

**Експертна оцінка і енергетичний аналіз проекту
капітального ремонту (термомодернізації) закладу загальної
середньої освіти I-III ступенів № 5 [REDACTED] міської ради
в місті [REDACTED] по вулиці [REDACTED]**

(Expert assessment and energy analysis of the project for the major renovation (thermal modernization) of
Secondary School No. 5 of the [REDACTED] City Council, located at [REDACTED] Street in the city of [REDACTED])

По проекту: «Капітальний ремонт (термомодернізації) закладу загальної середньої освіти I-III ступенів
№ 5 [REDACTED] міської ради по вулиці [REDACTED] в місті [REDACTED] області».

Розробник проекту: ТОВ «[REDACTED]» м. [REDACTED].

Замовник проекту: Відділ освіти [REDACTED] міської ради

Дата розробки проекту: 2018 рік.

Вид будівництва: капітальний ремонт.

Стадії проектування: Розробка проекту здійснена у дві стадії: «Проект» (П) та «Робоча документація» (Р).

Клас наслідків об'єкту: Згідно проекту клас наслідків визначений як СС2.

Інформація про проведення експертизи проекту: Експертиза проекту виконана Філією ДП «Укрдерж-
будекспертиза» у [REDACTED] області в грудні 2018 року, експертний звіт серія ДП № [REDACTED].

Розроблення проекту комплексної термомодернізації будівлі школи виконане в рамках реалізації
міжнародного донорського проекту.

Розгляд і аналіз проекту проведений у відповідності до умов договору № 2020/03/04-14 від 16.03.2020
року, укладеного між [REDACTED] міською радою і Міжнародною громадською організацією «[REDACTED]
[REDACTED]» та фізичною особою-підприємцем енергоаудитором
Парасочкою С. О.

На запит виконавця експертної оцінки проекту службою з питань енергетичного менеджменту апарату
[REDACTED] міської ради був наданий комплект проектної документації капітального ремонту будівлі.

Розгляд та загальний оглядовий експертний аналіз проекту проведений щодо розділів: опалення,
вентиляція, гаряче водопостачання та енергоефективність будівлі.

До розгляду представлений проект впровадження комплексної термомодернізації будівлі найбільшого у
територіальній громаді закладу середньої освіти. Комплексність впровадження заходів з підвищення
енергетичної ефективності будівлі забезпечується одночасною реалізацією заходів по покращенню
теплозахисних характеристик огорожуючої оболонки будівлі та проведенням повної модернізації
інженерних систем будівлі: опалення, вентиляції та гарячого водопостачання з одночасним
впровадженням заходів із забезпечення автоматичного керування процесами споживання теплової
енергії. Таке комплексне впровадження заходів має забезпечити найвищий економічний ефект.



Запропонований комплекс заходів передбачає докорінно змінити одну із основних технічних характеристик будівлі – енергоспоживання з одночасним суттєвим покращенням мікрокліматичних та санітарно-гігієнічних умов, що має суттєво підвищити рівень комфорту у приміщеннях школи.

Передбачений проектом до виконання перелік робіт повністю відповідає формулюванню пункту 3.24 розділу «Терміни та визначення» ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»: «... комплекс заходів щодо підвищення експлуатаційних властивостей об'єктів не виробничого призначення, введених в експлуатацію в установленому порядку, шляхом впровадження передової техніки та технології ... автоматизації ... оновлення та заміни застарілого і фізично зношеного устаткування новим, більш ефективним». Такому комплексу робіт вище згаданий ДБН визначає вид робіт, що має назву: **технічне переоснащення**. Тому дещо дивно виглядає прийнятий у проекті вид будівництва **капітальний ремонт**. У пункті 3.7 той же ДБН надає визначення терміну капітальний ремонт – *це сукупність робіт ... без зміни геометричних розмірів та функціонального призначення (об'єкту будівництва), що передбачають втручання в несучі та огорожувальні системи, при заміні або відновленні конструкцій чи інженерних систем, у зв'язку з їх фізичною зношеністю та руйнуванням*.

Проведення комплексної термомодернізації має більш, ніж в два рази зменшити енергоспоживання будівлі та значно покращити рівень комфорту. Відбудеться докорінна зміна експлуатаційних характеристик будівлі. А капітальний ремонт декларує лише заміну конструкцій та/або інженерних систем у зв'язку з їх фізичною зношеністю та простим відновленням функціонування. В той час, коли процес підвищення енергоефективності потребує позитивного висвітлення, популяризації, усвідомлення важливості процесу та необхідності долучення до європейського та світового тренду розвитку, прийнятий вид будівництва явно дисонує з призначенням цієї роботи.

Більш за все така назва виду будівництва виникла через особливості бюджетного фінансування та деякі можливі спрощення процесу проектування, але таке порушення вимог будівельних норм не слід вважати допустимим.

Проект має дві стадії проектування: «проект» (П) та «робоча документація» (Р).

Пояснювальна записка до документації стадії П має давати чіткі і лаконічні відповіді на питання щодо обґрунтувань прийнятих проектних рішень, визначення об'ємів будівельних робіт, потреб в обладнанні та матеріалах. Стадія Р – це комплект креслень та рекомендацій по монтажу конкретних інженерних систем та виконанню будівельних робіт. Для аналізу проекту, що виконується, основним є аналіз стадії прийняття технічних рішень – стадії П.

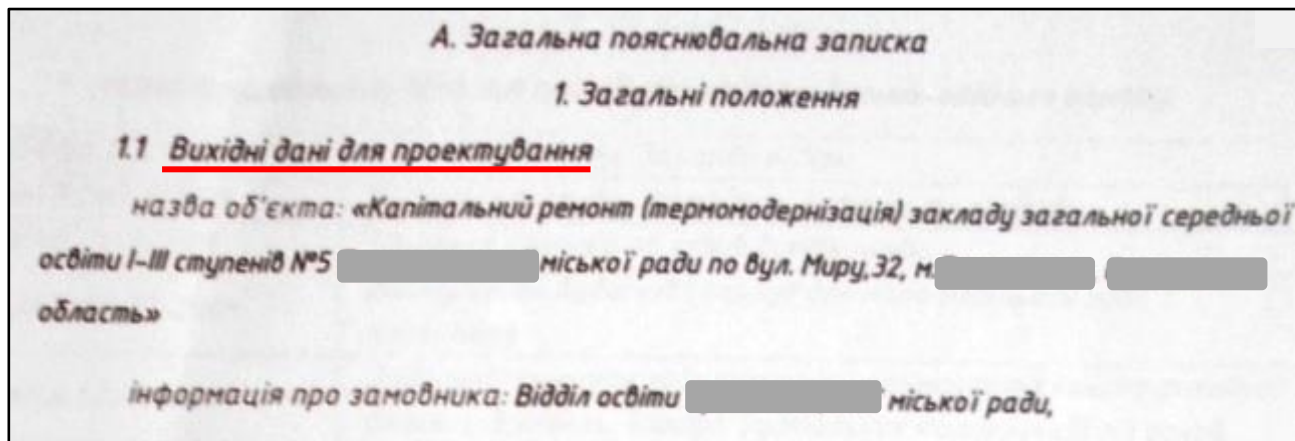
Склад Проекту визначається згідно з додатком Д ДБН А.2.2-3:2014.

До складу проекту обов'язково мають входити «Вихідні дані». Складовими вихідних даних має великий перелік документів. Зупинимось на деяких з них (найбільш важливих і обов'язкових), це:

- технічні умови;
- завдання на проектування;

- звіти і висновки про результати обстеження будівельних конструкцій, у відповідності до вимог Постанови кабінету міністрів № 257 від 12. 04. 2017 року «Про затвердження Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва» та Наказ Мінрегіону № 298 від 10.11.2017 року «Про затвердження форми паспорту об'єкта будівництва».

Без, вказаних вище, вихідних даних розробка проекту не має здійснюватись. Завдання на проектування має розробляти спільно замовником та проектною організацією та затверджуватись замовником. Всі інші вихідні дані має надавати замовник. Нажаль завдання на проектування, технічні умови та звіти і висновки про обстеження будівельних конструкцій не лише не надані для розгляду, а і не згадуються у проекті. Інформація про вихідні дані у загальній пояснювальній записці проекту має такий вигляд:



Розділ «Вихідні дані» у загальній пояснювальній записці містить лише назву об'єкта та найменування замовника.

Розроблення проекту здійснювалось без врахування, згаданих вище, основних документів, що мають входити до складу вихідних даних. Такий стан речей є грубим порушенням діючої будівельної нормативної бази.

Власник закладу освіти - замовник проекту не приймав жодної участі у формуванні вимог до термомодернізації будівлі школи, ігноруючи норми проектування та поклавши всю відповідальність на донорський проект.

Щодо звіту про обстеження будівельних конструкцій, то це важлива нормативна вимога. Логічно, що виконуючи капітальний ремонт треба мати висновок атестованих та ліцензованих фахівців щодо стану та можливостей існуючих будівельних конструкцій сприймати додаткові навантаження. Загальна вага матеріалів утеплення огорожувальних конструкцій будівлі становитиме більше 120 тон. Крім того у зовнішніх стінах необхідно виконати велику кількість отворів. Конструкції будівлі повинні мати можливість сприйняти ці навантаження та забезпечити подальшу тривалу експлуатацію будівлі.



Наявність згаданого вище технічного обстеження має надавати інформацію про стан будівлі в плані аналізу її життєвого циклу. Життєвий цикл будівлі – це послідовність процесів існування будівлі: «задум народження - зрілість – старіння – смерть». Термомодернізація – це не дешевий захід, який має реалізовуватись, якщо це дозволяє стан життєвого циклу будівлі.

Будь-який проект має надавати прозору інформацію, що є достатньою для обґрунтування прийнятих проектних рішень. Проект, що розглядається, такої інформації позбавлений повністю. Рішення по обладнанню будівлі системами опалення та вентиляції мають прийматись виходячи із нормативів забезпечення у цілому у будівлі та в кожному приміщенні окремо (в залежності від призначення) певного температурного режиму та певного повітрообміну. Крім того для кожного приміщення важливим показником є повітряний баланс, тобто інформація про те, скільки повітря у приміщення подається та скільки повітря видаляється із приміщення. Вимоги по забезпеченню заданого повітряного балансу пов'язані із необхідністю забезпечення умов комфорту, пожежної безпеки та контролю руху повітря від умовно «чистих» приміщень до приміщень, що мають певні забруднення або запахи. Для встановлення заданого температурного режиму для кожного приміщення розраховуються теплові втрати та розрахунково визначається типорозмір нагрівального приладу, крім того встановлюються нормативні вимоги для вентиляції.

У проекті відсутня інформація та щодо нормативних температур у приміщеннях та норми свіжого повітря або кратності повітрообміну, як це приведено в ДБН В.2.2-3:2018 «Навчальні заклади». В таблиці 14 згаданих будівельних норм ці обов'язкові нормативи приведені:

Приміщення	Розрахун- кова температура повітря, °С	Вимоги до повітрообміну (кратність за 1 годину)	
		приплив	витяжка
Класні приміщення, навчальні кабінети та лабораторії загальноосвітніх шкіл	18	16 м³/год	на 1 люд.
Класні приміщення 1-4-х класів	20	16 м³/год	на 1 люд.
Кабінет інформатики та електронно-обчислювальної техніки	20	(3)	(3)
Навчальні майстерні з зонами для теоретичних занять, читальні зали, , актовий зал, клас співу та музики	18	20 м³/год	на 1 люд.
Фізкультурно-спортивні зали, студія хореографії	18	не менше 80 м³/год на 1 люд.	
Вчительська, гурткові приміщення	18	—	(1,5)
Кабінети адміністрації, кабінети логопеда, психолога, соціолога, бібліотека (крім читального залу)	18	—	(1)
Кабінет лікаря (медична кімната)	22	—	(1,5)
Роздягальні при фізкультурно-спортивних залах	22	—	(1,5)
Вестибюлі та рекреації	16	—	—
Гардеробні	16	—	(1,5)
Ідальня:			
а) гарячий цех		За розрахунком	
б) холодний цех	16	(3)	(4)
в) мийні посуду;	20	(4)	(6)
г) комора овочева;	5	—	(2)
д) комора сухих продуктів;	12	—	(2)
ж) обідній зал	16	За розрахунком	

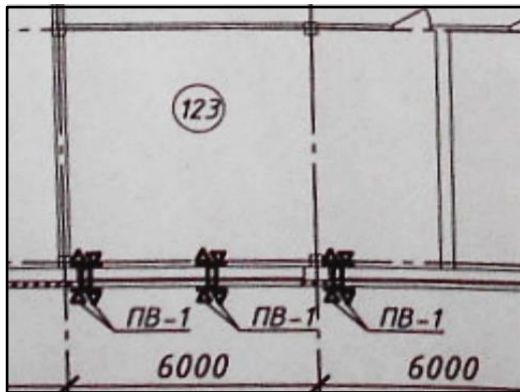
Відсутність у проекті вказаної вище інформації не дає можливості проведення аналізу прийнятих рішень. Проекти вентиляції, що виконуються кваліфікованими проектувальниками, традиційно містить таблицю повітрообмінів, що розробляється по типу таблиці приведеної вище. Додатково у цій таблиці для кожного приміщення зазначається об'єм приміщення та номери вентиляційних систем, що ці приміщення

обслуговують. Звичайно, для «чистої» стадії Р ці таблиці не потрібні, але для стадії П або РП без цієї інформації не обійтись.

Наявність такої таблиці дозволяє однозначно зрозуміти та оцінити прийняті рішення щодо вентиляції. Корисною та необхідною така таблиця є і в процесі експлуатації будівлі. Без таблиці повітрообмінів надати повну оцінку прийнятим рішенням щодо вентиляції практично неможливо.



Враховуючи брак інформації у проекті щодо питань організації повітрообміну у приміщеннях школи проведемо вибірковий аналіз прийнятих рішень щодо організації повітрообміну у одній із класних кімнат. Прийmemo до розгляду класну кімнату № 123, що розміщується на 1-му поверсі будівлі. Площа приміщення класу 53,8 м², об'єм приміщення 161 м³. У приміщенні класу проектом передбачається встановити 3 шт припливно-витяжні вентиляційні агрегати Prana-200C. Згідно технічних характеристик агрегатів їх продуктивність по припливному повітрі становить 235 м³/год, по витяжному повітрі 220 м³/год.



Таким чином, виходячи із встановленого обладнання, повітрообмін у приміщенні класу має становити:

- по припливному повітрі: $235 \cdot 3 = 705 \text{ м}^3/\text{год}$
- по витяжному повітрі : $220 \cdot 3 = 660 \text{ м}^3/\text{год}$

при кратності повітрообміну у приміщенні класу:

- по припливному повітрі: $K = 705/161 = 4,4$
- по витяжному повітрі : $K = 660/161 = 4,1$

Така кратність для приміщень навчальних класів є надто високою.

Організація комфортного повітрообміну з такою кратністю обміну повітря у приміщеннях навчальних класів практично неможлива, бо будуть суттєво перевищені показники швидкості руху повітря та показники допустимого відхилення температури припливного потоку повітря від температури внутрішнього повітря.

Перевіримо доцільність застосування такого повітрообміну у розрахунку на 1-го учня.

Розрахункова кількість учнів у класі: $53,8/2,4 = 22$ учня (де 2,4 – нормативна площа учбового приміщення на 1-го учня). Визначимо, запропоновану проектом, норму повітрообміну у розрахунку на 1-го учня:

- по припливному повітрі: $705/22 = 32 \text{ м}^3/\text{год}$
- по витяжному повітрі : $660/22 = 30 \text{ м}^3/\text{год}$

Така норма свіжого повітря на 1-го учня відповідає санітарному нормативу при забезпеченні підвищених оптимальних параметрів мікроклімату. Але є обставина, яка небезпідставно звертає на себе увагу. Діти в школі перебувають не лише в класах, вони активно проводять перерви у рекреаційних приміщеннях, коридорах, вестибюлях, частину учбового часу перебувають у спортивні та актовій залі, відвідують їдальню та інші приміщення. Тому будівельні норми для учбових закладів встановлюють норму свіжого

повітря 16 м³/год на одного учня, а вентиляція школи розглядається не як сума вентиляції окремих приміщень, а як вентиляція взаємопов'язаних приміщень, як вентиляція єдиного будівельного комплексу. Звичайно, прийняття нормативу 30 м³/год на одного учня у приміщеннях класів, можливо, не завадило б, але розподілення такої кількості повітря без створення протягів та дискомфорту практично неможливе в реальних умовах школи. У відповідності до вимог діючих нормативів будівництва шкіл доцільно в якості розрахункового прийняти такий повітрообмін для класу, що розглядається : 16 * 22 = 352 м³/год або 2,2 крата.

Цілком обґрунтовано можливе зниження прийнятих значень повітрообміну для класів та перегляд типорозмірів вентиляційних агрегатів та/бо їх кількості.

Рішення проекту щодо повітрообміну класних кімнат не можна вважати оптимальним та обґрунтованим.



Розглянемо можливий вплив встановлення автономних припливно-витяжних агрегатів у приміщеннях класів на комфортність та безпеку з точки зору можливості створення протягів та впливу температурних факторів на здоров'я дітей.

Важливими факторами, що впливають на відчуття комфорту є швидкість руху припливного потоку повітря, що поступає у приміщення від системи припливної вентиляції та відхилення температури припливного повітря від середньої внутрішньої температури у приміщенні. Чим вища швидкість руху повітряного потоку і чим більше відхилення від середньої температури повітря у приміщенні температури повітря у припливному потоці повітря, тим більше відчуття дискомфорту та більша вірогідність простудних захворювань для людей, що знаходяться у приміщенні. Аналіз відхилень швидкості руху припливного повітря від допустимих значень потребує спеціальних знань. Тому спрощено можна сказати, що вентиляція не має створювати «протягів» у приміщеннях.

Температура припливного повітря, що поступає у приміщення, як правило, відрізняється від температури повітря у приміщенні. Для того, щоб виключити відчуття дискомфорту та не допустити простудних захворювань людей відхилення температури припливного повітря нормується. Встановлений порядок визначення температури припливного повітря. Так, наприклад, для зимового періоду мінімально допустима температура припливного повітря t_n °C визначається за формулою: $t_n = t_n - \Delta t$ °C.

де, t_n – нормативна температура повітря у приміщенні в зоні перебування людей;

Δt - допустиме відхилення значення температури у припливному струмені від температури у зоні перебування людей.

Значення Δt визначається згідно з додатком И до ДБН В.5-67:2013:

Умови мікроклімату	Розташування людей у приміщенні	Δt
Підвищені оптимальні		
Оптимальні	зони прямої дії струменю повітря.....	1,0
	поза зоною прямої дії струменю.....	1,5
Допустимі	зони прямої дії струменю повітря.....	1,5
	поза зоною прямої дії струменю.....	2,0

Температура припливного повітря у зимовий період може бути не більше, ніж на 1-2 °C нижче температури повітря у зоні перебування людей.

Як видно, нормативні обмеження до температури припливного повітря доволі жорсткі, особливо якщо подача припливного повітря здійснюється безпосередньо в зону перебування дітей. Враховуючи нормативи щодо температури припливного потоку розглянемо можливий температурний режим для потоку припливного повітря, що може бути забезпечене вентиляційними агрегатами Prana.

Вентиляційний агрегат Prana не має підігрівача припливного повітря. Температура припливного повітря формується виключно за рахунок функціонування утилізатора тепла витяжного повітря – рекуператора. Важливим показником, що характеризує теплоутилізатор є його ефективність. Ефективність впливає на економічність застосування теплоутилізаторів та на здатність забезпечувати допустиму температуру припливного повітря.

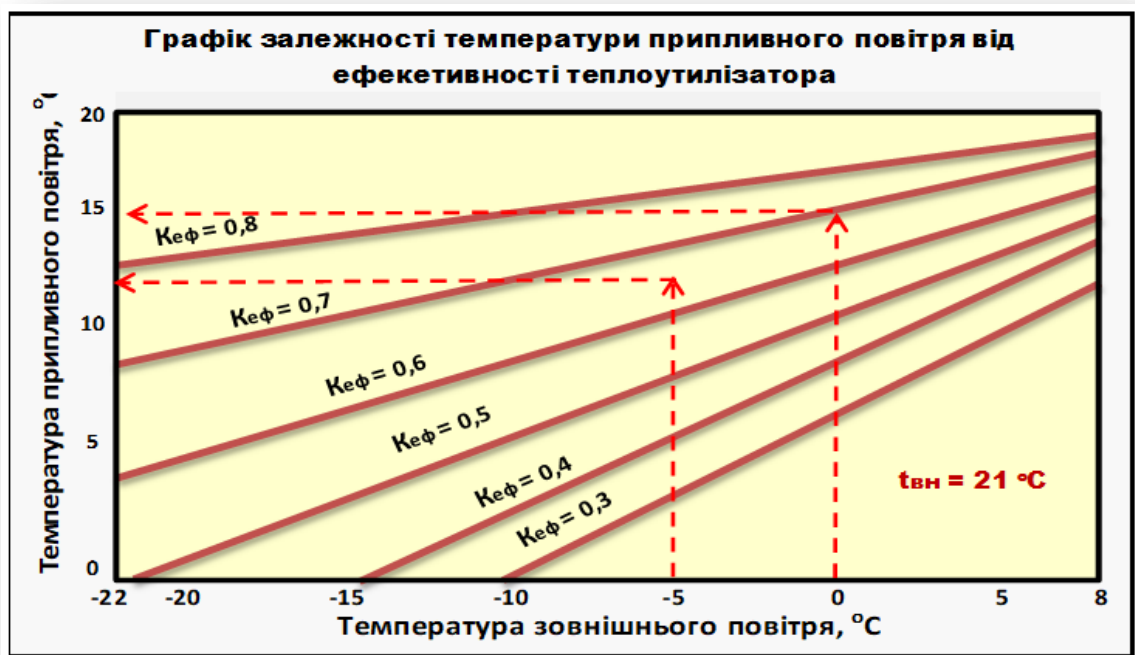
Ефективність теплоутилізаторів може бути виражена формулою:

$$K_{ef} = (t_{pr} - t_{зовн}) / (t_{вит} - t_{зовн})$$

де, t_{pr} – температура припливного повітря, °C;
 $t_{вит}$ – температура витяжного повітря, °C;
 $t_{зовн}$ – температура зовнішнього повітря, °C.

З метою проведення аналізу температури припливного повітря в залежності від ефективності теплоутилізатора розглянемо приклад типової ситуації для приміщення дитячого закладу в зимовий період при температурі внутрішнього повітря +21 °C та в діапазоні температур зовнішнього повітря від +8,0 °C до - 22 °C. Використовуючи приведену вище формулу проведемо розрахунку температури припливного повітря при різних значеннях ефективності теплоутилізатора, при різних значеннях температури зовнішнього повітря та при постійній температурі внутрішнього повітря у приміщенні. Результати проведених розрахунків представлені нижче у вигляді графіка.

Виходячи із розглянутих вище нормативів температура припливного повітря у приміщеннях класів має бути не нижче 18-20 °C. Приведений нижче графік показує, що експлуатація так званих «рекуператорів» буде можливою лише при досить високих температурах зовнішнього повітря. При мінусових температурах зовнішнього повітря, навіть при забезпеченні високої ефективності рекуператора, експлуатація вентиляційних агрегатів Prana буде джерелом дискомфорту та високого рівня захворюваності.



При встановленні автономних вентиляційних агрегатів типу Prana у приміщеннях має дотримуватись умова, при якій агрегати встановлюються якомога далі від зони перебування людей та бажано у верхній зоні приміщень.

Тому передбачене проектом встановлення вентиляційних агрегатів Prana на висоті 0,6 метра від підлоги під вікнами приміщень, без впровадження спеціальних заходів по захисту дітей від прямої дії потоку припливного повітря, є недопустимим.

Необхідно константувати, що прийняття проектного рішення по організації повітрообміну у приміщеннях класів з використання агрегатів Prana є рішенням не ефективним, як з точки зору створення комфортних умов, так і з точки зору економічної ефективності. Таке рішення тільки частково та періодично буде покращувати повітрообмін і не відповідає важливим вимогам щодо суттєвого покращення мікроклімату у дитячих закладах при проведенні комплексної термомодернізації.



Будівля школи розрахована на 1170 учнів. При цьому, згідно інформації проекту побудови школи у 80-х роках, загальний сумарний повітрообмін (оцінений по продуктивності вентиляторів припливних систем) становив 40 – 50 тис. м³/год або 1,9 – 2,3 крати.

Аналіз нового проекту показує, що сумарна продуктивність вентиляційних систем становить близько 47,5 тис. м³/год. Таким чином сумарний повітрообмін будівлі за новим проектом практично такий самий, як і за базовим типовим проектом.

Повітрообмін у громадських будівлях визначається кількістю людей, яка у цих будівлях перебуває. Розрахункова кількість місць у школі 1170 місць, а фактично на стабільному рівні у школі перебувають близько 600 дітей.

Визначимо питомий загальний повітрообмін у розрахунку на 1 людину:

- за нормативною кількістю $47500/1170 = 40,6 \text{ м}^3/\text{год}$
- за фактичною кількістю $47500/600 = 79,2 \text{ м}^3/\text{год}$

Згідно санітарних норм ідеальною нормою свіжого повітря на 1 людину при забезпеченні оптимальних та підвищених оптимальних умов мікроклімату є 30 – 36 м³/год.

Організація повітрообміну у будівлях дитячих закладів є дорогим процесом, як на стадії будівництва, так і на стадії експлуатації. Тому перед початком проектування необхідно однозначно визначитись щодо розрахункової кількості учнів у школі та закріпити ці та інші дані у Завданні на проектування

Висновком цього аналізу є наступне: запропоновані технічні рішення по організації повітрообміну потребують додаткового аналізу.

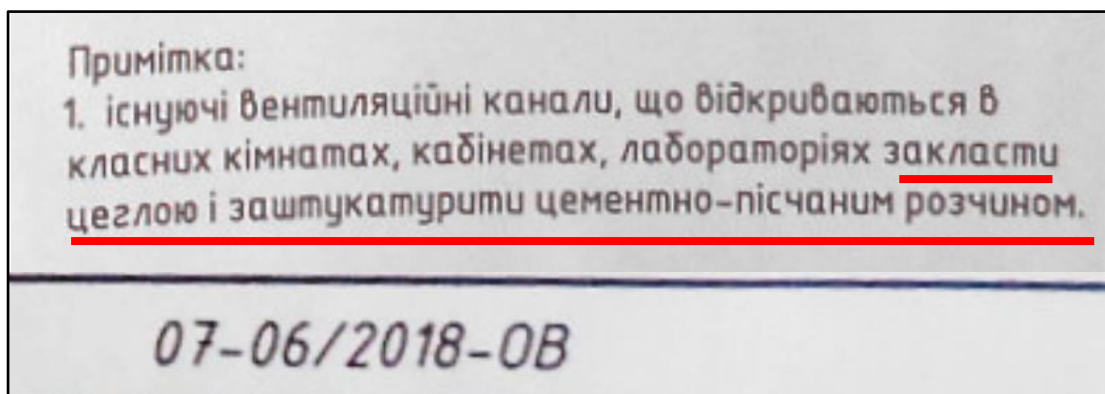


Низький рівень якості повітря у приміщеннях дитячих закладів та питання організації якісного повітрообміну у цих закладах на сучасному етапі є одним із найголовніших питань при проведенні термомодернізації в цілому в Україні та зокрема у цьому проекті. Тому у цій експертній оцінці проекту питанням повітрообміну надається підвищена увага.

Багаторічний досвід експерта, пов'язаний з проектуванням, монтажем, експлуатацією та аналізом роботи систем вентиляції, показує, що існує багато факторів, що перешкоджають постійній експлуатації, передбаченій проектом, механічній вентиляції. Серед цих факторів: вартість електричної та теплової енергії; рівень шуму систем механічної вентиляції; дискомфорт від потоків припливного повітря.

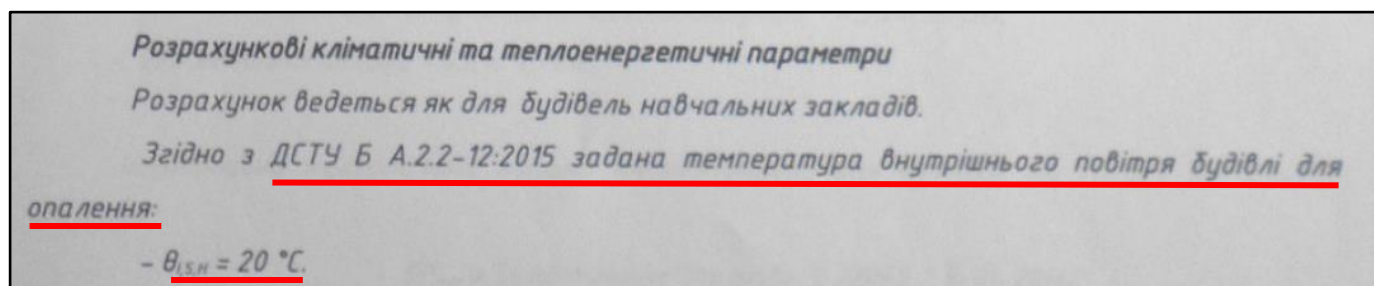
Розглянута вище ситуація із встановленням «рекуператорів» у класних кімнатах на висоті 0,6 метра від підлоги (в зоні перебування дітей), говорить про те, що ці вентиляційні агрегати будуть експлуатуватись обмежений період часу, переважно в перехідні періоди року або не експлуатуватись взагалі. А це означає, що тривалий період часу, при низьких температурах зовнішньої температури, класи будуть залишатись без повітрообміну. Тому важливо зберегти існуючі системи природної вентиляції. І ні в якому разі не допустити їх ліквідації.

Новий проект передбачає повну ліквідацію природної витяжки із класних кімнат шляхом їх фізичного знищення.



Ліквідація витяжної вентиляції стане великою непоправною помилкою. За необхідності повне відключення дії природної витяжки можливо забезпечити шляхом встановлення решіток із можливістю їх регулювання та закриття. Досвід проведення енергетичних аудитів та інструментального моніторингу якості повітряного середовища у будівлях показує, що будівлі, які мають діючу систему природної витяжки мають краще повітряне середовище, ніж будівлі забезпечені механічною вентиляцією, але позбавлені природної витяжки.

У проекті, що розглядається, не визначені розрахункові для опалення температури для кожного приміщення. Натомість в загальній пояснювальній записці вказано:



Прийнята усереднена температура для будівлі в цілому, незважаючи на те, що у коридорах, рекреаціях, їдальнях, вестибюлях шкіл розрахункова температура лише 16 °C. Значно нижче, ніж 20°C температура у спортивній та актовій залах. Розрахунок поверхонь нагрівальних приладів повинен враховувати не усереднену розрахункову температуру, а конкретну температуру, що встановлена для кожного типу приміщень.

У проекті «задана температура внутрішнього повітря» 20 °C з посиланням на ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Але проектувальник повинен знати, що згаданий стандарт не має відношення для проектування систем опалення та вентиляції. Цей стандарт використовується виключно для оцінки загального енергоспоживання та первинної енергії при проведенні енергетичних оцінок будівель, складання енергетичних паспортів та енергетичних сертифікатів, порівняння енергетичних характеристик різноманітних проектних рішень та таке інше. Для проектування систем опалення та вентиляції має використовуватись інформація ДБНВ.2.2-3:2018.

Не менш важливим є визначення розрахункових параметрів зовнішнього середовища. В загальній пояснювальній записці вказані характеристики району будівництва, з використанням яких має проводитись проектування систем опалення та вентиляції. Серед згаданих характеристик приведена температура найхолоднішої п'ятиденки, що становить – 27,0 °C.

Згідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання» для проектування систем опалення і вентиляції має застосовуватись температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92 у

відповідності до вимог ДСТУ Н Б 1.1-27 «Будівельна кліматологія». Згідно вказаного стандарту розрахунковою температурою для опалення для об'єктів Сумської області є температура $-25,0^{\circ}\text{C}$. А температура $-27,0^{\circ}\text{C}$ – це інформація, що стосується забезпеченості 0,98.

Звичайно при проектуванні можуть бути прийняті певні відхилення від загальноприйнятих нормативів, але ця інформація має бути внесена у погоджене технічне завдання.



До питання повітропроникності огорожувальних конструкцій будівлі.

У пункті 5.5 розділу проекту «Енергоефективність» приведений розрахунок повітропроникності огорожень, виконаний згідно вимог ДСТУ Н Б В.2.6-191:2013 Розрахунок виконаний для зовнішніх стін та для вікон. Для інших непрозорих огорожень будівлі розрахунок не проводився. Основним огороженням, що потребує аналізу є суміщене перекриття.

Крім того виконані розрахунки для зовнішніх стін враховують лише багат шарові конструкції з послідовним розміщенням шарів. Неврахований той факт, що конструкція зовнішніх стін має ще й паралельне розміщення шарів, якими являються: шар, в основі якого окремі керамзитобетонні панелі та шар стиків між панелями, що мають значні показники повітропроникності (згідно таблиці 1 ДСТУ допустиме значення повітропроникності стиків $0,6 \text{ кг/м}^3\cdot\text{год}$. Допускається проникнення у приміщення $0,6 \text{ кг}$ повітря щогодини через кожний погонний метр стика, тоді як для тіла стінової панелі допускається проникнення $0,4 \text{ кг}$ повітря щогодини через квадратний метр стінової панелі. Стики стінових панелей – основне джерело повітропроникності.



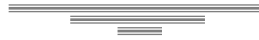
Згаданим розрахунком не визначена повітропроникність в цілому для будівлі.

Питання повітропроникності для будівель подібної конструкції, що мають значну протяжність стиків між панелями, є дуже важливим. Проект має містити вказівки про необхідність надійної герметизації стиків. Стики є джерелом значних втрат тепла. Нанесення зовнішнього шару теплової ізоляції не вирішить ситуацію із забезпеченням нормативних значень повітропроникності будівлі.

Ступінь герметизації будівлі доцільно тестувати до початку проектування та після завершення робіт по термомодернізації будівлі з використання технології «аеродвері» у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.2-19:2007 «Метод визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натуральних умовах» та європейського стандарту ISO 9972:2006 «Теплові характеристики будівель. Визначення повітропроникності будівель».



Проект передбачає опалення та вентиляцію значної частини підвальних приміщень будівлі. Якщо мова йде виключно про потреби школи, то така ситуація виглядає не логічною, через те що заповнюваність школи становить лише 50% ???



У спортивні залі передбачена виключно витяжна природна вентиляція (існуюча).

Яким чином має забезпечуватись подача припливного повітря у спортивну залу ?

Чому не вирішується для спортивної зали можливість утилізації тепла витяжного повітря ?



Витяжна вентсистема В-6 (приміщення кухні) передбачає об'єднання місцевої та загальнообмінної витяжки, що є недопустимим згідно вимог пункту 7.2.10. ДБН 2.5-67:2013.

Витяжка від всього варочного обладнання кухні здійснюється одним спільним вентилятором. Більш раціональним, з точок зору комфортності та енергоефективності, є застосування для кожної одиниці кухонного обладнання індивідуальних вентиляторів (враховуючи, що все обладнання кухні не працює одночасно).

Об'єм приміщення кухні (гарячий цех) становить не більше 200 - 300 м³, а об'єм витяжки із цього приміщення більше 8000 м³/год. Кратність повітрообміну гарячого цеху не менше, ніж $K = 30 - 40$. В таких умовах людина перебувати не може.



В розділі «енергоефективність» проекту визначений клас енергетичної ефективності будівлі у відповідності до вимог ДБН В.2.6-31:2016 за показниками енергопотреб. У відповідності до діючої методології енергетичної сертифікації будівель (Л-1 та Л-2) енергетична сертифікація проводиться за показниками енергоспоживання при цьому має враховуватись енергопотреба при охолодженні незважаючи на відсутність систем охолодження, як у існуючій будівлі, так і у проекті. Встановлений клас енергетичної ефективності будівлі «А» не можна вважати актуальним.



В таблиці 30 розділу «Енергоефективність» більшість інженерних систем мають клас енергоефективності «D» та «C» при цьому у цілому клас енергетичної ефективності будівлі визначений, як «А». Є сумніви відносного обґрунтування такого класу енергоефективності, бо саме функціонування інженерних систем в процесі експлуатації може забезпечити розрахунковий рівень енергоспоживання.



Розроблений проект термомодернізації виніс вирок існуючій системі опалення будівлі щодо її повної ліквідації і монтажу нової системи опалення з використанням таких же нагрівальних приладів та такої ж конфігурації системи опалення.



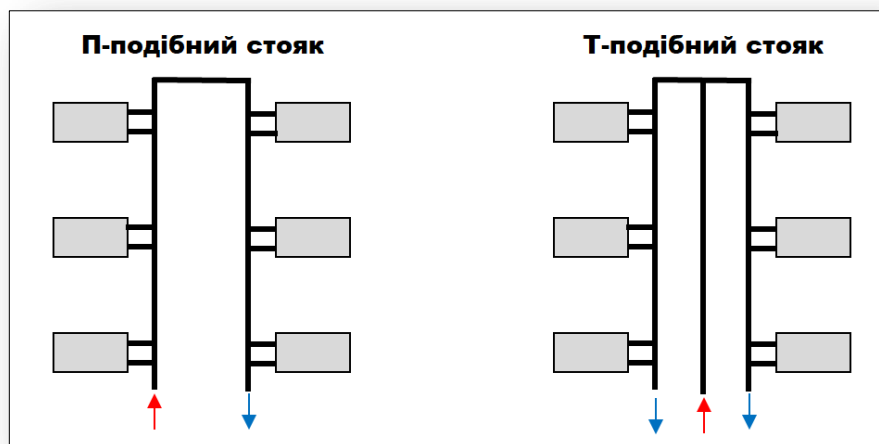
Існуюча система

Принциповою відмінністю нової системи опалення від старої системи є:

- застосування двотрубної системи опалення замість однотрубної;
- встановлення повного комплекту засобів автоматизації.

Необхідно погодитись, що для прийняття такого рішення дійсно існують підстави.

По-перше, ДБН 2.5-67:2013 не дозволяє подальше експлуатацію однотрубної П-подібної системи опалення (однотрубна система опалення з нижнім розведенням). Щоправда заміна однотрубної системи опалення на двотрубну систему опалення не є обов'язковою. Можливе подальше використання однотрубних систем, наприклад, шляхом перетворення П-подібних стояків у Т-подібні стояки.

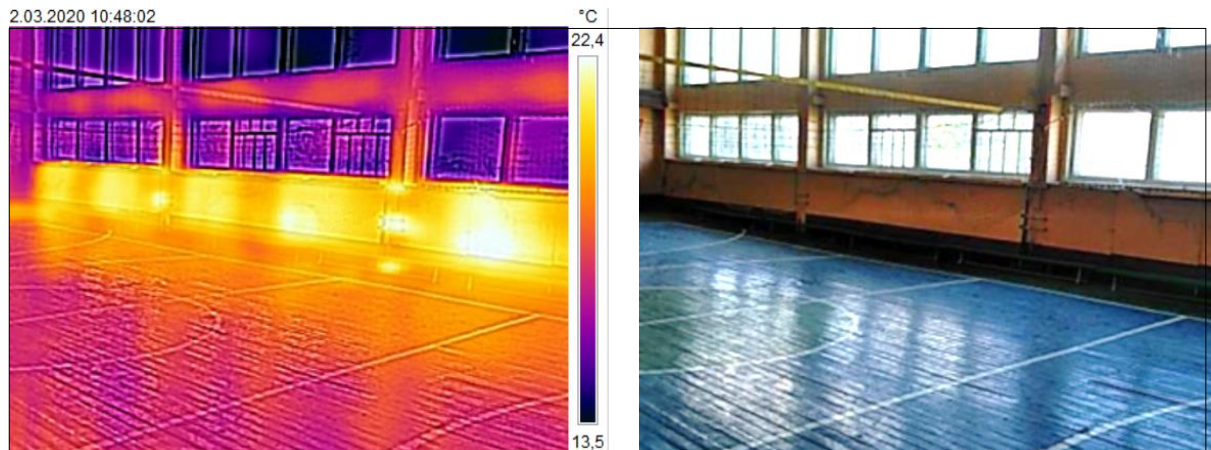
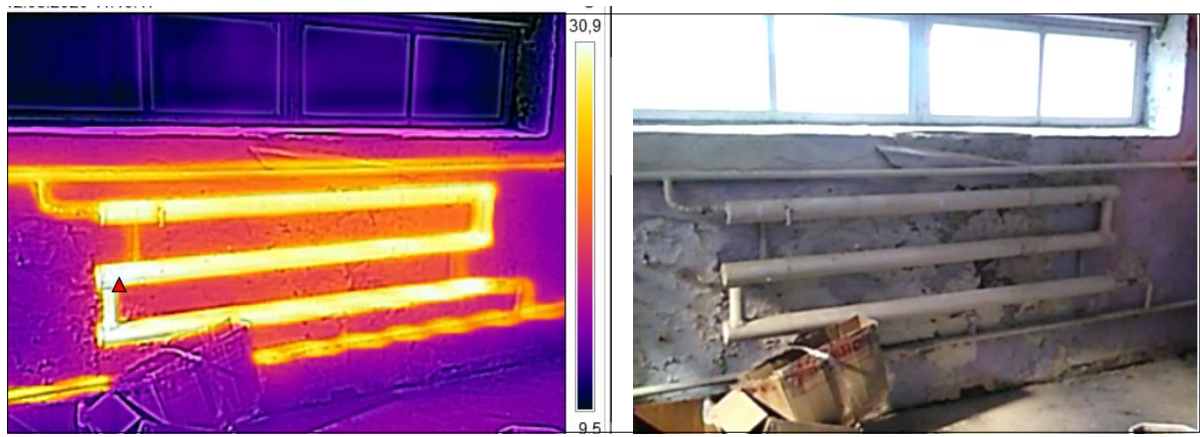


По-друге, сумніви відносно можливості подальшої експлуатації системи або її елементів додає інформація довідкового додатку «П» ДБН 2.5-67:2013 щодо рекомендованих термінів експлуатації елементів інженерних систем, так наприклад: радіатор – 30-40 років, трубопроводи систем опалення – 30 років. Система опалення експлуатується з 1986 року – біля 34 років.

Саме ця довідкова інформація схоже і є визначальною при прийнятті рішення. Але необхідно звернути увагу на ту обставину, що більше 90% всіх будівель шкіл і дитячих садків експлуатуються біля 40 років та більше і схоже будуть експлуатуватись ще достатньо багато років. Можливо інформацію додатку «П» розглядає термін експлуатації до капітального ремонту системи.

Є всі підстави вважати питання щодо використання елементів існуючої системи опалення для нової модернізованої системи опалення цілком доцільним.

Термограми деяких фрагментів системи опалення залишають позитивне враження та підтверджують згаданий вище висновок.



До питання тепlopостачання та індивідуального теплового пункту будівлі школи.

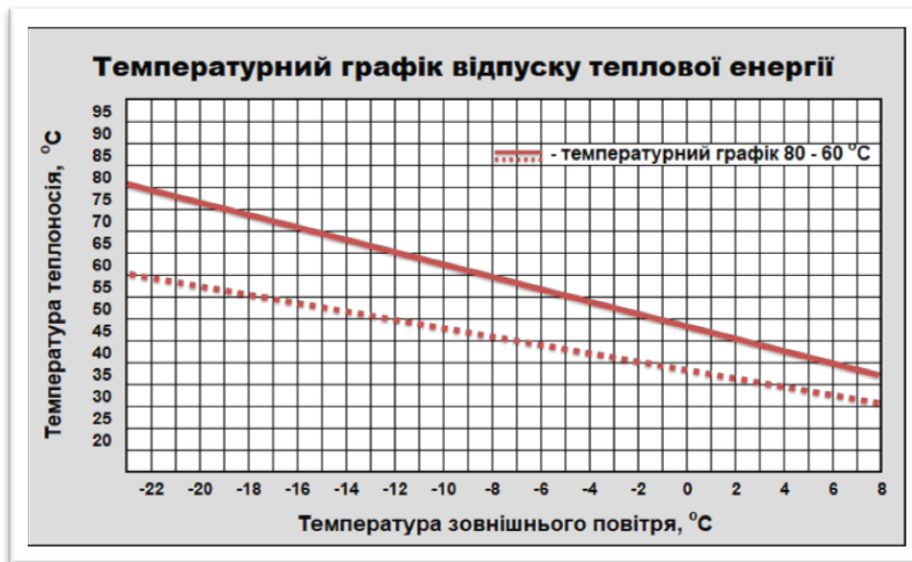
Згідно пункту 6.1.7 ДБН 2.5-67:2013 автоматизація та регулювання джерела теплової енергії, до якого приєднуються системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання, повинні відповідати вимогам ДСТУ Б EN 15232 залежно від класу енергетичної ефективності будівлі. Згідно проекту після проведення термомодернізації будівля буде мати високий клас «А». Отже модернізовані інженерні системи будівлі школи зможуть ефективно функціонувати за умов відповідного функціонування джерела теплової енергії. Чи забезпечить джерело теплової енергії вимоги, достатні для забезпечення заявленого рівня енергоефективності та умов комфорту?

Такі питання вирішуються на стадії розробки завдання на проектування та отримання Технічних умов. Нажаль, ні завдання на проектування, ні технічні умови для розгляду не надані та посилання на ці документи у проекті відсутні.

Технічні можливості та потреби споживача теплової енергії мають бути збалансованими з технічними можливостями джерела теплової енергії. У випадку, що розглядається така збалансованість відсутня і це є одним із вагомих дефектів проекту.

За відсутності технічних умов експертом проведено обстеження котельні, що є джерелом теплової енергії та опитування фахівців комунального підприємства «ЖЕ. В результаті обстежень та опитувань виявлено, що розрахунковими параметрами теплоносія є 80-60°C, як це і вказано в проекті. Котельня у ручному режимі забезпечує відпуск теплової енергії за температурним графіком погодного регулювання. Температура теплоносія пропорційно змінюється у відповідності до змін температури зовнішнього повітря.

Температурний графік має такий вигляд:



Розглянемо функції та запропоновану схему індивідуального теплового пункту

Функції теплового пункту:

- приготування гарячої води;
- приготування теплоносія для систем опалення будівлі за графіком погодного відпуску тепла;
- подача теплоносія до калориферів систем вентиляції з температурою, що отримана від котельні.

Подачу теплоносія до систем вентиляції ІТП успішно вирішить, але з двома іншими функціями будуть великі проблеми.

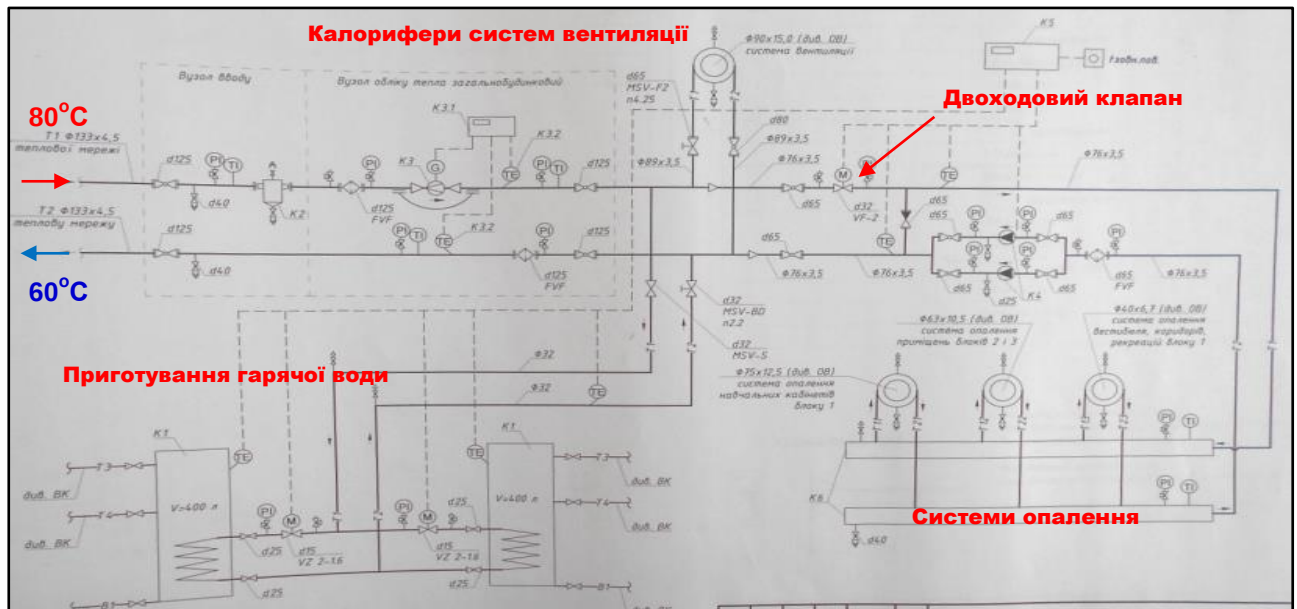
Гаряче водопостачання потребує воду з температурою $55 \pm 5^\circ\text{C}$. Для нагрівання води для системи ГВП необхідно мати теплоносій з температурою, щонайменше $55 - 65^\circ\text{C}$.

Теплоносій, що відпускається котельнею такі температури буде мати при температурах зовнішнього повітря не вище $(-7) \div (-13)^\circ\text{C}$.

Середня нормативна температура зовнішнього повітря у опалювальний період становить $-1,4^\circ\text{C}$. Середня фактична температура опалювального періоду за останні декілька років становить від 0°C до $+2^\circ\text{C}$. Таким чином більше частину року споживач фактично не отримає гарячу воду. В цій ситуації доцільно розглянути варіант застосування для гарячого водопостачання електричного нагріву враховуючи відносно незначну потребу в гарячій воді та сезонні роботи котельні.

Якщо реалізувати передбачений проектом варіант з гарячою водою, то будемо мати стандартну та дорогу ситуацію: «хотіли як краще, а отримали, як завжди».

При виборі принципової схеми теплового пункту не врахована особливість відпуску теплової енергії котельнею. Котельня відпускає теплову енергію за графіком погодного регулювання (згідно приведеного вище графіка). Застосування схеми ІТП з двоходовим регулюючим клапаном передбачає, що теплоносій, який поступає у системи опалення будівлі завжди буде результатом змішування теплоносія, що поступає від котельні із зворотнім теплоносієм місцевих систем опалення. Тому температура теплоносія у місцевих системах опалення завжди буде нижчою за розрахункову температуру для систем опалення.



Будівля буде постійно відчувати недогрів. Така схема може бути застосована лише у випадках відпуску тепла котельнею з використання «завищеного» температурного графіка.

Для таких умов, згідно здорового глузду та технічних вимог, застосовується схема ІТП із змішуючим триходовим регулюючим клапаном, що встановлюється перед насосом. Насос для такого варіанту має встановлюватись на подаючому трубопроводі.

Враховуючи всі розглянуті вище зауваження можна зробити висновок, що без повного додаткового аналізу, розроблення передбачених будівельними нормами вихідних даних та повного перегляду проекту проведення комплексної термомодернізації будівлі школи за цим проектом є недоцільним та шкідливим.

Парасочка С. О.

20.04.2020 р