовані 10-15 років тому. Основним та єдиним критерієм торгів завжди була виключно ціна. Рівень технічного обслуговування не достатньо високий. Тому ці теплогенераторні на цей період застаріли морально та фізично.

В розділі 2.2 звіту дана оцінка якості забезпечення температурного режиму у приміщеннях.

### 1.3 СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Громадські будівлі – школи, дитячі садки, лікарні, заклади культури, адміністративні будівлі – призначені для перебування в цих будівлях великої кількості людей. Для життєдіяльності людей необхідно забезпечити подачу чистого повітря у приміщення. Для цього існують спеціальні вентиляційні системи: припливні та витяжні. Перші призначені для подачі у приміщення зовнішнього чистого повітря. В холодний період року необхідно здійснювати попередній нагрів зовнішнього повітря у спеціальних калориферних установках.

Видалення забрудненого повітря із приміщень передбачається здійснювати витяжними вентсистемами. Витяжні вентсистеми можуть мати у своєму складі вентилятори – це системи з механічним спонуканням. Достатньо поширеними та надійними є витяжні системи з природним спонуканням.

Для забезпечення нормативного повітрообміну у громадських будівлях використовуються всі, згадані вище, вентиляційні системи.

За результатами проведення достатньо великої кількості енергетичних аудитів громадських будівель в різних регіонах України можна впевнено стверджувати, що практично майже всі 100% вентсистем припливної вентиляції з механічним спонуканням на нагрівом повітря не експлуатуються. Більше того вентсистеми зруйновані та значною мірою демонтовані. Приміщення припливних вентиляційних камер є у всіх школах, дитсадках, лікарнях. Всюди картина однакова – залишки вентиляційного обладнання та складування непотрібних предметів.

Такий же стан мають витяжні вентсистеми з механічним спонуканням.



Згадані вище припливні та витяжні вентсистеми відновленню не підлягають. Облаштування будівель новими вентиляційними системами найближчим часом неможливе через високу вартість таких систем.



Крім вентиляційних систем з механічним спонуканням у більшості громадських будівель передбачались вентиляційні системи із природним спонуканням (*вентиляційні вертикальні канали у внутрішніх стінах, вентиляційні шахти та дефлектори, витяжні решітки у приміщеннях*).

Весь описаний комплекс вентиляційних систем був розрахований на нормативний рівень повітрообміну, який в залежності від призначення будівель мав становити приблизно від 1,0 до 2,0 крат. Припинення можливості функціонування механічних систем значно знизили можливості повітрообміну.

В розділі 2.3 звіту дана оцінка повітрообміну існуючих громадських будівель.

## 1.4 СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

У період будівництва більшості громадських будівель України у населених пунктах, що мали системи центрального тепlopостачання більшість будівель були підключені до систем центрального гарячого водопостачання.

Діючі будівельні норми ДБН В.2.5-64:2014 «Внутрішній водопровід та каналізація» передбачають використання гарячої води практично у всіх громадських будівлях. Згаданий ДБН встановлює нормативи споживання гарячої води:

- лікувально-профілактичні заклади – 75 л/доба\*ліжко
- поліклініки – 12 л/доба\*прийом
- дитячі дошкільні заклади – 20 л/доба\*дитина
- школи та професійно-технічні заклади – 8 л/доба\*учень
- адміністративні будівлі, бібліотеки, музеї – 6 л/доба\*працівник

Необхідність гарячого водопостачання в адміністративних будівлях чи закладах культури може бути предметом обговорення. Але дитячі заклади та лікарні без гарячого водопостачання (*проточного*) не мають права функціонувати. В дійсності повноцінне гаряче водопостачання зникло практично всюди. Виключення складає столиця та частково обласні центри, де системи центрального гарячого водопостачання частково збереглися. У їдальнях шкіл, дитячих садках та лікарнях замість повноцінного гарячого водопостачання встановлені електробойлери.

Масовий відхід від центральних систем ГВП практично всюди розглядається, як захід з енергозбереження. Про санітарно-гігієнічні норми не згадують ніде.

В розділі 2.4 звіту проведена оцінка функціонування систем ГВП.

## Розділ 2.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ТА САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИХ УМОВ У ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ

Споживання енергії системами опалення, вентиляції та гарячого водопостачання будівель здійснюється з метою забезпечення певних нормативних (або погоджених) значень метеорологічних умов у приміщеннях та санітарно-гігієнічних умов у будівлі.

Досвід проведених енергетичних аудитів, спілкування з обслуговуючим персоналом будівель та посадовими особами показав, що чіткі нормативи температури, вологості повітря, повітрообміну та споживання гарячої води не встановлені. Моніторинг фактичного забезпечення показників комфортності не ведеться. Єдиним показником, що підлягає контролю є загальне споживання енергії. Цей показник не лише контролюється, а і лімітується.

Будівлі мають споживати енергію в кількості, необхідній для досягнення заданого рівня комфортності. В українських громадських будівлях все відбувається навпаки: встановлюється ліміт споживання енергії, а мікроклімат – як трапиться.

Споживання енергії «підганяється» під наперед встановлений бюджет фінансування. При чому фактичне споживання енергії має бути на рівні встановленого ліміту, як у випадку його можливого перевиконання, так і випадку можливого недовиконання. Ліміт може бути зменшений, але ні в якому разі не підвищений. На фоні цієї реальності меркнуть будь-які потуги не лише досягти енергоефективності, але і отримати будь-яку інформацію про справжній стан справ.

До речі, офіційні ліміти не існують – жодного наказу або розпорядження. Ці ліміти або усні, або на окремих папірцях без підписів. Зрозуміло, що інформацію про ліміти можна розцінити, як неправдиву. Можливо енергоаудиторам компанії «НВЦ Теплокомплект» просто не щастило з об'єктами, де такі факти були виявлені. Але таких фактів достатньо багато.

Нормування «від досягнутого» без врахування необхідності дотримання санітарно-гігієнічних умов почалось давно і не припиняється до цього часу. Початком такого нормування умовно можна вважати Указ Президента від 16.06.1999 р №662/99 «Про заходи щодо скорочення енергоспоживання бюджетними установами». Цей Указ вимагав «встановити фіксований обсяг витрат» та «забезпечити скорочення енергоспоживання бюджетними установами на 3-6% щорічно». Таке скорочення мало відбутись шляхом залучення небюджетних коштів на фінансування заходів з енергозбереження.

На графіку рисунку 2.1 приведені матеріали енергетичного аудиту шкіл Полтавщини 2003 року.

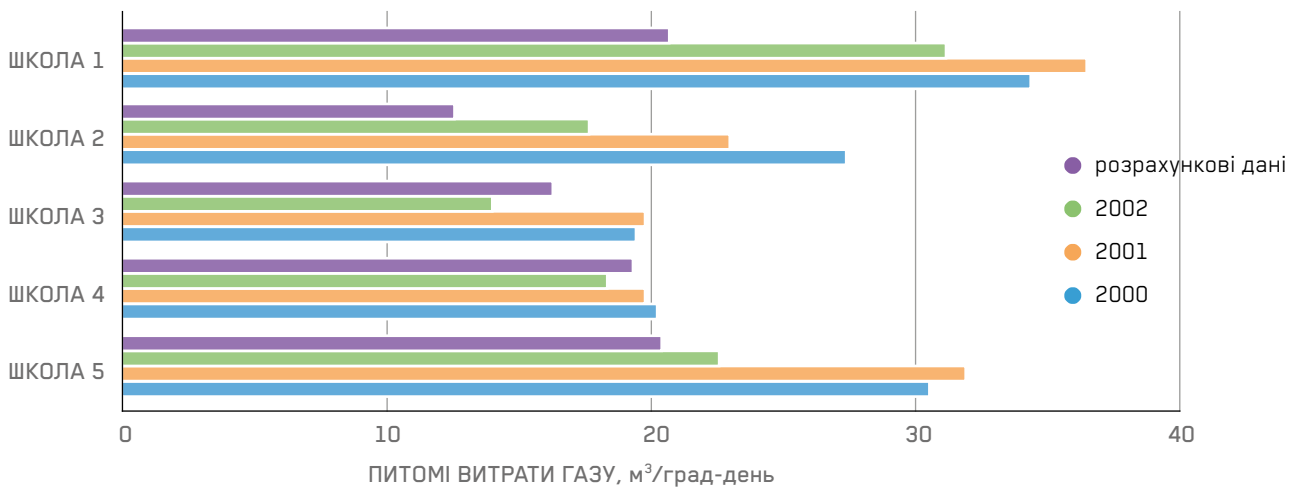
Графік ілюструє успішність виконання Указу в частині скорочення споживання енергоносіїв. План по скороченню споживання енергоносіїв перевиконали, ніяких заходів не впроваджували, бо не знайшлось небюджетних коштів. У школах погіршилися температурні умови – це засвідчили результати неофіційних опитувань. Офіційно все виглядало цілком пристойно.

Для проведення енергетичної оцінки будівель та впровадження енергосервісних договорів важливою є інформація про досягнення у приміщеннях нормативів метеорологічних параметрів, показників санітарної гігієни та витрат енергії для досягнення цих показників. Втрати енергії мають бути зафіксовані приладами обліку витрат енергії. Крім того, для забезпечення об'єктивності процесу енергетичної оцінки будівель необхідно враховувати рівень досягнення метеорологічних та санітарно-гігієнічних нормативів: температури та вологості повітря, повітрообміну (*чистоти повітря*), нормативу споживання гарячої води.



Рисунок 2.1

## Питомі витрати газу на 1 градусо-день



## 2.1 НОРМАТИВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ТА САНИТАРНО-ГІГІЄНИЧНИХ УМОВ

Метеорологічні нормативи (нормативи комфорту) мають різні рівні: допустимі умови; оптимальні умови; підвищені оптимальні умови. Чим вищий рівень комфорту, тим вищі витрати енергії.

Для аналізу забезпечення нормативів метеорологічних умов звернемося до нормативної бази.

Основним нормативним документом, що встановлює нормативи мікроклімату у приміщеннях є

**ДСТУ Б EN 15251:2011** «Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики».

Іншим важливим та обов'язковим нормативом у питаннях нормування мікроклімату є

**ДБН В.2.5-67:2013** «Опалення, вентиляція, кондиціонування».

Інформацію про нормативи мікроклімату можна зустріти в стандартах ДБН В.2.6-31:2016, ДСТУ Б А.2.2-12:2015 та інших. Але ця інформація носить допоміжний характер.

Згідно ДБН В.2.5-67:2013 **мікроклімат приміщення** – це умови внутрішнього середовища приміщення, що впливають на тепловий обмін людини з оточенням шляхом конвекції, теплового випромінювання та випаровування вологи; ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (*інфрачервоного*) випромінювання.

Мікрокліматичні умови можуть бути оптимальними або допустимими:

- **оптимальні** – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції; вони створюють відчуття теплового комфорту та забезпечують передумови для високого рівня працездатності;
- **підвищені оптимальні** – оптимальні мікрокліматичні умови у приміщеннях з дуже чутливими та слабкими людьми з особливими потребами, такими як: інваліди, хворі, маленькі діти та люди похилого віку;
- **допустимі** – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються але супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації; при цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

ДБН В.2.5-67:2013 містить посилання на ДСТУ Б EN 15251:2011 щодо нормативів параметрів мікроклімату при опаленні та вентиляції. Область застосування та взаємозв'язок між позначеннями умов мікроклімату в різних нормативних документах пояснюється таблицею:

**Таблиця Д.1** – Область застосування та взаємозв'язок між позначеннями умов мікроклімату

Умови мікроклімату			Область застосування
Згідно з цими нормами	Згідно з ДСТУ Б EN ISO 7730	Згідно з ДСТУ Б EN 15251	
Підвищені оптимальні	A	I	Приміщення з дуже чутливими та слабкими людьми з особливими потребами, такими як: інваліди, хворі, маленькі діти та люди похилого віку
Оптимальні	B	II	Приміщення з постійними перебуванням людей у нових будівлях і в існуючих будівлях при реконструкції та капітальному ремонті, у тому числі термомодернізації
Допустимі	C	III	Приміщення з тимчасовим перебуванням людей у нових будівлях і в існуючих будівлях при реконструкції та капітальному ремонті, у тому числі термомодернізації; існуючі будівлі
Обмежено допустимі	-	IV	Будівлі з обмеженим використанням упродовж року

### Нормативи забезпечення температурного режиму у приміщеннях

Згідно ДСТУ Б EN 15251:2011 внутрішня температура при проектуванні встановлюється за даними приведеної нижче таблиці (для деяких основних приміщень).

**Таблиця А.2** – Приклади рекомендованих розрахункових значень внутрішньої температури приміщення для проектування будівель і систем опалення, вентиляції та кондиціювання.

Тип будівлі / приміщення	Категорія	Робоча температура, °C	
		Мінімум для опалення (зимовий період)	Максимум для охолодження (літній період)
Клас Сидяча діяльність	I	21,0	25,0
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Дитячий садок Стояння / ходьба	I	19,0	24,5
	II	17,5	25,5
	III	16,5	26,0

Для проведення енергетичних розрахунків приймаються температури згідно приведеної нижче таблиці стандарту ДСТУ Б EN 15251:2011

**Таблиця А.3** – Температурний діапазон для погодинного розрахунку енергії, що витрачається на опалення і охолодження в трьох категоріях внутрішнього мікроклімату.

Тип будівлі / приміщення	Категорія	Температурний діапазон для опалення Одежа -1,0 кло	Температурний діапазон для охолодження Одежа -0,5 кло
Дитячий садок Стояння / ходьба -1,4 мет	I	19,0 - 21,0	22,5 - 24,5
	II	17,5 - 22,5	21,5 - 25,5
	III	16,5 - 23,5	21,0 - 26,0

Як бачимо на прикладі приміщень дитячого садка нормативи для проектування систем опалення і для проведення енергетичних розрахунків дещо відрізняються, бо комфортний температурний режим у приміщеннях встановлюється не лише за рахунок теплової віддачі нагрівальних приладів, а і за рахунок внутрішніх теплових надходжень та сонячної радіації.

Аналізуючи, приведені в таблицях дані, можна зробити висновок, що забезпечення у холодний період року у приміщеннях температурного режиму за нормативом для приміщень II категорії (*оптимальні параметри*) потребує витрат енергії на **5-10% більше**, ніж при забезпеченні допустимих параметрів для приміщень III категорії.

В літній період дотримання температури повітря за оптимальним та, навіть допустимими умовами потребує значного збільшення споживання енергії через те, що для цього необхідно задіяти спеціальні системи охолодження, що споживають значну кількість енергії. Зараз в Україні кількість громадських будівель, обладнаних системами охолодження дуже низька. Тому тема охолодження є менш актуальною.

### Нормативи забезпечення повітрообміну у приміщеннях

Для громадських будівель люди є основним джерелом забруднення внутрішнього повітря приміщень. Тому критерієм чистоти повітря у громадських будівлях є концентрація CO<sub>2</sub> у повітрі приміщень.

Таблиця В.4 ДСТУ Б EN 15251:2011 встановлює рекомендації щодо допустимої концентрації CO<sub>2</sub> у внутрішньому повітрі приміщень вище концентрації CO<sub>2</sub> у зовнішньому повітрі.

**Таблиця В.4** – Приклади рекомендованої концентрації CO<sub>2</sub> вище концентрації зовнішнього середовища для підрахунку і регулювання споживання.

Категорія	Відповідна концентрація CO <sub>2</sub> вище зовнішньої у PPM для енергетичних розрахунків
I	350
II	500
III	800
IV	<800

Враховуючи, що концентрації CO<sub>2</sub> у зовнішньому повітрі населених пунктів становлять:

- сільська місцевість – 330 ppm
- малі міста – 400 ppm
- великі міста – 500 ppm

для малих та середніх міст можна орієнтуватись на такі гранично допустимі концентрації CO<sub>2</sub> у внутрішньому повітрі приміщень громадських будівель:

Категорія	Гранично допустима концентрація CO <sub>2</sub> у внутрішньому повітрі приміщень громадський будівель, ppm
I (підвищено оптимальні)	450 + 350 = 800
II (оптимальні)	450 + 500 = 950
III (допустимі)	450 + 800 = 1250

ДБН В.2.5-67:2013 встановлює такий порядок визначення повітрообміну для громадських будівель:

X.1.2 Загальну мінімальну витрату зовнішнього повітря  $Q_{tot}$ ,  $dm^3/c$ , за певної кількості людей і площі приміщення визначають відповідно до ДСТУ EN 15251 за формулою (X.1):

$$Q_{tot} = n * q_p + S * q_e \quad (X.1)$$

де:

$n$  - проектна кількість людей у приміщенні;

$q_p$  - питома витрата зовнішнього повітря на одну людину,  $dm^3/(c * людина)$ ;

$S$  - загальна площа приміщення,  $m^2$ ;

$q_e$  - питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень (зменшення концентрації забруднюючих речовин, що виділяються від будівельних матеріалів),  $dm^3/(c * m^2)$ .

**Таблиця X.1** – Питомі витрати зовнішнього повітря для нежитлових та невиробничих будівель/приміщень.

Умови мікроклімату	Мінімальна витрата зовнішнього повітря на одну людину $q_p$ , $dm^3/(c * людина)$	Мінімальна витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень $q_e$ , $dm^3/(c * m^2)$		
		при дуже низькому рівні забруднення повітря будівлі	при низькому рівні забруднення повітря будівлі	при високому рівні забруднення повітря будівлі
Підвищені оптимальні		0,5	1,0	2,0
Оптимальні		0,35	0,7	1,4
Допустимі		0,2	0,4	0,8
Обмежено допустимі		-	-	-

Таблиця В.3 ДСТУ Б EN 15251:2011 містить аналогічну інформацію щодо нормування повітрообміну у приміщеннях громадських будівель.

Таким чином ДСТУ Б EN 15251:2011 встановивши максимально допустимий норматив концентрації  $CO_2$  для громадських приміщень при розрахунковій кількості людей дає можливість непрямим чином оцінювати повітрообмін у приміщеннях та оцінювати рівень комфорту за показником повітрообміну.

Приведені таблиці однозначно інформують, що повітрообмін приміщень за допустимими умовами майже в 2 рази нижчий, ніж повітрообмін за оптимальними умовами, що суттєво поначається на витратах енергії.

### Нормативи забезпечення громадських будівель гарячою водою.

Як уже було відмічено в розділі 1.4 звіту норма споживання гарячої води встановлюється будівельними стандартом ДБН В.2.5-64:2014 «Внутрішній водопровід та каналізація».

Іншим джерелом інформації щодо нормативів споживання гарячої води, що застосовується для цілей сертифікації енергоефективності будівель є ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні». Цей стандарт встановлює нормативи не в одиницях об'єму гарячої води, а в кількості теплової енергії на  $1 m^2$  будівель за рік.

Дані щодо нормування споживання гарячої води для громадських будівель згідно згаданих вище нормативних документів приведені в таблиці 2.1.



Таблиця 2.1

Найменування громадських будівель	ДБН В.2.5-64:2014 л/доба на 1 ліжко, або прийом, дитина, учень, працівник	ДСТУ Б А.2.2-12:2015 (для цілей сертифікації) квт-год/м <sup>2</sup> *рік
Лікувано-профілактичні заклади	75	30
Поліклініки	12	30
Дитячі дошкільні заклади	20	15
Школи та професійно-технічні заклади	8	10
Адміністративні будівлі, бібліотеки, музеї	6	10

Приведені вище нормативи стосуються вимог будівництва та оцінки енергоефективності. Нормативів споживання гарячої води за вимогами санітарної гігієни не виявлено. Так, наприклад, в 2016 році вступив в дію «Санітарний регламент для дошкільних навчальних закладів», затверджений наказом Міністерства охорони здоров'я України №234 від 24.12.2016 р. Згідно Регламенту дошкільні навчальні заклади мають бути обладнані проточними системами гарячого водопостачання. На випадок перебоїв у постачанні гарячої води має передбачатись резервне обладнання для приготування гарячої води. На жаль навіть «Санітарний регламент...» не встановлює нормативи споживання гарячої води. Таким чином в Україні фактично відсутній санітарний норматив споживання гарячої води для дошкільних дитячих закладів.

## 2.2 ОЦІНКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ У ПРИМІЩЕННЯХ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Температурний режим у приміщеннях громадських будівель у більшості випадків забезпечується на рівні, що дає можливість життєдіяльності людей. Але відсутні будь-які офіційні дані, які б підтверджували конкретні значення температурного режиму у приміщеннях та його відповідність допустимому чи оптимальному рівню.

В різних приміщеннях будівель, як правило, підтримуються різні температурні режими через те, що має місце гідравлічне розбалансування систем опалення та відсутні засоби автоматичного регулювання, що мають бути встановлені на нагрівальних приладах. Фактичні витрати енергії на обігрів приміщень не завжди співпадають з показаннями теплових лічильників, встановленими на системах опалення, бо в окремих приміщеннях іноді застосовується додатковий догрів побутовими електричними нагрівачами. Витрати електроенергії, що споживається електронагрівачами, не включається до складу витрат енергії для потреб опалення.

Описана вище ситуація не носить постійний характер та не обов'язково виникає у всіх приміщеннях. Але наявність таких ситуацій неодноразово фіксувалась при проведенні енергетичних обстежень. Вірогідність таких фактів впливає із технічного стану систем опалення, які, як правило, не можуть розглядатись, як гідравлічно збалансовані системи.

Для громадських будівель, що знаходяться у невеликих містах та в сільській місцевості, спостерігається ситуація нерівномірності забезпечення температурного режиму у приміщеннях будівель, що мають власні джерела теплової енергії – теплогенераторні. Причиною такої нерівномірності є добовий режим роботи теплогенераторних. Досить часто теплогенераторні працюють не на протязі всієї доби, а лише певний період, наприклад з 4-5 годин ранку до 14-15 годин дня. Такий режим роботи пояснюється цілим рядом факторів, серед яких:

- недостатній рівень автоматизації теплогенераторних, що не дає змоги їх експлуатації без постійного обслуговуючого персоналу;

- неповний штат операторів теплогенераторних, що працюють на неповну ставку;
- хибна уява про економію енергоносіїв.

При такому режимі експлуатації теплогенераторних на протязі всієї доби у приміщеннях не створюються допустимі метеорологічні умови. При цьому витрати енергоносіїв не зменшуються пропорційно часу роботи теплогенераторних. При зупиненій теплогенераторній спостерігається не лише зниження температури повітря у приміщеннях, а і зниження температури стін та їх внутрішніх поверхонь. Під час роботи теплогенераторної котли експлуатуються на максимальному навантаженні незалежно від температури зовнішнього повітря. Але температура у приміщеннях піднімається повільно, бо йде інтенсивний нагрів стін, що встигли охолонути.

Навіть після досягнення досить високих значень температури внутрішнього повітря відчуття комфорту не настає через низьку температуру внутрішніх поверхонь стін (така ситуація описана у розділі 2 звіту).

Таким чином, існують серйозні причини мати сумніви, що показання теплових лічильників, встановлених на системах опалення, можна вважати такими, що відображають реальні витрати енергії достатні для створення оптимального температурного режиму.

## 2.3 ОЦІНКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОВІТРООБМІНУ У ПРИМІЩЕННЯХ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

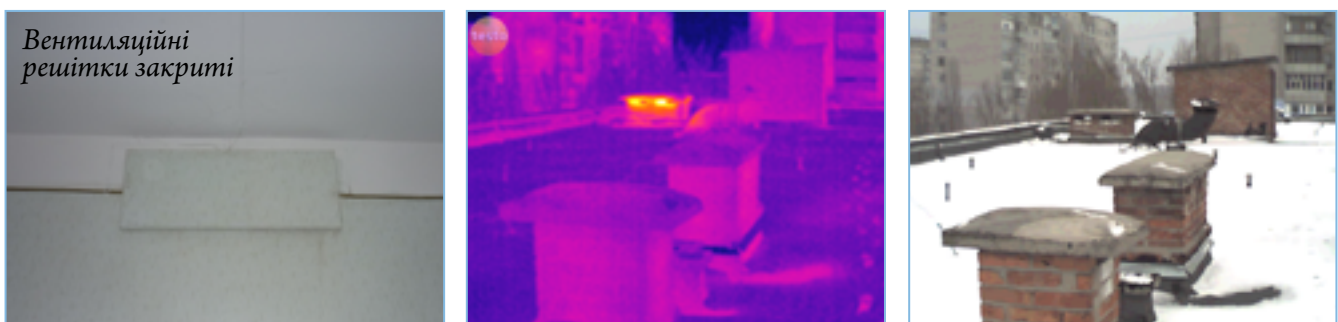
В розділі 2.3 звіту описаний технічний стан систем вентиляції громадських будівель, який є характерним для переважної кількості громадських будівель. Основними характеристиками припливно-витяжної вентиляції є такі характеристики:

- повна недієздатність систем механічної припливної та витяжної вентиляції;
- незадовільний та обмежено дієздатний стан систем витяжної вентиляції з природним спонуканням.

Згадані вище вентиляційні системи були розраховані на забезпечення у приміщеннях повітрообміну на рівні 1,5-2,0 крата (*повна зміна повітря у приміщеннях 1,5 -2,0 рази на протязі однієї години*).

Враховуючи, що із всього переліку вентиляційних систем у громадських будівлях дієздатними або частково дієздатними залишились лише витяжні вентсистеми із природним спонуканням (без вентиляторів), можливо оцінювати, що повітрообмін у будівлях не перевищує 20-30% від розрахункового. Ситуація ускладнюється тим фактом, що більшість дерев'яних вікон у громадських будівлях замінені на герметичні пластикові склопакети, які значно обмежують доступ у приміщення свіжого зовнішнього повітря. Крім того пластик є джерелом виділення у приміщення різних хімічних речовин.

Обслуговуючий персонал будівель не завжди розуміє значення чистого повітря для життєдіяльності людей, а особливо дітей. Тому має місце свідоме закривання витяжних решіток або їх заклеювання шпалерами.



Через низьку якість витяжних шахт, що інколи, навіть, є причиною попадання снігу у приміщення, доволі часто їх перекривають. На термограмі добре видно, що далеко не всі витяжні шахти працюють, як витяжні системи.



Зустрічаються будівлі, здебільшого школи, які мали суміщені перекриття. На покрівлі таких будівель розміщувались витяжні вентиляційні шахти та дефлектори. З часом на цих будівлях збудували горища. При цьому витяжні шахти залишились на горищах – їх не вивели вище встановленого горищного покриття. Ефективність витяжної вентиляції за таких умов практично зведена до нуля.

Інструментальне визначення фактичного середнього повітрообміну будівель, що впливає на споживання енергії практично неможливе з цілого ряду причин. Але досить адекватні результати дає проведення аналізу фактичного теплового балансу будівель.

Для проведення такого аналізу використовується така інформація:

- дані про фактичні витрати теплової енергії за декілька попередніх років;
- інформація про фактичні температури зовнішнього повітря за попередні роки;
- візуальний огляд огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівлі;
- заміряні площі огорожувальних конструкцій будівель та оцінка їх термічного опору;
- детальне опитування обслуговуючого персоналу будівель.

При аналізі теплового балансу будівель необхідно врахувати внутрішні теплові надходження та вплив сонячної радіації.

За результатами аналізу теплового балансу декількох десятків будівель шкіл, дитячих садків та інших будівель, виявлено, що повітрообмін існуючих будівель знаходиться в межах 0,2 - 0,35 крата, що значно нижче існуючих норм.

В розділі 2.1 звіту (табл. X.1 ДБН В.2.5-67:2013) приведені дані нормування повітрообміну у громадських будівлях. Норма свіжого повітря, що має подаватись у приміщення, встановлюється в залежності від рівня вимог до комфорту (допустимі, оптимальні) в літрах за секунду на одну людину. Така кількість чистого повітря необхідна для забезпечення заданої концентрації CO<sub>2</sub> у внутрішньому повітрі. Крім виділення CO<sub>2</sub> людьми у приміщення поступають інші забруднюючі речовини, зокрема будівельні. Будівельні забруднення обумовлені якістю та складом будівельних матеріалів, що застосовані при будівництві та оздобленні приміщень.

Для оцінки нормативів повітрообміну громадських будівель виконаємо відповідні розрахунки для найбільш характерних громадських будівель:

- школа на 580 учнів, об'єм будівлі 13000 м<sup>3</sup>, опалювальна площа будівлі 3800 м<sup>2</sup>;
- дитячий садок на 300 дітей, об'єм будівлі 7000 м<sup>3</sup>, опалювальна площа будівлі 2350 м<sup>2</sup>;
- адміністративна будівля на 150 працюючих, об'єм будівлі 7000 м<sup>3</sup>, опалювальна площа будівлі 2300 м<sup>2</sup>.

Будівлі лікувальних закладів є більш складними будівлями з підвищеними вимогами до вентиляції, тому потребують додаткових досліджень.

Результати розрахунків нормативних значень повітрообміну для найбільш поширених типів громадських будівель з середньостатистичною кількістю людей, що знаходяться у приміщеннях, приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Найменування будівель	Кількість людей	Площа м <sup>2</sup>	Об'єм м <sup>3</sup>	Рівень вимог до мікроклімату	Розрахунковий повітрообмін	
					Витрата чистого повітря, м <sup>3</sup> /год	Кратність повітрообміну
Школа	580	3800	13000	допустимий	11088	0,85
				оптимальний	19400	1,5
Дитячий садок	300	2350	7000	допустимий	6012	0,85
				оптимальний	10521	1,5
Адміністра- тивна будівля	150	2300	7000	допустимий	3816	0,55
				оптимальний	6678	0,95

Розрахунки нормативного повітрообміну необхідно проводити для кожної будівлі окремо з урахуванням особливостей їх експлуатації. Приведені в таблиці дані ілюструють загальний рівень вимог до повітрообміну з метою порівняння нормативів з фактичними даними забезпечення повітрообміну.

Середній повітрообмін існуючих громадських будівель, оцінений в 0,2 – 0,35 крата значно нижчий від нормативного.

Проведені оцінки та виконані повірочні розрахунки не дають право стверджувати про абсолютну об'єктивність кількісних характеристик фактичного повітрообміну громадських будівель. Але не викликає сумнівів, що фактичний повітрообмін в 2-3 рази нижче допустимих нормативних значень та в 4-5 разів нижче вимог за оптимальним рівнем комфорту.

Сказане вище стосується шкіл та дитячих садків з кількістю учнів та дітей близькою до розрахункової. Така ситуація має місце у містах. У сільській місцевості наповненість дитячих закладів значно нижче, тому і вимоги до повітрообміну значно нижчі.

Оцінка технічного стану вентиляційних систем громадських будівель та проведені демонстраційні розрахунки показують, що вимоги до чистоти внутрішнього повітря, що досягається забезпеченням певного рівня повітрообміну, не забезпечуються у більшості існуючих громадських будівлях. Мова йде не про досягнення оптимальних метеорологічних умов, а навіть і допустимих.

Для досягнення нормативних значень повітрообміну за мінімальним рівнем вимог, в першу чергу, необхідне проведення ревізії, прочистки та ремонту витяжних вентиляційних систем природної вентиляції.

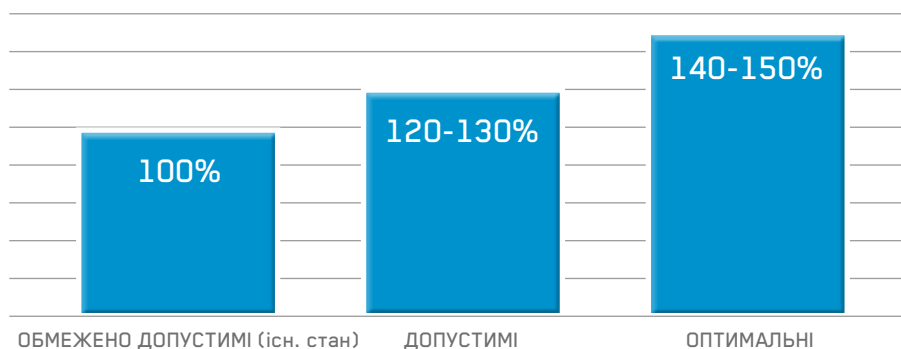
Існуючий стан споживання енергії громадськими будівлями не забезпечує досягнення допустимих метеорологічних умов за комплексом показників: температура – повітрообмін. При використанні існуючого рівня споживання енергії в якості базового рівня буде відбуватись «консервування» незадовільних метеорологічних умов у будівлях.

Зараз склалась ситуація, при якій є всі підстави вважати, що забезпечення мікроклімату у громадських будівлях України є на досить низькому рівні. Цей рівень знаходиться нижче рівня вимог допустимих метеорологічних параметрів повітря у приміщеннях. В першу чергу це стосується повітрообміну.

Для створення допустимих та оптимальних метеорологічних умов необхідне використання більшої кількості енергії. Тому проблеми термомодернізації будівель є складними, бо мають вирішити питання зниження споживання енергії при одночасному підвищенні рівня комфорту.

Збільшення повітрообміну у приміщеннях до рівня допустимих та оптимальних параметрів без застосування спеціальних вентиляційних систем з утилізацією тепла збільшить споживання енергії приблизно в такій пропорції, як показано на графіку рисунку 2.2.

## Річне споживання енергії в залежності від рівня комфорту



Проблема дійсно складна, але вона не повинна замовчуватись. В першу чергу ця проблема потребує ґрунтовного вивчення, бо під сумнів можна поставити не лише факт порушення встановлених нормативів, а і правомірність самих нормативів.

Можливо вже треба ввести такий термін, як «погоджений рівень комфорту». Це поняття може включати вибір рівня встановлених нормативів (*допустимі, оптимальні чи підвищено оптимальні*), можливо встановлювати тимчасове відхилення від встановлених нормативів рівня комфорту. Але необхідність введення такого поняття для застосування при формуванні договорів енергетичного сервісу є беззаперечним. Вимоги до комфорту не можуть залишатись за межами питань, що погоджуються.

Актуальність питання повітрообміну у будівлях підтверджується тим фактом, що навіть існує спеціальний термін, що описує ці проблеми:

#### «Синдром хворого будинку»

Термін «синдром хворого будинку» введений в обіг Всесвітньою організацією охорони здоров'я досить давно. Це поняття застосовується до будинків у яких порушений мікроклімат та накопичуються біологічні, хімічні та інші алергени. У таких приміщеннях висока концентрація CO<sub>2</sub>. У людей, які перебувають у таких будинках з'являється головні болі, запаморочення, безсоння, симптоми втоми, утруднення дихання, біль в суглобах, зниження активності та працездатності.

Питання «синдрому хворого будинку» ще недостатньо вивчене, але воно реально існує. Серед причин виникнення такого синдрому багато дослідників відмічають, як одну із найголовніших причин – недостатній повітрообмін у приміщеннях. Визначається, навіть, кількісний критерій – норма свіжого повітря – не менше 10 літрів в секунду на одну людину (← 36 м<sup>3</sup>/год\*люд), що в декілька разів вище, ніж у існуючих громадських будівлях.

У громадських будівлях основним джерелом забруднення повітря є люди. Тому критерієм чистоти повітря є концентрація CO<sub>2</sub> у внутрішньому повітрі.

У розділі 2.1 звіту приведені рекомендовані нормативи концентрацій CO<sub>2</sub> у внутрішньому повітрі приміщень. Відомо, що наявність високих концентрацій CO<sub>2</sub> негативно впливає на самопочуття людей та на продуктивність їх праці. На рисунку 2.3 приведена схема можливого впливу на людей концентрацій CO<sub>2</sub> при різних рівнях комфорту у приміщеннях.

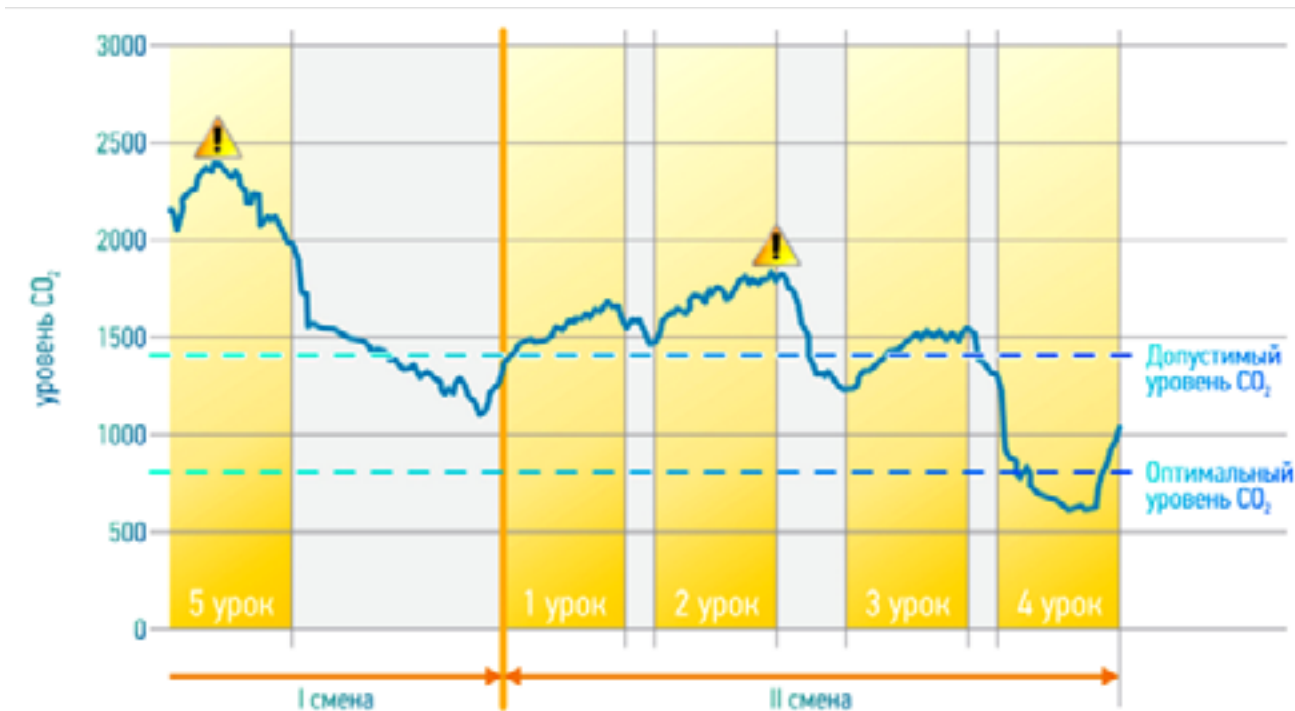
На жаль, у автора звіту відсутній власний досвід вимірів концентрацій CO<sub>2</sub> у внутрішньому повітрі громадських будівель, в першу чергу у школах та дитячих садках. Але існує достатньо багато інформації, що підтверджує зроблені вище висновки.

Рисунок 2.3



На рисунку 2.4 приведений графік, розміщений на сайті: <https://geektimes.ru/company/tion/blog/269724/>, що ілюструє зміну концентрацій CO<sub>2</sub> у шкільному класі на протязі 2-х змін занять.

Рисунок 2.4





У сучасних школах та дитячих садках основним фактором забезпечення повітрообміну є «привітрювання» приміщень – короткочасне відкриття вікон. Це дійсно діє, що приводить до зміни повітря у приміщеннях, але на дуже короткий час. «Привітрювання» не може розглядатись як повноцінний захід по забезпеченню нормативного повітрообміну. Це як чай з цукром «у приглядку». Крім того привітрювання може бути причиною протягів у приміщеннях та простудних захворювань дітей.

Оцінка повітрообміну у громадських будівлях з використанням замірів концентрацій CO<sub>2</sub> у внутрішньому повітрі є найбільш перспективним варіантом при розробці заходів досягнення допустимого рівня комфорту енергоефективними методами.

## 2.4 ОЦІНКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ НОРМАТИВІВ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.

В розділі 3.1 звіту приведена інформація про вимоги до гарячого водопостачання громадських будівель та нормативи споживання гарячої води. Найбільш важливими з точки зору забезпечення гарячою водою є лікувальні установи, дитячі садки та школи. Для лікарень, їдалень шкіл та дитячих садків, згідно санітарних норм, необхідно мати «проточні системи» гарячого водопостачання. Для цього найкраще підходять системи центрального ГВП, обладнані циркуляційними трубопроводами або системи ГВП від індивідуальних котелень або теплогенераторних.

Центральним гарячим водопостачанням обладнана значна частина дитячих закладів та лікарень столиці, обласних центрів та великих міст.

«Санітарний регламент для дошкільних закладів...» встановлює вимогу, згідно якої на випадок перебоїв у постачанні гарячої води має бути резервне обладнання для приготування гарячої води. Таким резервним обладнанням можуть бути електробойлери або можливість нагріву води у спеціальних ємностях на варочному обладнанні їдалень.



Більша частина лікарень та дитячих закладів малих міст та сільської місцевості користується гарячою водою, що готується за допомогою «резервного обладнання» - електробойлерів та кастрюль. При цьому резервне обладнання одночасно являється і основним.

Такий варіант ГВП в Україні є найбільш масовим, незважаючи на те, що він має цілий ряд характеристик, які не дають можливості віднести таке гаряче водопостачання до задовільних, ефективних та економічних.

**По-перше:** Виникають великі сумніви, чи можуть два чи три електробойлери ємністю 80 літрів кожний забезпечити гарячою водою дитсадок на 300 дітей. Норматив забезпечення гарячою водою ніким не перевіряється.

При опитуванні працівників дитячих закладів з'ясовується, що в залежності від варіанту та якості

гарячого водопостачання (кількість та температура гарячої води) суттєво залежить кількість миючих засобів, що використовується. Чим нижче якість ГВП, тим більше хімії.

Це питання є важливою темою для дослідження, бо стосується здоров'я дітей та забруднення оточуючого середовища.

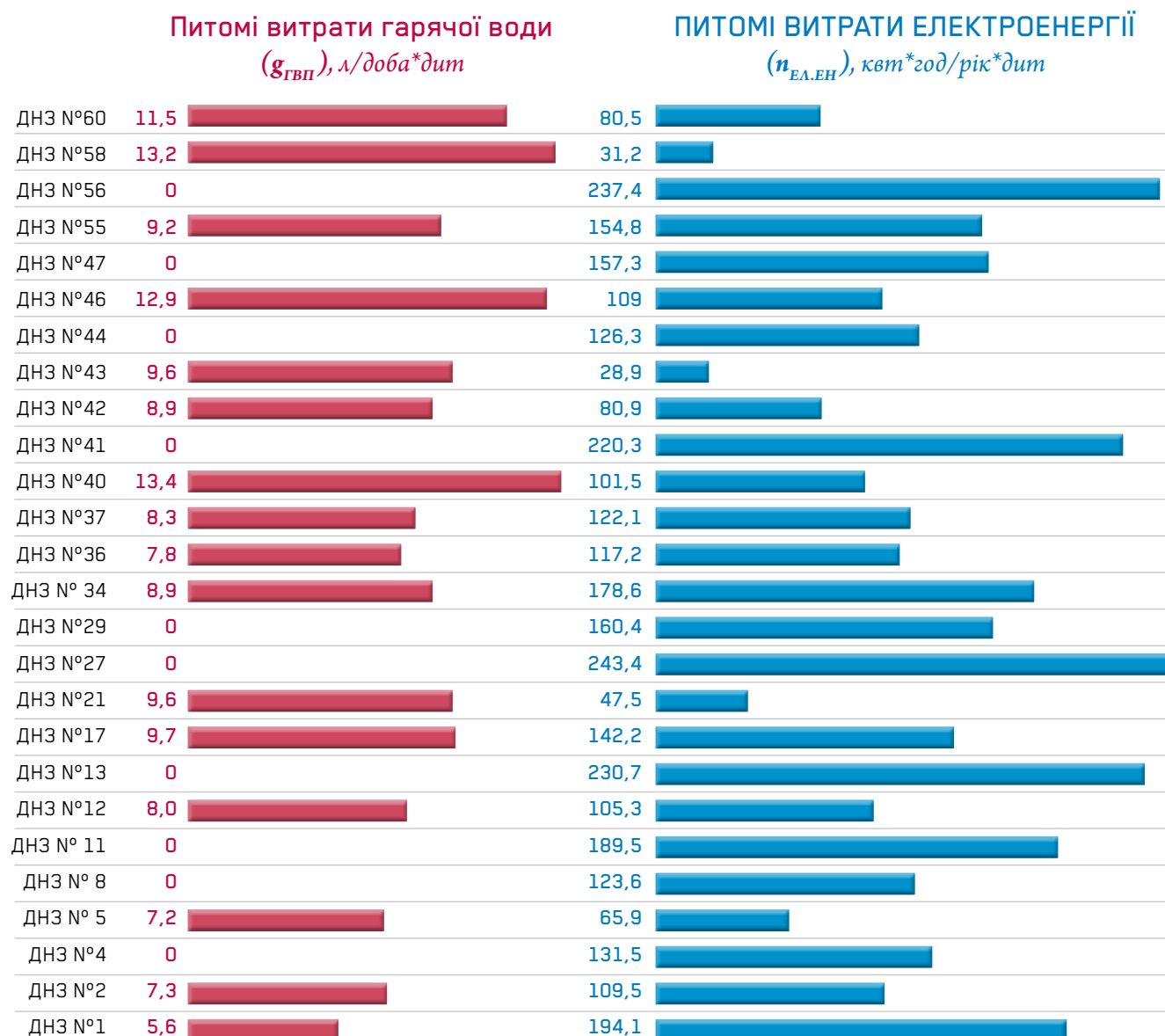
**По-друге:** Приготування гарячої води з використанням електроенергії за звичайним тарифом без впровадження спеціальних заходів не можна вважати економічним.

**По-третьє:** Використана електроенергія для нагріву води в електробойлерах або в ємностях на варочних плитах не враховується, як витрата енергії для потреб ГВП – вона десь губиться у загальних витратах електроенергії. Тому при встановленні базового рівня споживання енергії за принципом використання показань лічильників тепла будемо мати ситуацію, що не сприяє впровадженню енергосервісу.

Для ілюстрації описаної вище ситуації скористаємось статистичними даними споживання гарячої води дитячими дошкільними закладами міста Полтави (сайт Полтавської міськради <http://www.rada-poltava.gov.ua/city/energyefficiency/> ).

На рисунку 2.5 приведені графіки питомих витрат гарячої та електроенергії для групи дитячих садків міста Полтави. Питомі витрат гарячої води приведені для дитсадків, підключених до системи центрального гарячого водопостачання міста.

Рисунок 2.5





Для дитячих садків, не підключених до системи центрального ГВП, вказані нульові питомі витрати гарячої води. В цих закладах гаряча вода готується у електробойлерах та каструлях і вона не обліковується.

Аналізуючи приведені вище графіки можна зробити такі висновки:

1. Навіть в обласному центрі гарячою водою від центральної системи ГВП забезпечено біля 60% дитячих дошкільних закладів.
2. 40% дитячих закладів, що не підключені до систем центрального ГВП, готують гарячу воду способами, що фактично не передбачають обліку енергії для потреб ГВП. Якість такого гарячого водопостачання не підлягає контролю.
3. Витрати гарячої води на одну дитину за добу при центральному ГВП становлять від 5,6 до 13,4 літрів. Витрати гарячої води на одну дитину при її приготуванні в електробойлерах невідомі. Згідно будівельних норм витрати гарячої води на 1 дитину мають становити 20 літрів за добу. Яким має бути норматив гарячої води для дитячих закладів і чи потрібна гаряча вода в адміністративних будівлях та закладах культури є відкритим питанням. Не випадково новий «Санітарний регламент для дошкільних закладів ...» не містить інформації про норму гарячої води.
4. Спільний розгляд графіків питомих витрат гарячої води та електроенергії показує, що для закладів, що не мають центрального ГВП суттєво зростає питома витрата електроенергії.
5. Приведені на рисунку графіки питомих витрат гарячої води та електроенергії доцільно було б розглядати спільно з графіком споживання миючих засобів.
6. Приведені графіки та зроблені висновки можуть розглядатись як типові для більшості дитячих закладів.

Для гарячого водопостачання при розробці базового рівня споживання енергії теж доцільно вводити поняття «погоджений рівень споживання гарячої води».

Тема гарячого водопостачання досить слабо досліджена з точки зору санітарної гігієни, енергоефективності та екологічності.

## 2.5 ВИСНОВКИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ ТА САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИХ УМОВ

Проведений аналіз забезпечення нормативів мікрокліматичних умов у громадських будівлях та норм забезпечення гарячою водою дає підстави зробити такі висновки:

1. Рівень забезпечення мікрокліматичних умов у громадських будівлях не відповідає встановленим нормативам (*мінімальному рівню допустимих мікрокліматичних умов*).
2. Забезпечення громадських будівель гарячою водою потребує додаткового вивчення та аналізу.
3. Для значної частини громадських будівель відсутня можливість ведення обліку гарячої води (*енергії, що використовується для приготування гарячої води*).
4. Використання фактичного рівня споживання енергії громадськими будівлями не може бути використане в якості базового рівня споживання енергії для енергосервісних договорів та для енергетичної оцінки будівель через те, що згаданий рівень споживання енергії недостатній для забезпечення мінімально допустимого рівня комфорту та споживання гарячої води.
5. Базовий рівень споживання енергії має встановлюватись з використанням затвердженої методології розрахунків та аналізу фактичного споживання енергії та основі проведення енергетичного аудиту будівлі.

б. Зважаючи на обмежені інвестиційні можливості, широкий діапазон вимог нормативів комфорту та відсутність чітких однозначних нормативів використання гарячої води прийняти до застосування при укладанні енергосервісних договорів *(при визначенні базового рівня споживання енергії)* такі визначення:

- погоджений рівень комфорту;
- погоджений рівень споживання гарячої води.

Пропонуються такі формулювання визначень:

**Погоджений рівень комфорту** – нормативи параметрів мікроклімату у приміщеннях будівлі *(температура та повітрообмін)*, що погоджуються між замовником енергосервісу та енергосервісною компанією – виконавцем енергосервісу при укладанні енергосервісного договору на проведення комплексної термомодернізації будівлі чи виконання окремих заходів, направлених на підвищення енергоефективності будівлі.

**Погоджений рівень споживання гарячої води** – норматив споживання гарячої води, що погоджуються між замовником енергосервісу та енергосервісною компанією – виконавцем енергосервісу при укладанні енергосервісного договору на проведення комплексної термомодернізації будівлі чи виконання окремих заходів, направлених на підвищення енергоефективності та якості роботи системи гарячого водопостачання будівлі.

## Розділ 3.

## ОЦІНКА РІВНЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ ТА СТРУКТУРИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ЗА ІСНУЮЧИХ УМОВ ТА У ВІДПОВІДНОСТІ ДО ДІЮЧИХ НОРМАТИВІВ ТА ПОГОДЖЕНОГО РІВНЯ КОМФОРТУ

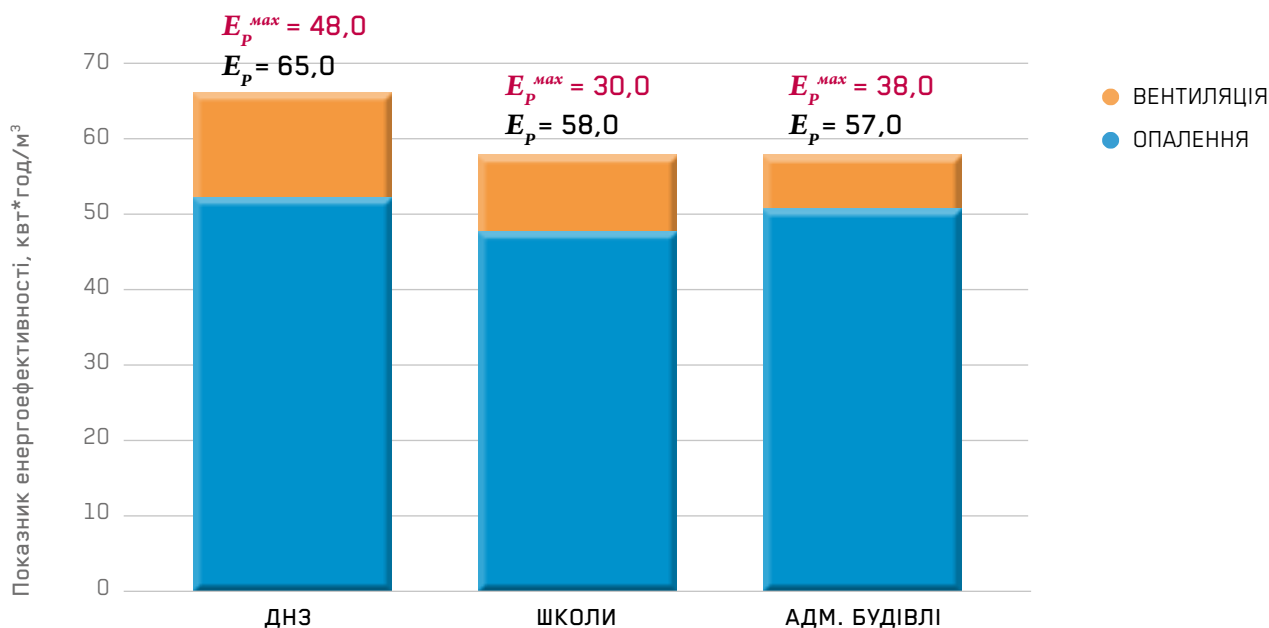
В розділах 1 та 2 звіту приведені оцінки попередньо проведених енергетичних обстежень громадських будівель. За результатами проведених оцінок були зроблені такі висновки:

- огорожувальні конструкції мають термічний опір, що в 4-6 разів нижче діючих нормативів;
- системи опалення не відповідають сучасним вимогам щодо енергетичної ефективності, але, як правило, забезпечують функціонування у відповідності до проектних потужностей;
- системи вентиляції зруйновані щонайменше на 70% відносно проектних рішень та не здатні забезпечити передбачені проектами нормативні повітрообміни;
- гаряче водопостачання у багатьох громадських будівлях не функціонує, а в їдальнях дитячих садків та шкіл та в лікарнях частіше здійснюється за спрощеною схемою з використанням електробойлерів та не в повному об'ємі;
- витрати електроенергії на приготування гарячої води в електробойлерах не обліковуються як витрати для потреб гарячого водопостачання та не впливають на показники енергетичної оцінки будівель.

За матеріалами попередньо проведених енергетичних аудитів та після проведеного аналізу фактичне споживання енергії громадськими будівлями, що обстежені, виражені у вигляді питомого фактичного енергоспоживання та приведені на графіку рисунку 3.1

Рисунок 3.1

### Структура питомих показників енергоефективності згідно попередньо проведених енергоаудитів



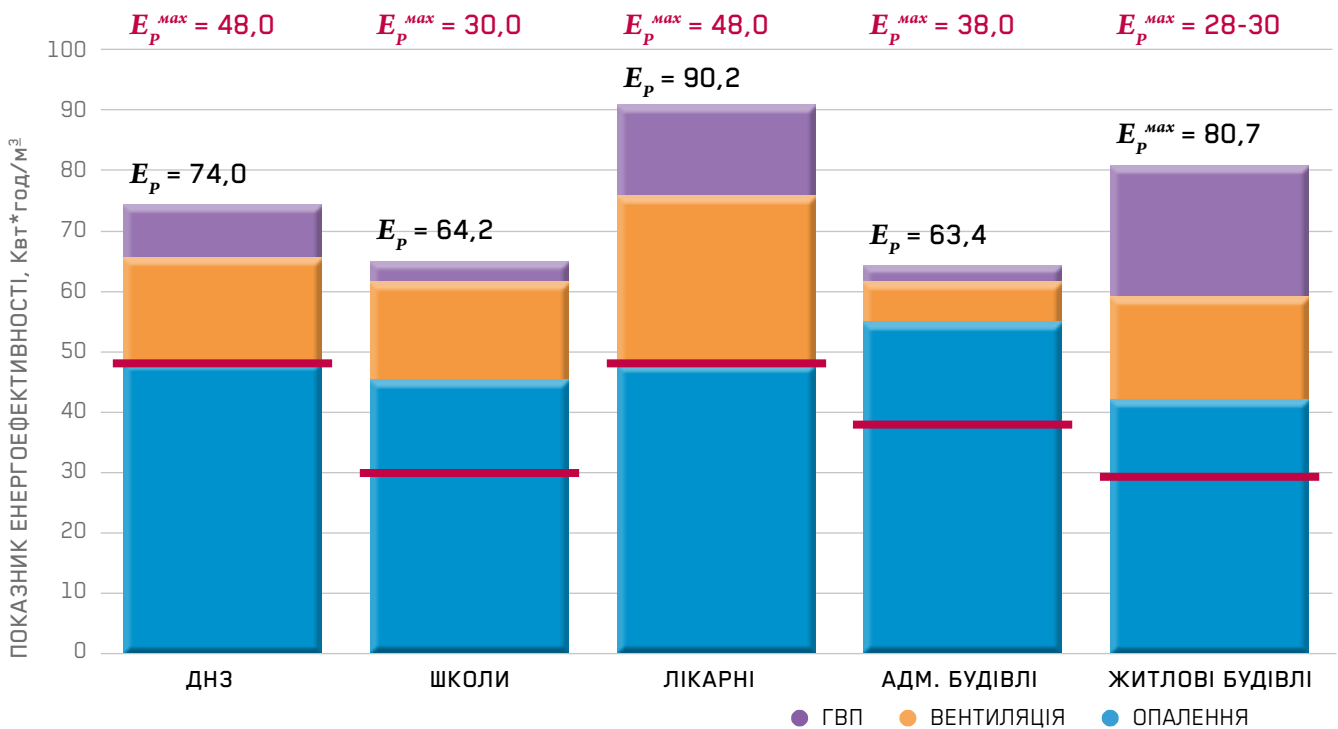
Більшість громадських будівель, що досліджуються, збудовані в період 70-х – 90-х років за нормативною базою, що забезпечувала створення у приміщеннях допустимих та, можливо, частково оптимальних умов комфорту. Витрати енергії, необхідні для експлуатації будівель того періоду визначались згідно нормативного документу, що знаходиться в переліку діючих до цього часу: КТМ 204 Україна 244-94 «Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд». Цей нормативний документ враховує витрати енергії для потреб опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Користуючись згаданим вище нормативним документом, виконаємо розрахунки енергоспоживання та питомих витрат енергії для умовних будівель: дитячого садка, школи, лікарні, адміністративного будинку та житлового будинку.

Матеріали розрахунку приведені в таблиці 3.1 та на графіку рисунку 3.2.

На графіках рисунків 3.1 та 3.2 добре відслідковується структура питомих витрат теплової енергії та загальне споживання енергії за фактичним станом та згідно нормативів 1994 року, що мали відповідати вимогам проектів в період введення в експлуатацію громадських будівель.

Рисунок 3.2

### Структура питомих показників енергоефективності згідно КТМ-204



Аналіз графіків показує, що через недостатній повітрообмін у приміщеннях будівель та фактичну відсутність гарячого водопостачання або через відсутність обліку витрат енергії на ГВП фактичні витрати енергії нижчі, ніж ті, що передбачались проектом.

Так за попередньою оптимістичною оцінкою для будівель шкіл загальне зменшення питомого споживання енергії становить біля 10%, для дитячих садків – 12%, для адміністративних будівель – 10%. При цьому питомі витрати для потреб вентиляції для дитячих садків знизились на 40%, для шкіл – на 50%, а для адміністративних будівель – на 60%.

Існуючий стан енергоспоживання громадських будівель характеризується ще й тим, що ліквідована, або не обліковується споживання гарячої води.

Порівняння фактичних витрат енергії громадськими будівлями з нормативними даними згідно вимог КТМ-204 були проведені з тієї причини, що цей документ найбільш повно відображає енергоспоживання громадськими будівлями при забезпеченні допустимих санітарно-гігієнічних вимог. В той же час згаданий нормативний документ необхідно вважати за документ, що не відповідає вимогам часу та може використовуватись лише для загальних оцінок та довідок.

Таблиця 4.1

**РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ**  
для експлуатації громадських будівель згідно вимог КТМ 204 Україна 244-94

Найменування об'єкта	К-сть дітей, місць, учнів	Об'єм будівл., V, м <sup>3</sup>	Види споживання енергії	Питоме споживання енергії ккал/м <sup>3</sup> *год*град або л/доба	Коеф. α	Коефіц. переводу зовнішнього об. у внутрішній	К-сть опалов. періоду	К-сть годин в добі	К-сть роб. днів за рік	Температура, °C		Витрати тепла		Питомі витрати тепла, кВт*год/рік*м <sup>3</sup>	
										внутр.	зовн.	ккал/рік	кВт*год/рік	за складов.	всього
Дитячі садки	300	7000	опалення	0,34	1,16	1,18	178	24		20	-0,8	289475313	336599	48,1	73,4
		7000	вентиляція	0,22		1,18	178	16		20	-0,8	107648020	125172	17,9	
		7000	ГВП	12					250				45000000	52326	
Школи	580	13000	опалення	0,25	1,16	1,18	178	24		20	-0,8	395291919	459642	35,4	52,8
		13000	вентиляція	0,2		1,18	178	16		20	-0,8	181743411	211330	16,3	
		13000	ГВП	3					150				13050000	15174	
Лікарні	500	13000	опалення	0,32	1,16	1,18	178	24		21	-0,8	530299313	616627	47,4	90,2
		13000	вентиляція	0,3		1,18	178	18		21	-0,8	321436814	373764	28,8	
		13000	ГВП	25					250				156250000	181686	
Адмін будівлі	150	7000	опалення	0,38	1,16	1,18	178	24		20	-0,8	323531232	376199	53,7	63,4
		7000	вентиляція	0,1		1,18	178	16		20	-0,8	48930918	56896	8,1	
		7000	ГВП	5					250				9375000	10901	
Житлові будинки	300	25000	опалення	0,35	1,16	1	178	24		20	-0,8	901904640	1048726	41,9	80,8
		25000	вентиляція	0,25		1	178	16		20	-0,8	370240000	430512	17,2	
		25000	ГВП	85					365				465375000	541134	

Для оцінки сучасних вимог щодо енергоспоживання громадських будівель не існує нормативних показників, аналогічних тим, що містяться в КТМ-204. Енергоспоживання має розраховуватись у відповідності до методології нещодавно введених в дію ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 та ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Згідно згаданих вище стандартів для коректного визначення річної енергопотреби та річного енергоспоживання існуючими будівлями необхідно враховувати такі основні дані:

- геометричні та теплотехнічні характеристики всіх огорожувальних конструкцій;
- інформацію про системи вентиляції, їх дієздатність та режими роботи;
- характеристики теплових надходжень від внутрішніх джерел теплоти та теплових надходжень від сонця;
- кліматичні дані (розрахункові та фактичні);
- вимоги комфорту: температура та вологість повітря, повітрообмін (чистота повітря) та фактичне забезпечення вимог комфорту;
- вимоги до гарячого водопостачання та освітлення будівель;
- дані, про технічний стан та режими експлуатації систем опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання, освітлення;
- дані щодо розмежування будівлі на окремі зони, що мають різні інженерні системи та різні вимоги комфорту;
- інформація про управління – регулювання інженерних систем, що впливає на споживання енергії;
- інформація про невідновлювальні втрати енергії будівлями (наприклад – відсутність теплової ізоляції теплопроводів).

Методологія згаданих розрахунків введена відносно недавно. Статистична інформація щодо нормативного енергоспоживання згідно нової методології відсутня. Методологія відносно складна, але цілком придатна для використання кваліфікованими і енергоаудиторами.

Особливо необхідно відмітити перспективність нової методології. Ця методологія є основою для розробки розрахункової математичної моделі будівлі (енергетичної моделі будівлі). Необхідність розробки розрахункової математичної моделі будівлі встановлюється вимогами ДСТУ НБА.2.2-13:2015 «Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель».

Розрахункова модель будівлі – це математична модель, в якій всі складові частини будівлі, режими експлуатації будівлі, кліматичні та метеорологічні умови, що впливають на споживання енергії, замінюються математичними моделями, які здатні моделювати енергопотребу, енергоспоживання та показники енергетичної ефективності будівель.

Схема структури розрахункової моделі будівлі приведена на рисунку 3.6.

Рисунок 3.6



Розрахункова математична модель будівлі дає можливість її застосування для вирішення широкого кола питань, серед яких:

- встановлення базового рівня споживання енергії;
- визначення споживання енергії для різних варіантів стану та експлуатації будівель;
- моделювання проекту термомодернізації будівлі та окремих етапів проекту;
- аналіз техніко-економічних показників впровадження заходів з енергозбереження;
- оцінка енергоефективності будівлі;
- забезпечення впровадження та ведення якісного енергетичного менеджменту;
- акумулювання досвіду.

Апробація згаданої вище методології по визначенню енергопотреби та енергоспоживання будівель була виконана автором цього звіту при проведенні енергетичного аудиту будівлі Філії НТКУ «Сумська регіональна дирекція». Проведені розрахунки показали реальну можливість створення розрахункової (математичної) енергетичної моделі будівлі навіть з використанням широко розповсюдженої програми Microsoft Excel.

Проведена робота підтвердила можливість та необхідність виконання розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції та гарячому водопостачанні з використанням методології ДСТУ Б А.2.2-12:2015

Використання даних по фактичному споживанню енергії при виконанні комплексних розрахунків дають змогу об'єктивного встановлення базового рівня споживання енергії.

При проведенні обстеження будівлі телекомпанії виявлено, що у приміщеннях будівлі температурний режим практично постійно нижчий допустимого. У значній частині приміщень активно та тривалий час використовуються побутові електропідігрівачі. Цей факт отримав свою кількісну та якісну оцінку при проведенні аналізу споживання електроенергії. Обстеження фактичного стану системи опалення та аналіз проектної документації показав, що значна частина нагрівальних приладів демонтована.

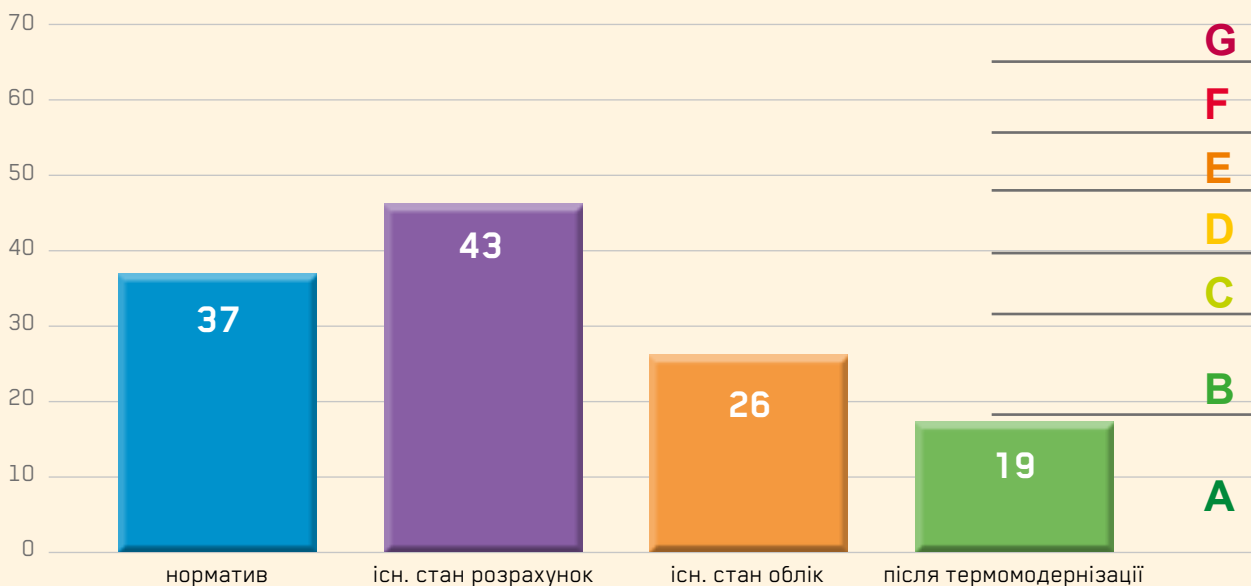
Будівля має потужну мережу вентиляційних систем, тому повітрообмін знаходиться на допустимому рівні.

Безперечними висновками обстежень були:

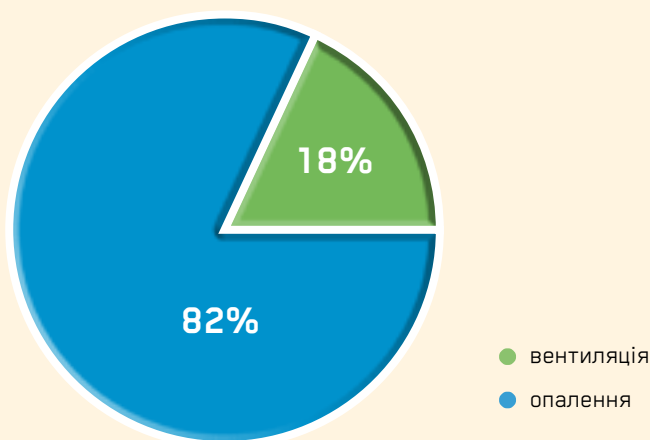
- у приміщеннях будівлі не забезпечується допустимий температурний режим у холодний період року;
- через відсутність системи охолодження та низький рівень термічного опору огорожень в теплий період року температура у приміщеннях значно вище норми;
- дані по фактичному споживанню теплової енергії не можуть бути використані в якості базового рівня споживання енергії;
- фактичне споживання теплової енергії по показанням теплових лічильників за три останні роки становить 203 Гкал/рік або 236047 квт\*год/рік;
- в разі забезпечення допустимих метеорологічних умов в холодний період року без використання охолодження в теплий період року енергоспоживання будівлі має становити 468512 квт\*год/рік, при цьому потреба в гарячій воді відсутня.

На рисунку приведений графік питомих річних показників енергоспоживання будівлі, який д обрє ілюструє ситуацію, яка досліджується:

### Графік класифікації та показників е нергоефективності будівлі, квт-год/м<sup>3</sup>\*рік



- існуючий фактичний рівень питомого споживання теплової енергії (26 квт\*год/м<sup>3</sup>) дає змогу віднести будівлю до класу енергоефективності «В», що абсолютно не відповідає фактичному стану будівлі;
- максимально-допустиме значення питомої енергопотреби ( $E_{pmax} = 37$  квт\*год/м<sup>3</sup>) значно вище фактичного питомого енергоспоживання (цей показник враховує витрати енергії на забезпечення оптимального рівня мікрокліматичних умов, гаряче водопостачання та забезпечення функціонування охолодження);
- розрахункове питоме енергоспоживання існуючої будівлі (43 квт\*год/м<sup>3</sup>), визначене при розробці розрахункової моделі будівлі, враховує енергоспоживання на створення допустимих мікрокліматичних умов в холодний період року та не враховує витрати енергії на створення оптимальних мікрокліматичних умов та гаряче водопостачання.



Структура споживання існуючої будівлі приведена на графіку.

Проведені розрахунки дали можливість отримати цікаву та важливу інформацію про те, що внутрішні та сонячні теплові надходження майже компенсують втрати тепла при транспортуванні та розподілі у будівлі та становлять близько 15-20% від енергопотреби будівлі.



## Розділ 4.

## ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЇ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ БУДІВЕЛЬ.

Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» передбачає, що у більшості випадків при реалізації енергосервісних договорів у громадських будівлях має проводитись енергетична оцінка та сертифікація енергетичної ефективності будівель.

Для існуючих будівель сертифікація енергетичної ефективності – це енергетичний аудит, під час якого здійснюється аналіз інформації щодо фактичних характеристик огорожувальних конструкцій та інженерних систем, оцінюється рівень споживання енергії для умов експлуатації будівлі, аналогічних тим умовам експлуатації, які закладені при встановленні «еталону», що визначає мінімальні вимоги щодо енергетичної ефективності будівлі. До умов експлуатації, що мають бути аналогічними відносяться: погоджений рівень метеорологічних умов (допустимі, оптимальні), кліматичні умови, режими експлуатації будівлі.

Згаданий вище рівень споживання енергії існуючої будівлі і являється **базовим рівнем споживання енергії**.

---

**Базове енергоспоживання** – кількість енергії, яку споживає будівля в розрахункових умовах внутрішнього мікроклімату в будівлі та зовнішнього середовища при проектних характеристиках функціонування відповідних інженерних систем будівлі.

Пункт. 3.1 ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель»

---

Таким чином для будівлі, для якої впроваджується енергосервісний договір, базовий рівень споживання енергії є спільним (єдиним), як для визначення економії за результатами впровадження договору, так і для енергетичної оцінки (сертифікації) будівлі. Тому розглянемо питання методології проведення енергетичної оцінки будівель.

---

Базовий рівень споживання енергії, що відповідає «еталонним» умовам експлуатації будівлі, та використовується при сертифікації енергетичної ефективності будівлі, може бути використаний як база для визначення економії енергоресурсів лише у випадках, коли енергосервісний договір передбачає проведення повного об'єму комплексної термомодернізації із забезпеченням «еталонних» умов експлуатації будівлі – при досягненні погодженого рівня санітарно-гігієнічних умов. В разі, якщо енергосервісний договір передбачає реалізацію окремих заходів, базовий рівень споживання енергії має відповідати заявленому в договорі рівню досягнення санітарно-гігієнічних умов. При цьому всі інші умови теж мають бути аналогічними.

---

Методологія проведення енергетичної оцінки будівель визначається вимогами ДСТУ-НБА.2.2-13:2016 «Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель», ДСТУ Б EN 15603:2013 «Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки» та ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».

Оцінка енергетичної ефективності будівель має проводитись на рівнях:

- енергопотребі будівлі;
- енергоспоживання будівлі;
- первинної енергії/викидів CO<sub>2</sub>.

**Енергопотреба будівлі** – це теплота, яку необхідно подати або видалити в опалювальний об'єм для підтримання встановлених температурних умов у продовж визначеного періоду часу (*без урахування теплових втрат*).

**Енергоспоживання будівлі** визначається як енергопотреба плюс регулярні неутилізовані теплові втрати системи та додаткова енергія. (*теплові втрати мають місце при виробництві, транспортуванні, розподілі акумулюванні та тепловіддачі*).

**Додаткова енергія** – це енергія, яку споживають інженерні системи будівлі (*насоси, вентилятори, електропривід, електроніка*).

**Первинна енергія** – це енергія, до якої не були застосовані процеси перетворення або трансформації (*для будівель – це енергія спожита при виробництві енергії, поставленої до будівлі*). Первинна енергія розраховується з використанням коефіцієнтів перетворення.

При проведенні оцінки відповідності енергетичних характеристик будівлі за показником енергопотребити враховують витрати на опалення, вентиляцію, охолодження, гаряче водопостачання.

При проведенні оцінки відповідності енергетичних характеристик будівлі згідно вимог ДСТУ Б EN ISO 13790 та інших стандартів має бути враховане енергоспоживання та послуги згідно таблиці 3 ДСТУ-НБА.2.2-13:2015 Інформація таблиці 3 ДСТУ приведена в таблиці 4.1

Таблиця 4.1

Енергоспоживання	Будинки дошкільних навчальних закладів та закладів охорони здоров'я	Будинки соц. захисту населення, громадських організацій та управління, споруди дозвілля та споруди комунального господарства
Опалення приміщень	+	+
Попередні підігрів повітря	+	+
Додаткова енергія	+	+
Вентиляція	+	+
ГВП	+	+
Освітлення	+	+
Охолодження приміщень	-	+
Попереднє охолодження повітря	-	+
Додаткова енергія	-	+

Таким чином при проведенні енергетичної оцінки дитячих дошкільних та навчальних закладів мають враховуватись витрати енергії на опалення, вентиляцію, ГВП та освітлення. Для будівель соціального захисту населення, будівель громадських організацій та управління, розважальних споруд та споруд комунального господарства додатково мають враховуватись витрати енергії на охолодження.

Оцінка енергетичних характеристик будівлі може здійснюватись розрахунковим методом чи вимірвальним. В таблиці 4 ДСТУ-НБА.2.2-13:2015 приведені методичні принципи енергетичних оцінок:

Таблиця 4. Методичні принципи енергетичних оцінок

Методи енергетичної оцінки	Види	Вхідні дані			Мета оцінки
		Умови використання	Клімат	Будівля	
Розрахункова	Проектний	Стандартні	Стандартний	Проектowana	Відповідність чинним вимогам
	Обстежувальний	Стандартні	Стандартний	Існуюча	Документ оцінки енергетичної ефективності із опрацюванням фактичного стану, норми та правила
	Вимірювальний	Залежно від цілі		Існуюча	Оптимізація, перевірка, планування модернізації
Виміряна	Експлуатаційний	Фактичні	Фактичний	Існуюча	Документ оцінки енергетичної ефективності на основі фактичних умов експлуатації, в якості додаткової інформації

Із таблиці 4 стандарту зрозуміло, що розрахунковий метод оцінки є основним та практично єдиним. Виміряна оцінка використовується лише в якості додаткової інформації для реалізації розрахунково-вимірювального методу оцінки.

Енергетичну ефективність будівлі представляють загальним показником  $E_p$ , який може бути представлений:

- первинною енергією ( $E_p$ ) – як основним показником енергетичної ефективності;
- викидами  $CO_2$  ( $m_{CO_2}$ ) – як додатковим показником енергетичної ефективності.

Для порівняння енергетичної ефективності даної будівлі з енергетичною ефективністю еталонної будівлі застосовуються **контрольні показники**. Основним контрольним показником є мінімальні норми енергоефективності будівель згідно з чинними нормами: ДБН В.2.6-31:2016.

Згідно пункт 8.2 ДСТУ-НБА.2.2-13:2015 «Споживання енергії, яке враховується при визначенні контрольних показників, має відповідати споживанню енергії, що розглядається при встановленні показника енергетичної ефективності»

У відповідності до вимог ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» загальний показник енергоефективності будівлі  $E_p$ , від значення якого залежить клас енергоефективності будівлі, при проведенні сертифікації будівель, має визначатись за умовою:  $E_p \leq E_p^{max}$

де,  $E_p$  питома річна енергопотреба будівлі, що являє собою суму питомих річних енергопотреб для опалення ( $E_p^{опал}$ ), вентиляції ( $E_p^{вент}$ ), охолодження ( $E_p^{охол}$ ) та гарячого водопостачання ( $E_p^{ГВП}$ ) з урахуванням внутрішніх теплових надходжень ( $E_p^{вн.н}$ ) та теплових надходжень від сонячної радіації ( $E_p^{сонц}$ ).

В розгорнутому вигляді показник енергоефективності будівлі буде визначатись за такою формулою:

$$[ E_p^{опал} + E_p^{вент} + E_p^{охол} + E_p^{ГВП} - (E_p^{вн.н} + E_p^{сонц}) ] \leq E_p^{max}$$

де,  $E_p^{max}$  – максимально-допустима питома енергопотреба будівлі для опалення, вентиляції, охолодження та гарячого водопостачання.

Норматив максимально-допустимої питомої енергопотреби будівлі відповідає певним розрахунковим умовам внутрішнього мікроклімату у будівлі, кліматичним умовам зовнішнього середовища та певним заданим характеристикам функціонування інженерних систем.

Величина питомої річної енергопотреби ( $E_p$ ) являє собою відношення теплової енергії, що споживається будівлею, та об'єму будівлі:  $E_p = \Sigma Q / V$ , *квт\*год/рік\*м<sup>3</sup>*.

$$\text{де, } \Sigma Q = [ Q^{\text{опал}} + Q^{\text{вент}} + Q^{\text{охол}} + Q^{\text{ГВП}} - (Q^{\text{вн.н}} + Q^{\text{сонц}}) ] \text{ квт*год/рік}$$

Величина  $\Sigma Q$  має назву – базове енергоспоживання.

Згідно п. 3.1 ДСТУ Б.в.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель»:

---

**Базове енергоспоживання** – це кількість енергії, яку споживає будівля в розрахункових умовах внутрішнього мікроклімату у будівлях та зовнішнього середовища при проектних характеристиках функціонування відповідних інженерних систем будівлі.

---

Таким чином  $E_p^{max}$  являється базою порівняння (*еталоном*) для порівняння з питомою енергопотребою будівлі, що відповідає реальному стану будівлі (*стану теплової оболонки, та інженерних систем*) та за аналогічних умов експлуатації будівлі. Тобто мають бути однаковими нормативи мікроклімату, зовнішніх метеорологічних умов, режимів експлуатації інженерних систем та інших параметрів функціонування будівлі, від яких залежить рівень споживання енергії.

При проведенні енергетичної оцінки будівель у відповідності до вимог ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» використовується показник  $E_p^{max}$  – максимально допустима питома енергопотреба будівлі для опалення, вентиляції, охолодження та гарячого водопостачання. Значення  $E_p^{max}$  приведені в таблиці 1 ДБН В.2.6-31:2016.

Ознайомлення з методологією енергетичної оцінки будівель згідно ДСТУ-НБА.2.2-13:2015 та ДБН В.2.6-31:2016 залишає велику кількість питань. Вирішення цих питань є важливим для розуміння природи факторів, що впливають на формування та встановлення базового рівня споживання енергії будівлями та ролі базового рівня при застосуванні механізму ЕСКО.

Серед згаданих вище питань є такі питання:

1. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель (ДСТУ-НБА.2.2-13:2015) вимагає здійснювати оцінку енергетичної ефективності будівель на рівні: енергопотреби, енергоспоживання та первинної енергії. В той же час, нормативне максимальне питома значення  $E_p^{max}$  визначається виключно на рівні енергопотреби.  
Чи є логічним встановлення класу енергетичної ефективності будівель без врахування втрат теплової енергії при виробництві, транспортуванні та розподілі у будівлях?
2. Таблиця 3 ДСТУ-НБА.2.2-13:2015 до переліку послуг, що включаються в енергоспоживання будівлі включає енергоспоживання для потреб освітлення. В той же час згідно розділу 5 ДБН В.2.6-31:2016 енергоспоживання для потреб освітлення не входить до переліку послуг, що включаються в енергоспоживання будівлі, що є базою при встановленні класу енергетичної ефективності будівлі.  
Чи впливає енергоспоживання систем внутрішнього освітлення будівель на енергетичну оцінку будівель?
3. Пункт 4.1 та інші пункти ДБН В.2.6-31:2016 встановлюють норматив максимальної питомої енергопотреби будівель ( $E_p^{max}$ ) за умови «задоволення потреб людей та створення оптимальних мікрокліматичних умов у будівлях». Створення у приміщеннях оптимальних мікрокліматичних умов потребує підвищених витрат енергії у порівнянні з варіантом створення допустимих мікрокліматичних умов.

Проведені енергетичні обстеження громадських будівель дають підстави стверджувати, що у більшості будівель фактичний повітрообмін, що суттєво впливає на енергоспоживання, знаходиться на рівні значно нижчому за допустимий. Крім того є факти недотримання температури повітря у приміщеннях та відсутності послуг гарячого водопостачання. Витрати на



- Чим пояснити зміни у нормуванні  $E_p^{max}$  у ДБН 2016 року по відношенню до ДБН 2006 року? Чому норматив для дитячих садків збільшився на 50%, а норматив для адміністративних будівель збільшився на 200%?

Найменування будівель	$E_p^{max}, \text{кат}^* \text{год}/\text{м}^3$			
	ДВН В.2.6-31:2006		ДБН В.2.6-31:2016	
	I зона	II зона	I зона	II зона
Дитячі садки	36	33	48	50
Школи	31	28	28	30
Лікарні	47	42	48	50
Адмінбудівлі	15	13	38	40

Питання проведення енергетичної оцінки будівель тісно пов'язане з ключовим питанням формування енергосервісних договорів – базовим рівнем енергоспоживання. Але при цьому необхідне усвідомлення, що базовий рівень споживання енергії будівлею – це не єдиний, один раз визначений показник для всіх ситуацій. Базовий рівень – це база для порівняння витрат енергії при розгляді конкретних ситуацій. Так, при сертифікації будівель базовий рівень має визначатись розрахунковим методом, для тих самих умов, що застосовувались при визначенні еталонних значень  $E_p^{max}$ .

Розробником переважної більшості будівельних норм та національних стандартів, що формують порядок проведення енергетичної оцінки будівель та порядок визначення базового рівня споживання енергії будівлями є Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» У зв'язку з великою кількістю питань щодо порядку проведення енергетичної оцінки будівель та встановлення базового рівня проведені консультації з директором згаданого ДП НДІБК д.т.н. Фаренюком Г.Г. В ході консультацій підтверджена логічність та закономірність питань, що виникли та зазначено, що методологія проведення енергетичної оцінки будівель ще знаходиться в стадії розробки. Ряд важливих питань потребують доопрацювання та внесення змін.

Важливим підсумком консультацій є підтвердження висновку, що фактичний рівень споживання енергії будівлями не може використовуватись в якості бази порівняння ні при проведенні енергетичної оцінки (сертифікації) будівель, ні при формуванні енергосервісних договорів.

При проведенні сертифікації будівель для встановлення базового рівня має проводитись розрахунок у відповідності до затвердженої методології, що враховує забезпечення в існуючих будівлях оптимальних мікрокліматичних умов згідно положень ДСТУ Б EN 15251:2011 «Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики».

При підготовці енергосервісних договорів базовий рівень має встановлюватись розрахунком, що враховує рівень мікрокліматичних та санітарно-гігієнічних вимог, що мають забезпечуватись у будівлях після впровадження заходів з енергоефективності, передбачених договором.

Зазначено, що для проведення енергетичної оцінки будівель на всіх передбачених рівнях (*енергопотреба, енергоспоживання та первинна енергія*) ще не встановлені **всі контрольні показники**. Встановлена лише нормативна максимальна питома енергопотреба для будівель (*табл. 1 ДБН В.2.6-31:2016*). Енергетична оцінка будівель на рівні енергопотреби є неповною та не відображає справжній рівень енергоефективності, бо втрати теплової енергії при виробництві, транспортуванні та розподілі у будівлі є значними.



## Розділ 5.

## КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУВАННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ БАЗОВОГО РІВНЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ ГРОМАДСЬКИМИ БУДІВЛЯМИ ТА РОЛІ БАЗОВОГО РІВНЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ БУДІВЕЛЬ ТА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МЕХАНІЗМУ ЕСКО

Потенціал енергозбереження громадських будівель за сучасним рівнем вимог становить близько 50-60%. Тому впровадження енергосервісних договорів має бути ефективним. Загальновідомо, що найдешевшою енергією є заощаджена енергія і, що впровадження енергоощадних заходів генерує потужний грошовий потік (економію), що створює основу для інвестицій у впровадження проектів енергоефективності. Тобто основа для впровадження ідеології ЕСКО шляхом створення інвестиційної привабливості енергосервісних договорів існує. Слова «нові інвестиційні можливості» та «широкомасштабна енергомодернізація» у назві закону з'явилися не випадково.

Але щось не спрацьовує, існують бар'єри, і одним із бар'єрів, чи не найголовніших, є встановлений законом механізм визначення економії енергоносіїв при впровадженні ЕСКО-договорів..

Будівлі споживають енергію для створення певного рівня мікрокліматичних умов у приміщеннях та забезпечення людей гарячою водою. В розділі 3 звіту були розглянуті нормативи санітарно-гігієнічних вимог та стан інженерних систем громадських будівель, що мають забезпечити щонайменше допустимий рівень санітарно-гігієнічних вимог. Крім того розглянуті матеріали попередньо проведених енергетичних аудитів громадських будівель для аналізу прикладів фактичного забезпечення санітарно-гігієнічних вимог у будівлях.

За попередніми висновками у більшості громадських будівель на протязі року не забезпечується гарантований мінімальний рівень допустимих санітарно-гігієнічних умов. Перш за все це стосується повітрообміну. Але є питання і стосовно забезпечення температурного режиму та гарячого водопостачання.

Чим нижчий рівень забезпечення санітарно-гігієнічних умов, тим нижчі витрати енергії. У громадських будівлях існує дві причини низького рівня комфорту. Це незадовільний технічний стан інженерних систем (систем опалення та вентиляції) та «адміністративне енергозбереження» - встановлення лімітів споживання енергії за принципом «від досягнутого». У місцевих бюджетах кошти на оплату енергоносіїв передбачають за принципом: «як у минулому році, а краще зі знижкою». При цьому за замовчуванням вважається, що комфорт у будівлях забезпечується, а проблеми існують лише з ціною на енергоносії.

Таким чином фактичний рівень споживання енергії у громадських будівлях не може забезпечувати створення у цих будівлях допустимого рівня санітарно-гігієнічних умов. Звичайно, мають бути виключення, але для більшості будівель такий висновок відповідає дійсності. Тому прийняття існуючого рівня споживання енергії в якості **базового рівня** є не лише помилковим, а і шкідливим.

**По-перше:** фактично відбувається офіційне прийняття низького рівня комфорту за офіційний норматив.

**По-друге:** зникає фактор інвестиційної привабливості, бо **неможливо** за умов прозорості досягти економії енергоресурсів при одночасному забезпеченні допустимих санітарно-гігієнічних умов.

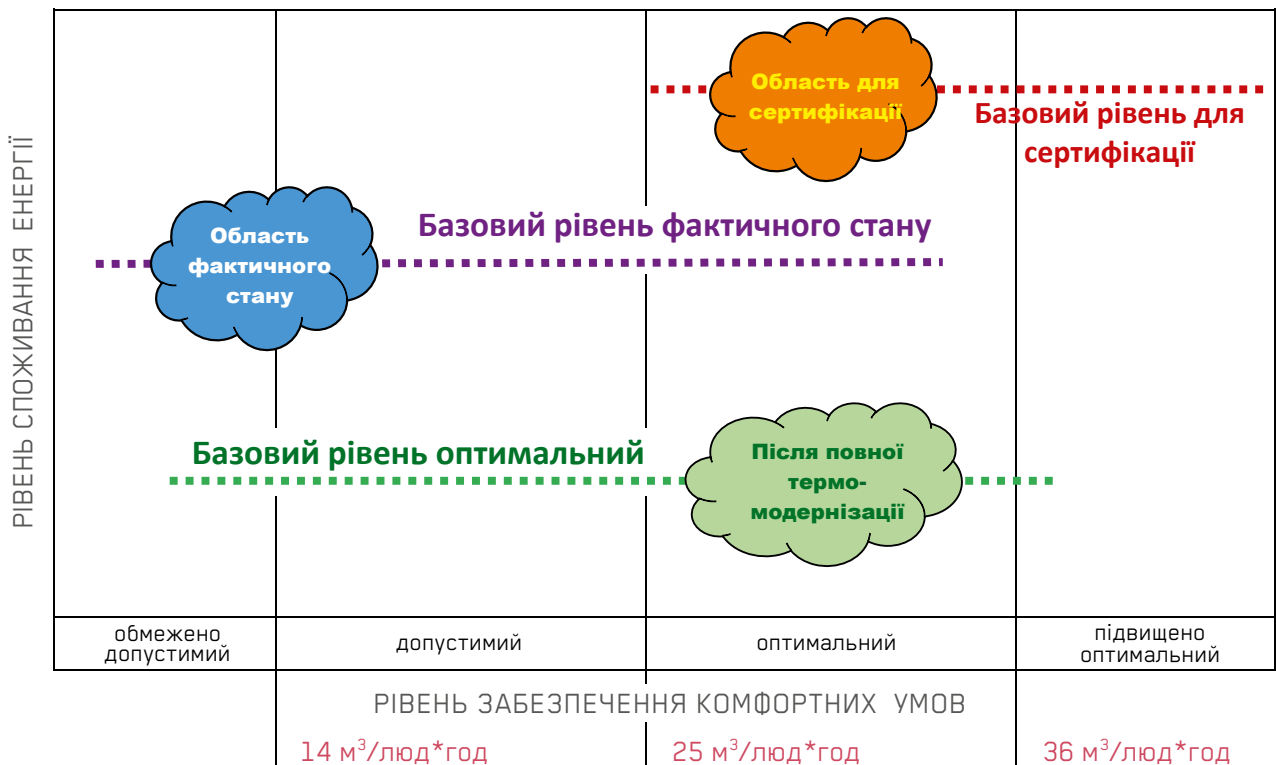
**ВАЖЛИВО:**

Необхідність досягнення погодженого рівня санітарно-гігієнічних умов (щонайменше – допустимих умов) є АКсіОМОЮ.

Будівля, що є предметом впровадження енергосервісного договору, у відповідності до вимог Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», підлягає енергетичній оцінці та сертифікації її енергетичної ефективності. Ще до початку реалізації договору необхідно виконати енергетичну оцінку будівлі та встановити клас її енергетичної ефективності.

Як при визначенні розрахункової економії при підготовці ЕСКО-договору, так і при проведенні енергетичної оцінки (сертифікації) будівлі необхідно визначати базовий рівень споживання енергії (база порівняння споживання енергії). База порівняння залежить від рівня комфорту, що створюється у будівлі. Принципова схема взаємозв'язку споживання енергії та рівня комфорту у будівлі приведена на рисунку 5.1.

Рисунок 5.1.



Санітарно-гігієнічні параметри:

- температурний режим (опалення)
- повітрообмін (вентиляція)
- охолодження (системи кондиціювання)
- гаряче водопостачання

В розділі 4 звіту описана ситуація з енергетичної оцінки громадських будівель з використанням даних по фактичному споживанню енергії на прикладі дитячих садків одного із міст України. Розглянемо цю ситуацію більш детально на прикладі типового дитячого садка – одного із найбільш поширеного в Україні.



## Типовий проект: т. п. 214-2-22

- Опалювальна площа – до 2200 м<sup>2</sup>  
 Опалювальний об'єм – до 6900 м<sup>3</sup>  
 Розрахункова кількість дітей – 220-280 дітей.

Згідно інформації, що розглядалась вище, існуючий стан будівлі має такі характеристики:

- термічний опір огорожувальних конструкцій в 4-6 разів нижче діючого нормативного;
- існуючі вентиляційні системи забезпечують повітрообмін у приміщеннях на рівні 0,2-0,3 крат;
- нормативний повітрообмін за допустимим вимогами має становити до 0,7 крат;
- нормативний повітрообмін за оптимальними вимогами має становити близько 1,4 крат;
- вважаємо (прийmemo), що при існуючому стані температурний режим у приміщеннях забезпечується в холодний період року на рівні допустимий – оптимальний; вплив ГВП на показники енергетичної ефективності не враховується.

Розглянемо енергетичні показники існуючої будівлі в разі забезпечення таких рівнів санітарно-гігієнічних умов: фактичного (нижче допустимого), допустимого, оптимального. Фактично розглядається вплив повітрообміну на показники енергетичної ефективності існуючої будівлі. В таблиці 5.1 приведені оціночні дані згаданих вище показників.

Таблиця 5.1

Стан будівлі	Забезпечення санітарно-гігієнічних умов				Витрата енергії, квт*год/рік	$E_p$ квт*год/м <sup>3</sup>	$E_p^{max}$ квт*год/м <sup>3</sup>	Клас енерго-ефективності
	Температурний режим	Повітро-обмін (крат)	ГВП	Охолодження				
Існ. стан Фактичний	доп. – опт.	факт K=0,2-0,3	-	-	320000	46,0	48,0	"С" (-4,2%)
Існ. стан Аналіз	доп. – опт.	допуст. K=0,7	-	-	480000	69,6	48,0	"Е" (+45.0%)
	доп. – опт.	оптим. K=1,4	-	-	550000	79,7	48,0	"F" (+66.0%)

Проведені вище оцінки показують, що за показниками питомих витрат енергії існуючі громадські будівлі можуть знаходитись досить близько до показників будівель, що мають високий рівень енергоефективності. Але на жаль, зниження витрат енергії досягається за рахунок низького рівня санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях.

Розглянемо можливі економічні показники проведення 2- варіантів комплексної термомодернізації будівлі дитячого садка, що розглядалась вище:

## 1-й варіант:

- комплексне утеплення всіх огорожувальних конструкцій;
- модернізація системи опалення;
- вентиляція будівлі без змін, повітрообмін K=0,25;
- забезпечується скорочення споживання енергії – 60% від теплових втрат огороженнями.

## 2-й варіант:

- комплексне утеплення всіх огорожувальних конструкцій;
- модернізація системи опалення;

- проводиться малозатратний ремонт вентиляції, повітрообмін збільшиться до  $K=0,7$ ;
- забезпечується скорочення споживання енергії – 60% від теплових втрат огороженнями.

Оцінка можливих економічних показників термомодернізації будівлі дитячого садка за двома варіантами приведена в таблиці 5.2

Таблиця 5.2

Варіанти	Базовий рівень споживання енергії (квт*год/рік) Гкал/рік	Ціна теплової енергії грн/Гкал	Об'єм інвестицій грн.	Річна економія		Простий термін окупності років
				Тепла Гкал/рік	Коштів грн/рік	
1-й варіант	(320 000) 270 в т. ч.: 230,0 – опалення 40,0 – вентиляція	1500	2 070 000	141,0 в т. ч.: 141,0 – опалення 0,0 - вентиляція	211 500	9,8
2-й варіант	(320 000) 270 в т. ч.: 230,0 – опалення 40,0 – вентиляція	1500	2 070 000	61,0 в т. ч.: 141,0 – опалення -80,0 – вентиляція	91500	22,6

Приведена в таблиці 5.2 економічна оцінка показує, що ситуація достатньо складна, бо з одного боку, маємо незадовільний стан повітрообміну у громадських будівлях, з іншого боку підвищення повітрообміну, навіть у варіанті відсутності додаткових капітальних витрат, суттєво ускладнює економічні показники впровадження термомодернізації. Але найголовнішим є те, що такий стан речей ускладнює процес залучення інвестицій та ставить перепони на шляху покращення санітарно-гігієнічних умов у громадських будівлях.

Якщо приведені у таблиці 5.2 умови реалізації енергосервісного договору змінити (бо простий термін повернення інвестицій в 23 роки злякає будь-якого інвестора) за рахунок запровадження розрахункового варіанту встановлення базового рівня у відповідності до затверджених методологій, то ситуація має можливість докорінно змінитись:

- підвищується інвестиційна привабливість реалізації проектів;
- значно покращується рівень санітарно-гігієнічних умов;
- суттєво покращуються техніко-економічні показники впровадження проектів підвищення енергоефективності;
- джерелом зацікавленості енергосервісних компаній стають економічні показники, а не воля окремих керівників.

В таблиці 5.3 приведений 3-й варіант реалізації проекту, що розглядався в таблиці 5.2. Зміна порядку визначення базового рівня створює прийнятні умови для впровадження ЕСКО-договорів.

Таблиця 5.3

Варіанти	Базовий рівень споживання енергії (квт*год/рік) Гкал/рік	Ціна теплової енергії грн/Гкал	Об'єм інвестицій грн.	Річна економія		Простий термін окупності років
				Тепла Гкал/рік	Коштів грн/рік	
3-й варіант	(406977) 350 в т. ч.: 230,0 – опалення 120,0 – вентиляція	1500	2 070 000	221,0 в т. ч.: 141,0 – опалення 80,0 – вентиляція	331500	6,2

Такій пропозиції можуть заперечити, посилаючись на те, що розрахунковий метод визначення базового рівня може суттєво збільшити розміри бюджетних асигнувань на обігрів бюджетних будівель замість очікуваного зниження. На таке заперечення можна відповісти наступним чином:

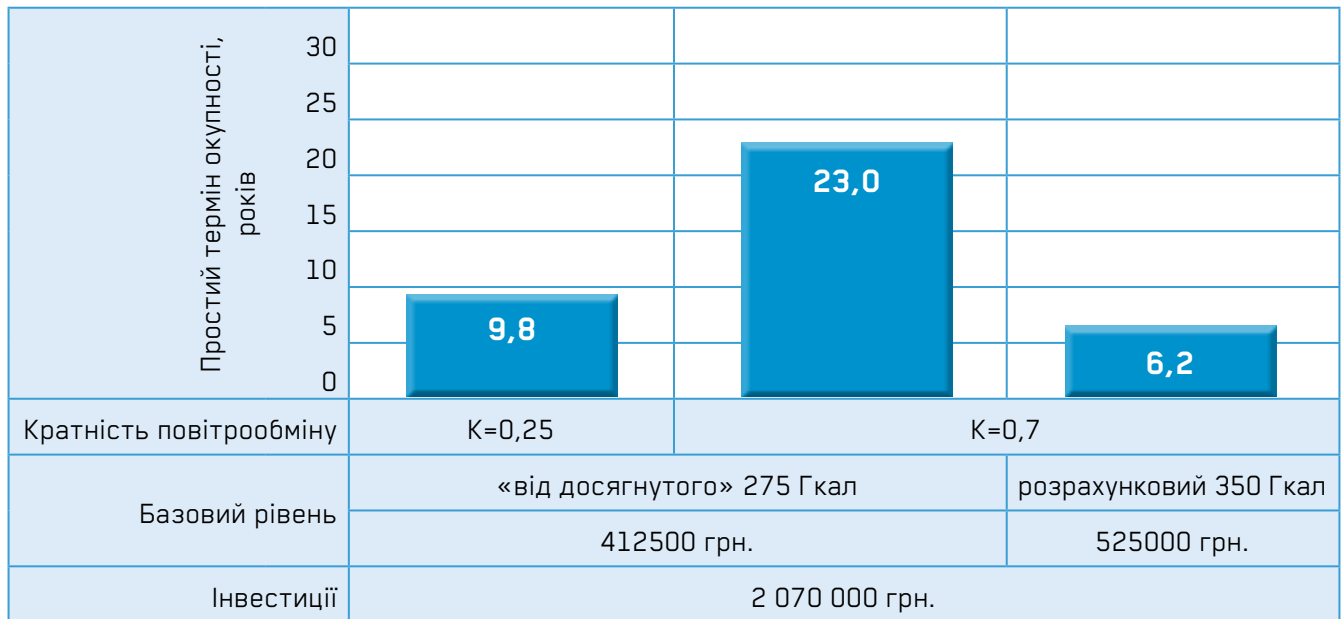
**По-перше:** мова йде про здоров'я людей (*здоров'я нації*).

**По-друге:** це стосується не всіх бюджетних установ, а лише окремих, це ті об'єкти, куди інвестор має бажання принести свої власні кошти.

**По-третє:** перехід на такий спосіб встановлення базового рівня споживання енергії необхідно розглядати під кутом невідвортної необхідності стимулювання (*регуляторного та фінансового*) процесів підвищення енергоефективності у відповідності до концепції «сталого розвитку», про яку так багато говорять з трибун, але так мало роблять, щоб сприяти сталому розвитку.

На рисунку 5.2 приведений графік термінів окупності при різних варіантах формування базового рівня.

Рисунок 5.2



В світовій практиці впровадження перфоменс-контрактів добре відома постійна стурбованість з приводу забезпечення стандартів комфорту при їх реалізації. ЕСКО-компанії мають вплив на підтримання рівня комфорту та одночасно зацікавлені в отриманні додаткової економії. Зацікавленість ЕСКО-компаній в додатковій економії значно вище, ніж зацікавленість замовників, тому бажання ЕСКО знизити рівень комфорту з метою збільшення економії має пояснення.

В розвинених країнах при укладанні ЕСКО-контрактів особлива увага з боку замовників надається можливості включення до контракту умов по **недопущенню дій з боку ЕСКО-компаній щодо зниження рівня комфорту**. Для українських енергосервісних договорів, які по справжньому ще не стартували в Україні, на цьому треба особливо наголосити. Бо українські перфоменс-контракти мають почати свою роботу в умовах, які суттєво відрізняються від західних умов. Ми не маємо достатнього рівня комфорту у громадських будівлях. Ми лише маємо нагальну необхідність створити необхідний рівень комфорту у будівлях. Тому використання фактичного споживання енергії в якості базового рівня для громадських будівель є недопустимим.

Базовий рівень має визначатися розрахунковим методом у відповідності до погодженого рівня комфорту. Крім того, рівень комфорту у будівлях має стати предметом особливого погодження при укладанні енергосервісних договорів.

Батьківщина перфоменс-контрактів – США термін «базовий рівень» не використовує. Натомість використовується термін «Базовий рік». На перший погляд може здатись, що такий термін свідчить, про

те, що в якості бази для порівняння використовується фактичний рівень споживання енергії за один із попередніх років, вибраних за певними критеріями. В дійсності все значно складніше, але логічніше. Впровадженню перфоменс-контрактів в США передують проведення якісного енергетичного аудиту найвищого рівня – інвестиційний аудит. Звичайний енергоаудит недостатній для підготовки ЕСКО-контрактів. Лише інвестиційний аудит, який максимально враховує ризики впровадження здатний відповідати вимогам перфоменс-контракту.

Ось цитата із програмного документа («Біблії та Святого Письма») американських ЕСКО-компаній: «Перфоменс-контрактинг: нові горизонти» автори Ширлі Хенсен та Дженні Вейсман:

*«Найважливішим питанням якості інвестиційного аудиту є ретельна оцінка базового року з урахуванням середнього споживання енергії за декілька останніх років та **поточних робочих умов**, що впливають на споживання».*

Американські вимоги до встановлення базового рівня, незважаючи на відмінності в назві, не відрізняються від вимог діючих в Україні нормативів.

Наступна цитата з додатку А до ДСТУ Н Б А 2.2-13:2015:

*«Порівнюють результати виміряних енергетичних витрат ... та результати проведеної енергетичної оцінки. ... у випадку, якщо розрахована енергетична оцінка відрізняється від вимірної енергетичної оцінки ... вхідні дані для розрахунків не потрібно коригувати. У цьому випадку необхідно надати примітки до вимірної енергетичної оцінки з поясненням такого випадку. Коли обидва рівні довіри є прийнятними та значним чином перетинаються, зрозуміло, що розрахункова модель будівлі є достовірною».*

Таким чином, прийнятним та таким, що відповідає вимогам діючих національних нормативних документів, є варіант встановлення базового рівня шляхом виконання розрахункової (математичної) енергетичної моделі будівлі з обов'язковим аналізом фактичного споживання енергоресурсів існуючою будівлею.

При впровадженні ЕСКО-договорів з метою підвищення енергетичної ефективності будівель у відповідності до вимог Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» необхідно проводити їх сертифікацію. Сертифікація є складовою частиною комплексу дій по проведенню оцінки енергетичної ефективності будівель, яка має проводитись на 3-х рівнях: енергопотребі будівлі, енергоспоживання будівлі, первинної енергії.

Єдиним діючим на теперішній час методом проведення енергетичної оцінки будівель є оцінка енергетичної ефективності на рівні ЕНЕРГОПОТРЕБИ будівель. Лише для цього виду енергетичної оцінки вже встановлені контрольні показники, які приведені в таблиці 1 ДБН В.2.6-31:2017 та мають назву: «нормативна максимальна питома енергопотреба для житлових та громадських будівель ( $E_p^{max}$ )». Ці показники є базою порівняння для показників питомої річної енергопотребі існуючих будівель ( $E_p$ ). Показник  $E_p$  може бути визначений **виключно розрахунковим способом і не може бути вимірним** – це положення підтверджується пунктом 3.4.1 ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Зазначення в пункті 5.1 ДБН В.2.6-31:2017, що  $E_p$  може бути розрахунковим або фактичним значенням необхідно розуміти наступним чином: для будівель, що проектуються цей показник визначається в повному об'ємі розрахунковим методом, а для існуючих будівель проводяться розрахунки, що враховують фактичний стан будівлі (геометричні розміри та теплотехнічні характеристики огорожень та інше).

Очевидним є той факт, що рівні споживання енергії будівлями, що використовуються для визначення економії енергії при впровадженні ЕСКО-договорів та ті, що використовуються при проведенні енергетичної оцінки будівель мають визначатись за єдиною методологією. Тому маємо додаткові аргументи на користь відмови від визначення базового рівня, як рівня фактичного споживання паливно-енергетичних ресурсів будівлями.



Висновки про те, що в більшості громадських будівель досить часто не забезпечується мінімальний рівень мікрокліматичних та санітарно-гігієнічних умов та про необхідність розрахункового визначення базового рівня споживання енергії свідчать про те, що розрахунковий базовий рівень для використання при підготовці ЕСКО-договорів буде вище рівня фактичного споживання ПЕР. Для об'єктів, що отримують тепло від систем центрального тепlopостачання це дійсно може бути так. Але для об'єктів, що мають власну котельню можливо мати ситуацію, при якій **розрахунковий базовий рівень споживання енергії буде нижче фактичного споживання**. Особливо можлива така ситуація, коли використовується тверде паливо, яке обліковується виключно через бухгалтерію та не забезпечується точним обліком, що проводиться з використанням спеціальних вимірювальних приладів. Досвід проведених енергетичних аудитів свідчить про те, що на таких об'єктах фактично списується більше палива, ніж очікується за результатами проведених розрахунків. Недосконалий облік відкриває можливості по використанню палива поза об'єктом призначення.

На таких об'єктах встановлення базового рівня по результатам проведення енергетичного аудиту та відповідних розрахунків може забезпечити встановлення бази споживання енергії на нижчому рівні, ніж фактичне споживання ПЕР.



Така ситуація може бути проілюстрована на прикладі впровадження першого в Україні енергосервісного договору – впровадження енергозберігаючих заходів в Осичківській школі I-III ступенів Савранського району Одеської області.

На першому етапі реалізації договору передбачались та впроваджені такі заходи:

- гідрохімічне промивання та поточний ремонт системи опалення;
- встановлення додаткових елементів системи вентиляції у приміщеннях та загальне налагодження системи вентиляції.

Офіційна інформація щодо договору доволі скупа, а оприлюднена інформація щодо результатів першого року впровадження така: за період жовтень 2016 року – квітень 2017 року економія складає 40,3%.

Фахівці добре розуміють, що приведені вище заходи не можуть забезпечити таку економію. Можливе навіть збільшення споживання енергії. Досягнута економія пояснюється дуже просто: в ході реалізації договору ЕСКО-компанія додатково до умов договору встановили тепловий лічильник та був підсилений нагляд за використанням палива (впроваджений енергоменеджмент). Таким чином підвищення енергоефективності у класичному розумінні цього поняття не відбулось. Не відомо чи покращились мікрокліматичні умови у будівлі школи. Але досвід впровадження ЕСКО-договору необхідно віднести до позитивного з таких причин:

- отриманий досвід підготовки договору;
- знижені витрати на паливо;
- підтверджена необхідність встановлення базового рівня розрахунковим методом за результатами проведеного енергетичного аудиту.

---

Для врахування досвіду, отриманого при впровадженні перших в Україні **19-ти енергосервісних договорів** у 2016 році доцільним було б вивчення досвіду впровадження цих договорів з обов'язковим аналізом порядку встановлення базових рівнів споживання енергії.

---

Існуючий економічний стан в Україні не додає оптимізму у сподіваннях на масове впровадження виключно повної комплексної термомодернізації громадських будівель. Буде продовжуватись практика впровадження окремих енергозберігаючих заходів. Підвищена зацікавленість буде проявлятися до заходів, що мають високий рівень економічної ефективності.

Першочергове впровадження заходів з високою економічною ефективністю погіршує техніко-економічні показники тієї частини енергозберігаючих заходів, що залишаються невпровадженими у будівлях.

З метою забезпечення ефективного управління процесами термомодернізації будівель та ефективного впровадження якісної системи енергетичного менеджменту будівель необхідно встановити порядок при якому незалежно від об'єму першочергового впровадження заходів має розроблятися розрахункова (математична) енергетична модель будівлі, яка має такі напрямки використання:

- проведення аналізу рівня споживання енергії будівлею в залежності від погодженого рівня мікрокліматичних та санітарно-гігієнічних умов;
- розробка показників питомої енергопотребі будівлі за умов забезпечення оптимальних мікрокліматичних та санітарно-гігієнічних умов (Er) для проведення енергетичної оцінки та сертифікації будівлі;
- визначення загального потенціалу енергозбереження в залежності від рівня забезпечення мікрокліматичних та санітарно-гігієнічних умов;
- розробка базового рівня споживання енергії для розрахунку економії від впровадження заходів з енергоефективності, що мають бути впроваджені за умовами енергосервісного договору з урахуванням рівня комфорту, що має бути забезпеченим у будівлі за умовами договору;
- розрахункова енергетична модель будівлі має бути використана як базовий інструмент для впровадження енергетичного менеджменту будівлі.

Необхідність удосконалення методології визначення базового рівня вже визнають і причетні до розробки та впровадження Закону.

Базовий рівень споживання енергії будівлею є ключовим фактором, що впливає на рівень забезпечення мікрокліматичних та санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях при впровадженні енергосервісних договорів. Враховуючи, що практично всі громадські будівлі позбавлені значної частини здатних працювати систем вентиляції, повітрообмін у громадських будівлях значно нижче нормативного, тому можливість встановлення базового споживання енергії на рівні погоджених вимог мікрокліматичних умов у будівлях є важливим стимулюючим фактором для підняття рівня комфорту у громадських будівлях.

**Об'єктивно визначений базовий рівень** споживання енергії, що знаходиться у відповідності до очікуваного рівня комфорту, є **обов'язковою умовою для створення інвестиційної привабливості** енергосервісних договорів.

Головною метою проекту UNDP – GEF є сприяння інвестиціям в енергоефективність, тому необхідно ще раз підкреслити, що обґрунтований та об'єктивний базовий рівень є не єдиним, але обов'язковим та важливим фактором для досягнення цієї мети.

На основі проведених досліджень та аналізу діючих нормативних документів, звіту Проекту USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні», матеріалів GIZ щодо базового рівня споживання енергії, інших публікацій та досліджень можна стверджувати:

Необхідність використання розрахункової методології з обов'язковим одночасним аналізом фактичного споживання енергії для визначення бази порівняння при визначенні розрахункової економії паливно-енергетичних ресурсів при реалізації енергосервісних договорів не викликає сумнівів. В основу цього способу, який можна назвати «розрахунково-вимірювальним» покладена методологія розробки розрахункової (математичної) енергетичної моделі.

Єдиним документом, що перешкоджає беззаперечному використанню згаданої вище методології є Закон «Про запровадження нових інвестиційних можливостей ...», який наполягає на використанні в якості базового фактичного рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів. В той же час автори законопроекту фактично погоджуються, що базовий рівень має визначатись розрахунково, навіть вказують за якою методологією, але ставлять умову, яка фактично не може бути виконана. Передбачено, що розрахунковий метод можна застосувати лише в разі, якщо спеціально створена комісія підтвердить, що на об'єкті впровадження енергосервісу «виявлено недотримання повітряно-теплогового режиму або інших вимог, що визначені санітарними нормами» Ця умова не може бути виконана, бо відсутній моніторинг дотримання санітарно-гігієнічних вимог та невідомо, який рівень вимог мав дотримуватись: оптимальний, підвищено оптимальний чи допустимий.

Якщо необхідність застосування розрахунково-вимірювального методу з розробкою розрахункової енергетичної моделі будівлі не викликає сумніву, то питання верифікації таких розрахунків залишається відкритим...

Ситуацію, пов'язану із **забезпеченням у громадських будівлях нормативного повітрообміну можна оцінити, як складну**. Ситуація є складною з декількох точок зору.

#### **По-перше:**

Існуючий стан вентиляційних систем, ускладнений масовим встановленням герметичних склопакетів, здатний забезпечити у приміщеннях повітрообмін, що не перевищує 20-30% від повітрообміну, що відповідає оптимальним мікрокліматичним вимогам. При цьому при сертифікації будівель за еталон приймається саме оптимальний рівень повітрообміну.

#### **По-друге:**

Існуючі системи механічної вентиляції ремонту та відновленню не підлягають через те, що вони фізично та морально застаріли. Відновлення експлуатації припливно-витяжної вентиляції у тому вигляді, в якому вона була запроектована збільшить витрати енергії на експлуатацію будівель, щонайменше у 1,5 -2,0 рази.

#### **По-третє:**

Встановлений в якості нормативного оптимальний рівень повітрообміну потребує додаткових досліджень. Існує думка, що нормативи свіжого повітря потребують їх зниження без погіршення негативного впливу на людей.

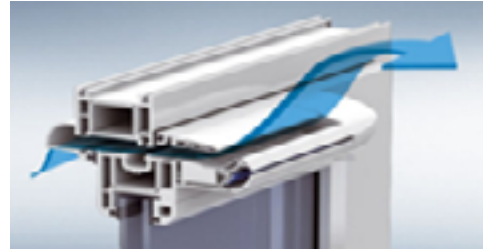
#### **По-четверте:**

В разі проведення модернізації існуючих систем вентиляції із забезпеченням проектного повітрообміну за оптимальними вимогами та із застосуванням сучасних енергоефективних технологій, що використовують тепло витяжного повітря, вартість таких робіт буде надто високою, щоб такі роботи були включені до складу комплексу по проведенню термомодернізації будівель.

Включення повного об'єму робіт по модернізації вентиляції за сучасним рівнем вимог збільшить простий термін повернення інвестицій не менше, ніж на 3-4 роки та погіршить техніко-економічні показники комплексної термомодернізації.

Проведені дослідження дають змогу рекомендувати такий порядок дій по відношенню до забезпечення повітрообміну у приміщеннях:

1. Включити в якості обов'язкової вимоги про ревізію, ремонт та відновлення дієздатності систем вентиляції з природним спонуканням.
2. Встановити, як обов'язкову, вимогу про необхідність обладнання герметичних пластикових склопакетів віконними клапанами-прівітрювачами (наприклад, припливний клапан VENTS ПО400).
3. Провести дослідження щодо фактичної концентрації CO<sub>2</sub> у громадських, як індикатора забрудненості повітря, та встановлення критеріїв оцінки повітрообміну за показниками концентрації CO<sub>2</sub> у внутрішньому повітрі приміщень з принципів нормативної бази, що пов'язує рівень вимог до повітрообміну (допустимий, оптимальний) та допустимої концентрації CO<sub>2</sub> (див. рис. 2.3 звіту).
4. При проведенні енергетичного аудиту будівель включати до складу робіт оцінку існуючого повітрообміну та техніко-економічні розрахунки впровадження енергоефективних систем вентиляції для забезпечення нормативного повітрообміну.



Важливим висновком проведеного дослідження є те, що впровадження розрахунково-вимірювальної методології встановлення базового рівня відкриває можливості до залучення інвестицій для впровадження сучасних енергоефективних систем вентиляції у громадських будівлях

При збереженні порядку встановлення базового рівня за принципом «від досягнутого» відсутні будь-які надії на залучення інвестицій у модернізацію вентиляції громадських будівель.

Інвестиційна привабливість впровадження нових енергоефективних систем вентиляції, що передбачають утилізацію тепла витяжного повітря, може бути забезпечена виключно в умовах встановлення базового рівня розрахунковим методом з урахуванням рівня мікрокліматичних умов, що мають бути забезпечені.

При впровадженні систем вентиляції з утилізацією тепла витяжного повітря створюються умови для отримання значної економії. Ця економія є розрахунковою і має розглядатись, як стимулювання впровадження енергоефективних технологій.

Базовий рівень споживання енергії не може розглядатись, як якийсь сталий показник будівлі для певного періоду, яким його пропонує трактувати Закон «Про запровадження нових інвестиційних можливостей ...». Базовий рівень (базова лінія) доцільніше іменувати «**базою порівняння**».

**База порівняння споживання енергії** – це сукупність інформації про показники споживання паливно-енергетичних ресурсів за певний період, та умови, при яких енергія споживається:

- геометричні та теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі;
- параметри мікрокліматичних та гігієнічних умов;
- кількість людей, що перебувають у будівлі;
- режим експлуатації будівлі;
- інші фактори, що впливають на споживання енергії.

Базовий рівень споживання енергії відображає концентровану енергетичну характеристику будівлі за певних умов стану та характеристик експлуатації будівлі.

Базовий рівень (база порівняння) має розраховуватись перед початком реалізації енергосервісного договору, і має бути використано для порівняння з аналогічними показниками після завершення реалізації договору або окремих його етапів.

За аналогічними принципами, але з умовою забезпечення виключно оптимальних мікрокліматичних та санітарно-гігієнічних умов база порівняння має розраховуватись при сертифікації енергетичної ефективності будівель і має порівнюватись з еталонними показниками енергоспоживання будівлі.

Таку гнучку можливість створення бази порівняння для будь-яких варіантів внесення змін у конструктивні, інженерні чи експлуатаційні характеристики об'єкта може забезпечити лише розрахункова (математична) енергетична модель будівлі.

Вимоги до ведення енергетичного менеджменту передбачають саме таку гнучкість. Основний принцип енергетичного менеджменту: «Плануй» – «Виконуй» – «Перевірйай» – «Дій» можливо з успіхом реалізувати з використанням розрахункової моделі будівлі.

**Розрахункова (математична) енергетична модель будівлі має розроблятися на етапі проведення первинного підготовчого енергетичного аналізу будівлі, як основа для підготовки і впровадження системи енергетичного менеджменту у відповідності до вимог ДСТУ ISO 50001:2014 «Система енергетичного менеджменту» і використовуватись на всіх етапах: розробки енергетичної політики, енергетичного планування, впровадження і функціонування, моніторингу і аналізу ...**

Вимоги до базового рівня, як енергетичного планування в пункті 4.4.4 ДСТУ ISO 50001:2014:

#### **4.4.4 Базовий рівень енергетичних характеристик**

Організація повинна встановити базовий рівень енергетичних характеристик використовуючи при цьому інформацію щодо первинного енергетичного аналізу, використовуючи дані за період, прийнятий для ідентифікації використання та споживання організацією енергії. Зміни, що стосуються енергетичних характеристик, потрібно вимірювати відносно базового рівня енергетичних характеристик.

Коригування базового рівня енергетичних характеристик треба виконувати якщо

- показники енергетичної ефективності більше не відображають режими використання та споживання енергії організацією;
- відбулися значні зміни процесів, робочих схем або енергетичних систем.







