

Теплова потужність систем опалення



СИСТЕМА **KAN-therm**

Довідник з методики
розрахунку у програмі
Auditor-OZC 6.9

Київ – Варшава – Білосток
2016

UA 11/2016



ТЕХНОЛОГІЯ УСПІХУ



ISO 9001



УДК 697.1:699.86

ББК 38.762.1

Теплова потужність систем опалення. Довідник з методики розрахунку у програмі Auditor-OZC 6.9. /Уклад.: О.П.Любарець, П. Верещинський, К. Сеньковський, Г.В. Куно – Київ: Представництво фірми КАН в Україні – ТОВ КАН, 2016. – 31с.

Укладачі:

- О.П. Любарець, к.т.н., доцент Київського національного університету будівництва і архітектури.
- П. Верещинський, президент компанії SANKOM Sp.z o.o.
- К. Сеньковський, техн. директор компанії SANKOM Sp.z o.o.
- Г.В. Куно, к.т.н., доцент, директор представництва в Україні компанії KAN Sp.z o.o.

Видається під загальною редакцією канд. техн. наук., дійсного члена (академіка) Академії будівництва України О.П. Любарця.

Наведено сучасну (відповідно до проекту ДСТУ Б EN 12831) методику визначення теплового навантаження систем опалення будівель, яка реалізована в програмі Auditor-OZC 6.9 з урахуванням раніше діючих в Україні коефіцієнтів, що враховують додаткові тепловтрати за рахунок впливу вітру та висотності будівлі, тощо.

Призначено для проектувальників систем опалення а також для студентів та фахівців спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція».

Представництво фірми КАН в Україні:

ТОВ КАН

04209 Київ, вул. Богатирська 11

Тел.: +38 (044) 221 42 10

Тел./факс: +38 (044) 489 95 02

E-mail: kiev@kan-therm.com

Передрук та копіювання без згоди кампаній SANKOM Sp.z o.o та KAN Sp.z o.o

ЗАБОРОНЕНІ!

Захищено авторським правом.

Використання наведеної інформації без посилань

ЗАБОРОНЕНО!

ТЕХНОЛОГІЯ УСПІХУ



Зміст

1.	Загальні положення	4
2.	Основні задачі, принципи та послідовність визначення теплової потужності системи опалення для приміщень та будинку.....	5
3.	Теплова потужність системи опалення приміщення	6
3.1.	Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення	6
3.1.1.	Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення до зовнішнього повітря.....	7
3.1.2.	Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через неопалювальне приміщення до зовнішнього повітря.	8
3.1.3.	Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через огорожувальні конструкції, що контактують із ґрунтом.	10
3.1.4.	Характеристика трансмісійних тепловтрат (теплонадходжень) через внутрішні стіни в опалювальних приміщеннях, що мають різні розрахункові температури внутрішнього повітря.	14
3.2.	Вентиляційні тепловтрати опалюваного приміщення	15
3.3.	Компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення приміщення	18
3.4.	Інші можливі регулярні теплонадходження та тепловтрати до опалюваного приміщення.	21
4.	Теплова потужність системи опалення будинку	21
5.	Визначення теплової потужності систем опалення для опалювального приміщення та будинку за спрощеною методикою.	22
6.	Додаток	24
7.	Список літератури.....	26

Передмова

Капітальні та експлуатаційні витрати на опалення будівель безпосередньо залежать від ступеня утеплення зовнішніх огорожень та достовірного (максимально наближеного до дійсного) визначення теплової потужності встановлених опалювальних приладів та системи опалення в цілому. Правильне визначення теплових потоків у системі опалення будівлі є основою подальших розрахунків мережі трубопроводів, підбору опалювального обладнання та гарантією ефективної роботи сучасних систем опалення.

Тому одним із найважливіших етапів проектування систем опалення є визначення її теплової потужності.

У даному довіднику розглянуті методики розрахунку теплової потужності системи опалення для приміщень та будівлі в цілому в умовах діючого будівельного законодавства України, які були реалізовані в програмному комплексі Audytor OZC 6.9 польською фірмою SANKOM Sp. z o.o. при сприянні к.т.н., доцента Любарця О.П. (Київський національний університет будівництва і архітектури) та к.т.н., доцента Куно Г.В. (ТОВ КАН).

Відповідно до вимог ДБН В.2.5–67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» (п.6.3.4) теплове навантаження системи опалення слід визначати згідно ДСТУ Б EN 12831* «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження».

Вказаний державний стандарт України гармонізує європейські методики за EN 12831:2003 з врахуванням доповнень українських реалій. Так структура європейської методики визначення проектного теплового навантаження системи опалення включає коефіцієнти e_k та e_p , які можуть враховувати кліматологічні та інші особливості застосування європейської методики в Україні.

1. Загальні положення

З набуттям чинності ДБН В.2.5–67 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» в Україні вводяться нові методики для визначення теплового навантаження системи опалення приміщення та визначення проектної (розрахункової) потужності системи опалення будівлі, які регламентуються гармонізованим до європейських норм ДСТУ Б EN 12831 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження».

У даному довіднику розглянуті методики розрахунку теплової потужності системи опалення для приміщення та будівлі в цілому при виконанні проектів систем опалення, відповідно до вимог ДБН В.2.5–67:2013 та ДСТУ Б EN 12831.

При визначенні тепловтрат на нагрівання вентиляційного повітря системою опалення, величина мінімально необхідної кількості зовнішнього повітря в умовах України слід визначати згідно Додатка Х ДБН В.2.5–67:2013.

При визначенні теплової потужності системи опалення за ДСТУ Б EN 12831:2003 постійні або періодичні технологічні (виробничі та інш.) тепловтрати приміщень та будівлі в цілому в програмі Audytor OZC 6.8 не враховуються. Врахування додаткових технологічних тепловтрат та теплонадходжень передбачено в програмі CO-Graf в меню «Данные – Помещения» при складанні характеристики приміщень.

Наведена методика видалити не застосовується для приміщень заввишки більше 5 метрів, та приміщень із значною різницею температур внутрішнього повітря і середньою радіаційною температурою приміщення. У перелічених випадках слід застосовувати рекомендації, що наведені в Додатку В ДСТУ Б EN 12831:2003.

*На момент створення даного довідника вказані європейські нормативи знаходяться у стадії розробки та затвердження в органах державної стандартизації.

2. Основні задачі, принципи та послідовність визначення теплової потужності системи опалення для приміщень та будинку

При визначенні проектних теплових навантажень системи опалення для приміщення та будівлі в цілому, згідно з нормативними вимогами [2], слід враховувати наступні складові, що можуть мати місце при певних архітектурно-планувальних рішеннях приміщень та будівель:

- 1 Трансмісійні тепловтрати опалюваними приміщеннями через зовнішні огорожувальні будівельні конструкції, що контактують із зовнішнім повітрям.
- 2 Трансмісійні тепловтрати опалювальними приміщеннями через неопалювані приміщення.
- 3 Трансмісійні тепловтрати опалюваними приміщеннями через конструкцію підлоги та ґрунт.
- 4 Трансмісійні тепловтрати опалюваними приміщеннями до приміщень із більш низькою розрахунковою температурою.
- 5 Вентиляційні тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря в опалюваних приміщеннях будівлі, за винятком теплоти, що передана з повітрям у середині будівлі.
- 6 Компенсаційну теплову потужність в опалюваних приміщеннях будівлі при періодичному режимі роботи системи опалення.

Методика розрахунку для основних випадків базується на наступних гіпотезах:

- розподіл температури (температура повітря та розрахункова температура) вважається однорідним;
- тепловтрати розраховуються в умовах стабільного стану при постійних властивостях, таких як значення температури, характеристики конструктивних елементів і т.д.

Наведена методика може бути використана для базових випадків більшості споруд:

- з висотою стелі, що не перевищує 5 м;
- опалюваних або передбачених до опалювання при заданій температурі, що підтримується в часі;
- там, де температура повітря та температура в робочій зоні мають однакове значення.

У недостатньо ізольованих будівлях і/або протягом періоду нагрівання системами випромінювання з переважаючою часткою радіаційного випромінювання, такі як підлогові чи стельові системи нагрівання, можливі значні відмінності розподілу внутрішньої температурою у просторі приміщення з суттєвим відхиленням від норми. Дані випадки можуть бути розглянуті як спеціальні випадки (див. додаток В) [2].

Етапи розрахунку проектної теплової потужності системи опалення приміщення:

- 7 Визначити розрахункові значення температури зовнішнього повітря θ_e та середньої річної температури зовнішнього повітря θ_{me} ;
- 8 Встановити тип приміщення (опалюване чи неопалюване) та прийняти значення внутрішньої температури кожного опалюваного приміщення $\theta_{int,i}$;
- 9 Визначити просторові та теплові характеристики ψ_i усіх використаних будівельних матеріалів для опалюваних та неопалюваних приміщень;
- 10 Обчислити характеристику трансмісійних втрат теплоти приміщенням $H_{T,i}$ та помножити на визначену різницю температур внутрішнього та зовнішнього повітря $(\theta_{int,i} - \theta_e)$ для отримання величини трансмісійних (теплопровідних) тепловтрат даного опалюваного приміщення $\Phi_{T,i}$;
- 11 Обчислити характеристику вентиляційних теплових втрат приміщення $H_{V,i}$ та помножити на значення різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря $(\theta_{int,i} - \theta_e)$ для отримання величини вентиляційних теплових втрат даного опалюваного приміщення $\Phi_{V,i}$;
- 12 Визначити загальну величину теплових втрат опалюваного приміщення Φ_i додаванням показників трансмісійних $\Phi_{T,i}$ та вентиляційних $\Phi_{V,i}$ тепловтрат;

- 13 Проаналізувати та визначити інші можливі теплонадходження (або тепловтрати) опалюваного приміщення $\Phi_{Q,i}$, наприклад, наявність додаткового джерела енергії, для врегулювання збалансованості опалення (забезпечення балансу теплоти) або теплонадходження від людей, освітлення тощо;
- 14 Обчислити загальне теплове навантаження опалення приміщення $\Phi_{HL,i}$ як суму значень загальних теплових втрат приміщення Φ_i . Величини інших теплонадходжень (тепловтрат) до приміщення $\Phi_{Q,i}$ слід враховувати при описі приміщень в програмі CO-Graf.

Етапи розрахунку проектної теплової потужності системи опалення будівлі:

Даний метод розрахунку ґрунтується на результатах розрахунку опалюваних приміщень.

Етапи розрахунку для будівельного комплексу чи будівлі наступні:

- 15 Визначити загальні трансмісійні втрати будівлі як суму теплопровідних втрат усіх опалюваних приміщень, без врахування теплонадходжень у зазначені межі будівлі;
- 16 Визначити загальні вентиляційні втрати будівлі як суму вентиляційних втрат усіх опалюваних приміщень без урахування теплонадходжень у зазначені межі будівлі;
- 17 Обчислити загальні втрати теплоти будівельного комплексу чи будівлі як суму загальних трансмісійних та вентиляційних теплових втрат;
- 18 Визначити інші можливі теплонадходження (або тепловтрати) до всіх опалюваних приміщень, щоб отримати загальне значення теплонадходжень будівельного комплексу чи будівлі, необхідне для обчислення теплового балансу;
- 19 Обчислити загальне теплове навантаження будівельного комплексу чи будівлі як суму значень загальних теплових втрат та інших теплонадходжень (тепловтрат).

ДСТУ Б EN 12831 також нормується спрощений метод розрахунків теплового навантаження системи опалення приміщення та визначення проектної (розрахункової) потужності системи опалення будівлі, який розглядається в розділі 5 даних методичних вказівок.

3. Теплова потужність системи опалення приміщення

Відповідно до ДСТУ Б EN 12831:2008 [2], проектне теплове навантаження системи опалення приміщення визначають за формулою теплового балансу приміщення

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{Vi} + \Phi_{RH,i}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

де: Φ_{Ti} – трансмісійні тепловтрати через огорожувальні конструкції приміщення, Вт;

Φ_{Vi} – вентиляційні тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення, Вт;

$\Phi_{RH,i}$ – додаткова компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення, яка враховує ефект тимчасовості обігріву приміщення, Вт.

Нижче наведені рекомендації щодо визначення складових, що входять до формули (1).

3.1. Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення

Розрахункові теплові втрати приміщення за рахунок теплопередачі через будівельні огороження Φ_{Ti} , Вт, слід обчислювати за формулою, що наведена нижче і враховує основні можливі варіанти влаштування приміщення:

$$\Phi_{Ti} = (H_{T,ie} + H_{T,iie} + H_{T,ig} + H_{T,if}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт} \quad (2)$$

де: $H_{T,ie}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{T,ie}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалюваного приміщення через неопалюване приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{T,ig}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції до ґрунту, Вт/°С;

$H_{T,ij}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалюваного приміщення через огорожувальну конструкцію до суміжного опалюваного приміщення із іншою розрахунковою температурою, Вт/°С.

Під характеристикою (коефіцієнтом) тепловтрат приміщення слід розуміти питомі тепловтрати і-го приміщення, віднесені до різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря.

3.1.1. Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення до зовнішнього повітря.

Розрахункове значення характеристики тепловтрат приміщення при теплопередачі з опалюваного приміщення назовні через будівельні огородження (елементи лінійного теплового мосту) а саме, стіни, двері, стелю та вікна, обчислюють за формулою

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_p \text{ Вт/}^\circ\text{С,} \quad (3)$$

де: A_k – площа теплопередачі k-ї будівельної конструкції огорожень приміщення, м²;

U_k – коефіцієнт передачі теплоти від внутрішнього повітря через k-ту будівельну конструкцію огороження приміщення до зовнішнього середовища, Вт/м²·°С;

ψ_l – лінійний коефіцієнт теплопередачі l-го елемента лінійного теплового мосту в конструкції будівельного огороження, який визначається згідно з додатком И [4] на етапі теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій, Вт/м·°С;

l_l – довжина лінійного теплового мосту в конструкції будівельного огороження, м;

e_k, e_l – поправочні коефіцієнти, на додаткові тепловтрати, що враховують випромінюючі властивості поверхні огороження, з урахуванням впливу мікрокліматичних умов, типу ізоляційних матеріалів, їх вологості, швидкості вітру і температури зовнішнього повітря.

Згідно з ДБН В.2.6–31:2006 «Теплова ізоляція будівель» зі зміною №1 від 1.06.2013 р. значення ψ_l коефіцієнта теплопередачі лінійних теплових мостів, що не мають зовнішньої теплоізоляції, приймаються за табл. И.3 додатку И [4]. За наявності зовнішньої теплоізоляції на вузлах внутрішнього сполучення огорожувальних конструкцій тепловтрати не враховуються.

Поправочні коефіцієнти e_k та e_l згідно з [2] визначаються на підставі даних попередньо чинної в Україні методики [5] і наведені в таблиці 1. За відсутності національних стандартів, їх значення за замовчуванням приймаються за додатком D.4.1 [2] і дорівнюють 1,0.

Кліматичні параметри в місті будівництва, а саме, швидкість та повторюваність вітру за сторонами світу, визначають за ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010 «Будівельна кліматологія».

Площа теплопередачі k-тої будівельної конструкції огорожень приміщення визначається за зовнішніми розмірами, як показано на рис. 1. Вертикальні розміри зовнішніх стін визначаються як відстань від поверхні підлоги одного поверху до поверхні підлоги наступного (товщина перекриття цокольного поверху не враховується). Горизонтальні розміри зовнішніх стін приміщення визначаються за осями внутрішніх перегородок, а в кутових приміщеннях – від зовнішньої поверхні кута до осі перегородки. Розміри дверей та вікон визначають за найменшими розмірами прорізів.

Таблиця 1. Національні значення коефіцієнтів додаткових тепловтрат $e_k = e_l = 1 + \Sigma\beta$.

Фактори, для яких обумовлені додаткові втрати теплоти	Огородження, при розрахунках яких враховуються додаткові тепловтрати	β
Вітер зі швидкістю в січні до 5 м/с	Орієнтовані в напрямках, звідки дує вітер в січні з повторюваністю не менш 15%	0,05
Вітер зі швидкістю в січні 5 м/с і більше		0,10
Будівлі заввишки 10–15 поверхів (при висоті поверху до 2,7 м)	Огородження першого та другого поверхів	0,10
	Огородження третього поверху	0,05
	Огородження першого та другого поверхів	0,20
Будівлі заввишки 16 поверхів і більше (при висоті поверху до 2,7 м)	Огородження третього поверху	0,15
	Огородження четвертого поверху	0,10

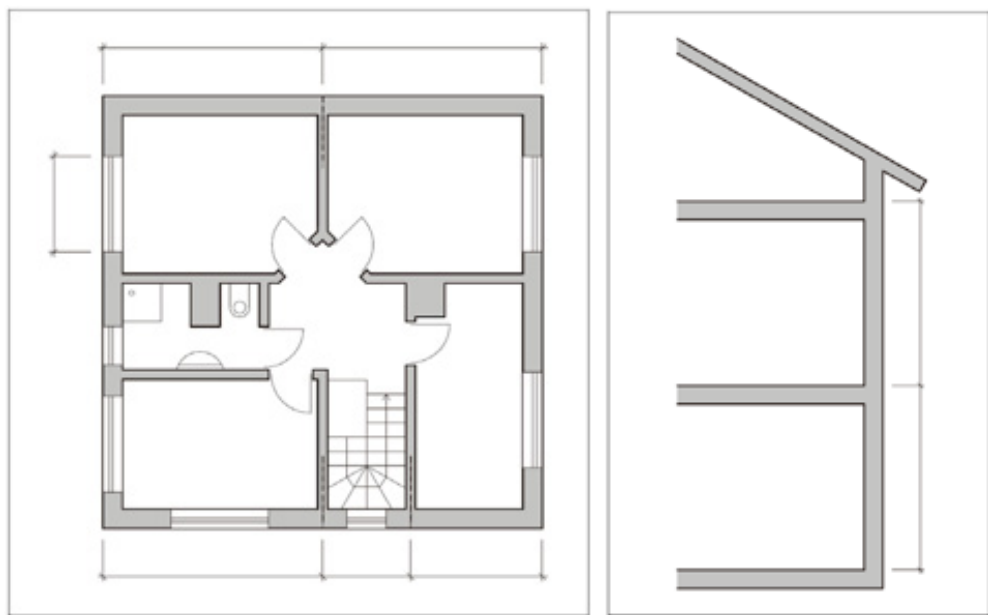


Рис. 1. Приклади визначення розмірів будівельних зовнішніх огорожень

Коефіцієнт теплопередачі огороження приміщення U_k та лінійний коефіцієнт теплопередачі ψ_l теплового моста k -тої будівельної конструкції визначаються на попередніх етапах проектування системи опалення при теплотехнічному розрахунку зовнішніх будівельних конструкцій згідно з ДБН В.2.5–31:2006 «Теплова ізоляція будівель» [4].

Довжина лінійного теплового моста l визначається за будівельними кресленнями відповідних вузлів зовнішніх будівельних огорожень.

3.1.2. Характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через неопалювальне приміщення до зовнішнього повітря.

Характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через неопалювальне приміщення до зовнішнього середовища визначається за формулою

$$H_{T,ine} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u, \text{ Вт/}^\circ\text{C} \quad (4)$$

де: b_u – температурний коефіцієнт кореляції, що враховує різницю температур у неопалювальному приміщенні та розрахункову температуру зовнішнього середовища.

Таблиця 2. Значення температурного коефіцієнта кореляції, b_u (за неможливості обчислення або відсутності національних даних)

Неопалюваний простір	b_u
Кімнати: з однією зовнішньою стіною	0,4
з двома зовнішніми стінами без зовнішніх дверей	0,5
з двома зовнішніми стінами та зовнішніми дверями (воротами)	0,6
з трьома зовнішніми стінами	0,8
Підвал: без вікон та зовнішніх дверей	0,5
з вікнами або/та зовнішніми дверями	0,8
Підпокрівельний простір з високим рівнем вентиляції підпокрівельного простору (з покрівлею шифером, черепицею тощо на латах без утеплення)	1,0
інші неутеплені дахи	0,9
теплоізовані дахи	0,7
Внутрішні циркуляційні зони (без зовнішніх огорожень, з коефіцієнтом повітрообміну менше 0,5 год.)	0,0
Вільно провітрювані зони (з площею отворів/об'єму простору $> 0,005\text{м}^2/\text{м}^3$)	1,0
Підвісна стеля, поверх	0,8

Приміщення, в яких 70% і більше площі зовнішньої стіни знаходиться в контакті з ґрунтом, слід вважати підвалом.

Значення коефіцієнта кореляції b_u визначається одним із трьох способів:

- якщо температура неопалюваного приміщення θ_u при розрахункових умовах зазначена чи обчислена:

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (5)$$

- якщо температура неопалюваного приміщення θ_u невідома або не може бути визначеною:

$$b_u = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad (6)$$

де: H_{iu} – характеристика повних тепловтрат через огорожувальні конструкції від опалюваного приміщення до неопалюваного, з урахуванням трансмісійних та вентиляційних теплових потоків, Вт/°С;

H_{ue} – характеристика повних тепловтрат неопалюваного приміщення через зовнішні огорожувальні конструкції з урахуванням трансмісійних та вентиляційних теплових потоків, Вт/°С;

- за національними стандартами. За відсутності національних стандартів, значення b_u визначають за додатком D.4.2 [2] або за таблицею 2.

3.1.3. Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через огорожувальні конструкції, що контактують із ґрунтом.

Характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення до масиву землі $H_{T,ig}$ визначається за формулою

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w, \text{ Вт/}^\circ\text{C}, \quad (7)$$

де: f_{g1} – поправочний коефіцієнт, що враховує річні коливання температури ґрунту, і визначається за національними стандартами, або за даними додатку D.4.3 [2], що наводяться в Таблиці 3;

G_w – корегувальний коефіцієнт, що враховує вплив ґрунтових вод, і приймається за даними додатку D.4.3 [2], що наводяться в таблиці 3;

f_{g2} – поправочний коефіцієнт на можливе зниження зовнішньої температури, який враховує різницю між середнім коливанням і розрахунковим значенням температури зовнішнього повітря (середню амплітуду коливання) і визначається за формулою

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (8)$$

Таблиця 3. Значення поправочних коефіцієнтів f_{g1} та G_w (за відсутності національних даних)

Відстань між передбаченими ґрунтовими водами та плитою перекриття підлоги складає:	f_{g1}	G_w
більше 1 м		1,00
менше 1 м	1,45	1,15

$U_{equiv,k}$ – коефіцієнт передачі теплоти з урахуванням типу підлоги згідно з EN ISO 13370, який визначається за даними Рис.3–6 залежно від характеристичного параметру B' , Вт/м²·°C.

Характеристичний параметр B' визначають як відношення загальної площі першого поверху до половини периметру підлоги, який примикає до ґрунту (див. Рис.2).

$$B' = \frac{Ag}{0,5 \cdot P} \quad (9)$$

Згідно з EN ISO 13370 параметр B' розраховується для будівлі в цілому. При цьому вважається, що теплопровідність ґрунту дорівнює $\lambda_g = 2,0$ Вт/м·°C, а ефект бокової теплоізоляції не враховується.

При розрахунках тепловтрат окремих приміщень B' визначається одним із трьох способів:

- для всіх кімнат без стін, що відділяють приміщення від теплового простору, величина параметру B' розраховується як для будівлі;
- для всіх кімнат з ізолюваною підлогою ($U_{floor} < 0,5$ Вт/м²·°C) величина параметру B' приймається рівною розрахованій для будівлі в цілому;
- для всіх інших приміщень величина параметру B' розраховується за методом «кімната за кімнатою» (консервативний розрахунок).

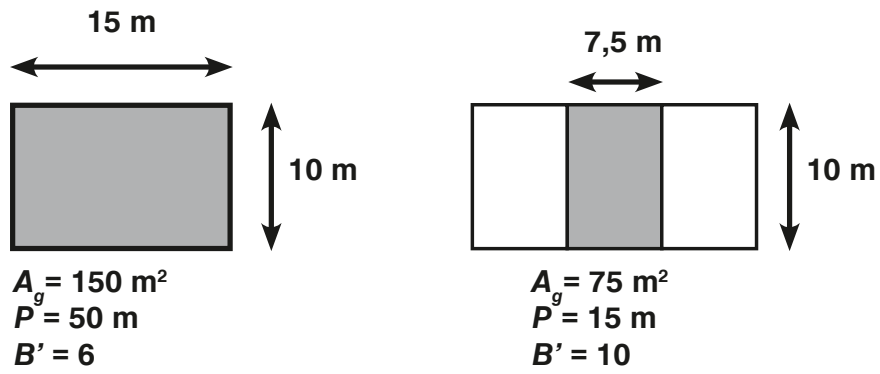
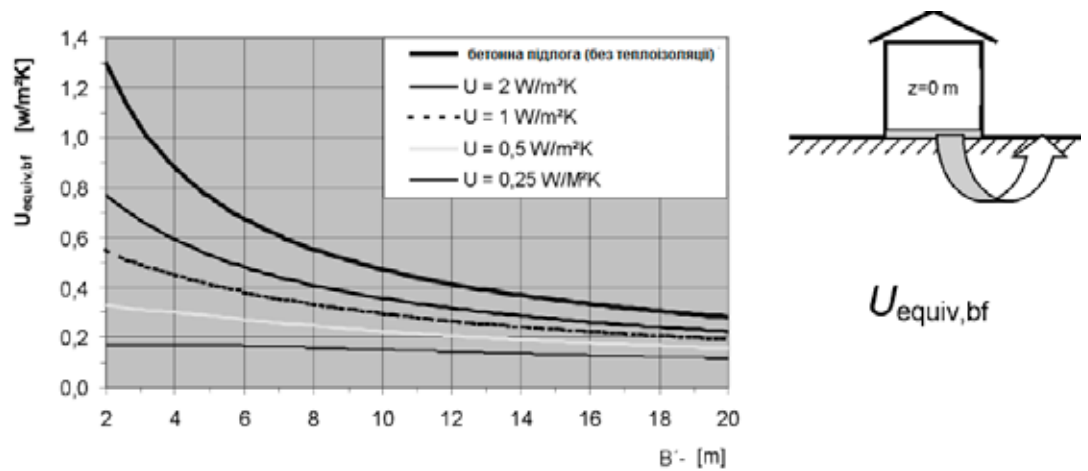


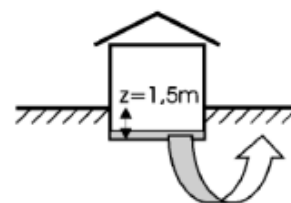
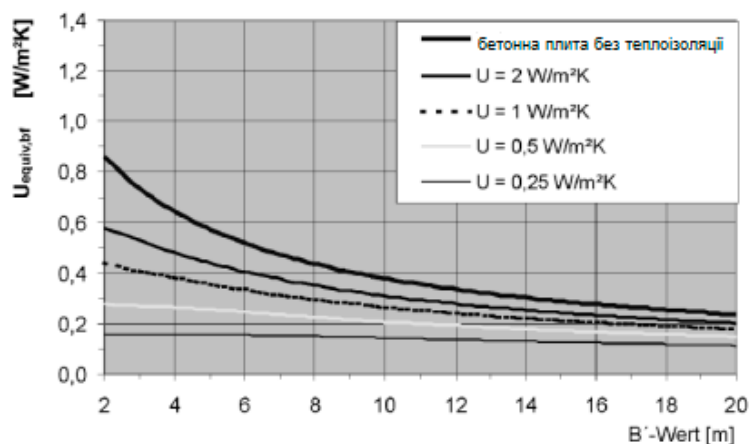
Рис.2. Приклад визначення характеристичного параметру B'

Коефіцієнт теплопередачі плити перекриття підлоги першого поверху визначається за даними наведеними на рис. 3–6, як функція від характеристичного параметру B' при наступних варіантах влаштування підлоги:



$B', \text{ m}$	$U_{equiv,bf} \text{ (при } z = 0 \text{ m)}$ $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$				
	Без утепления	$U_{Boden} = 2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{Boden} = 1,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{Boden} = 0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{Boden} = 0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
2	1,30	0,77	0,55	0,33	0,17
4	0,88	0,59	0,45	0,30	0,17
6	0,68	0,48	0,38	0,27	0,17
8	0,55	0,41	0,33	0,25	0,16
10	0,47	0,36	0,30	0,23	0,15
12	0,41	0,32	0,27	0,21	0,14
14	0,37	0,29	0,24	0,19	0,14
16	0,33	0,26	0,22	0,18	0,13
18	0,31	0,24	0,21	0,17	0,12
20	0,28	0,22	0,19	0,16	0,12

Рис. 3. Коефіцієнт теплопередачі плити перекриття підлоги першого поверху, що розташована на рівні землі

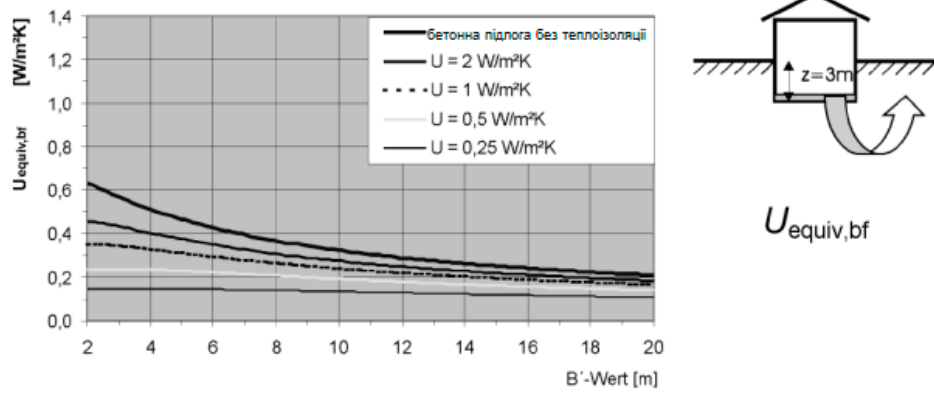


$U_{equiv,bf}$

B'-Wert m	$U_{equiv,bf}$ (für $z = 1,5$ m) W/m ² · K				
	keine Dämmung	$U_{Boden} = 2,0$ W/m ² · K	$U_{Boden} = 1,0$ W/m ² · K	$U_{Boden} = 0,5$ W/m ² · K	$U_{Boden} = 0,25$ W/m ² · K
2	0,86	0,58	0,44	0,28	0,16
4	0,64	0,48	0,38	0,26	0,16
6	0,52	0,40	0,33	0,25	0,15
8	0,44	0,35	0,29	0,23	0,15
10	0,38	0,31	0,26	0,21	0,14
12	0,34	0,28	0,24	0,19	0,14
14	0,30	0,25	0,22	0,18	0,13
16	0,28	0,23	0,20	0,17	0,12
18	0,25	0,22	0,19	0,16	0,12
20	0,24	0,20	0,18	0,15	0,11

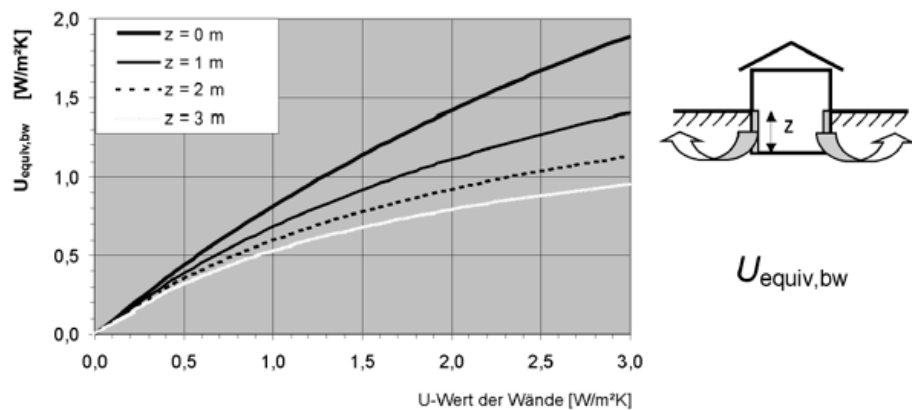
Рис. 4. Коефіцієнт теплопередачі плити підлоги опалюваного підвалу, що розташована нижче рівня землі на 1,5 м.

Визначення коефіцієнта теплопередачі підлоги опалюваного підвалу, який розташований частково або повністю нижче рівня землі аналогічно підрахункам для перекриття на рівні землі, але враховує два типи будівельних елементів: $U_{equiv,bf}$ – підлогу та $U_{equiv,bw}$ – стіну, що контактує з ґрунтом.



B'-Wert m	$U_{\text{equiv,bf}}$ (für $z = 3,0$ m) $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$				
	keine Dämmung	$U_{\text{Boden}} = 2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{Boden}} = 1,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{Boden}} = 0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{Boden}} = 0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
2	0,63	0,46	0,35	0,24	0,14
4	0,51	0,40	0,33	0,24	0,14
6	0,43	0,35	0,29	0,22	0,14
8	0,37	0,31	0,26	0,21	0,14
10	0,32	0,27	0,24	0,19	0,13
12	0,29	0,25	0,22	0,18	0,13
14	0,26	0,23	0,20	0,17	0,12
16	0,24	0,21	0,19	0,16	0,12
18	0,22	0,20	0,18	0,15	0,11
20	0,21	0,18	0,16	0,14	0,11

Рис. 5. Коефіцієнт теплопередачі плити підлоги опалювального підвалу, що розташована нижче рівня землі на 3,0 м

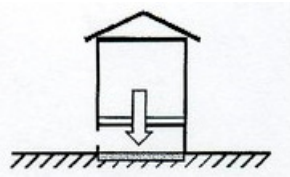


U_{wand} $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{equiv,bw}}$ $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$			
	$z = 0$ m	$z = 1$ m	$z = 2$ m	$z = 3$ m
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,44	0,39	0,35	0,32
0,75	0,63	0,54	0,48	0,43
1,00	0,81	0,68	0,59	0,53
1,25	0,98	0,81	0,69	0,61
1,50	1,14	0,92	0,78	0,68
1,75	1,28	1,02	0,85	0,74
2,00	1,42	1,11	0,92	0,79
2,25	1,55	1,19	0,98	0,84
2,50	1,67	1,27	1,04	0,88
2,75	1,78	1,34	1,09	0,92
3,00	1,89	1,41	1,13	0,96

Рис. 6. Коефіцієнт теплопередачі стінових конструкцій опалювального підвалу, що розташована нижче рівня землі

Неопалювальний підвал. Підвісна підлога.

Характеристику тепловтрат через підвісну підлогу, яка відділяє опалювальне приміщення від неопалюваного підвалу, розраховується відповідно до п. 3.1.2 за формулою (4), що наведені вище. При цьому, коефіцієнт теплопередачі через підлогу розраховується за рівнянням (7), але без впливу масиву землі, тобто без урахування факторів f_{g1} , f_{g2} і G_w .



3.1.4. Характеристика трансмісійних тепловтрат (теплонадходжень) через внутрішні стіни в опалювальних приміщеннях, що мають різні розрахункові температури внутрішнього повітря.

Характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції між приміщеннями, що опалюються при різних розрахункових температурах ($>3^{\circ}\text{C}$ згідно п.6.3.4 [1]) $H_{T,ij}$ визначається за формулою:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{ Вт/}^{\circ}\text{C} \quad (10)$$

де: f_{ij} – поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур у суміжних опалювальних приміщеннях і обчислюється за формулою

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{adjacent\ space}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (11)$$

де: $\theta_{adjacent\ space} = \theta_{int,j}$ – температура в сусідньому j-му приміщенні або у прилеглому просторі, яка обчислюється за додатком D.4.4 [2] або за таблицею 4 залежно від варіантів суміжних приміщень, $^{\circ}\text{C}$.

Вплив термічних містків у даному розрахунку не враховується.

Таблиця 4. Температура в суміжних опалювальних приміщеннях $\theta_{adjacent\ space}$, $^{\circ}\text{C}$.

Варіант суміжного приміщення	$\theta_{adjacent\ space}$, $^{\circ}\text{C}$
Кімната, розташована в тій же будівлі, і належить тому ж власнику.	$\theta_{int,j}$, з урахуванням температурного градієнта по вертикалі приміщення
Кімната, розташована в сусідній будівлі (квартирі), і належить іншому власнику.	$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} + \theta_{m,e}}{2}$
Кімната, розташована в іншій сусідній будівлі	$\theta_{m,e}$

де: $\theta_{m,e}$ – середньорічна температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

3.2. Вентиляційні тепловтрати опалюваного приміщення

Розрахункові теплові втрати приміщення на нагрівання вентиляційного повітря в опалювальних приміщеннях Φ_{Vi} слід обчислювати за формулою

$$\Phi_{Vi} = H_{Vi} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}, \quad (12)$$

де: H_{Vi} – характеристика вентиляційних тепловтрат приміщення, Вт/°C;

Розрахункове значення характеристики тепловтрат опалювального приміщення при нагріванні зовнішнього вентиляційного повітря, що поступає до нього за рахунок вентиляції (інфільтрації, провітрювання тощо), обчислюють за формулою

$$H_{Vi} = V_i \cdot \rho \cdot c_p, \text{ Вт/°C} \quad (13)$$

де: ρ – густина повітря при розрахунковій температурі приміщення, кг/м³;

c_p – питома теплоємність повітря при розрахунковій температурі приміщення, кДж/кг·°C.

Після підстановки відповідних значень рівняння (13) має вигляд

$$H_{Vi} = 0,34 \cdot V_i, \text{ Вт/°C} \quad (14)$$

де: V_i – витрата повітря, що надходить за годину до опалювального приміщення, м³/год, яка визначається залежно від організації повітрообміну в приміщенні.

За відсутності організованої подачі припливного повітря, свіже зовнішнє повітря потрапляє до приміщення за рахунок інфільтрації через зовнішні огорожувальні конструкції (вікна, балконні двері, пори стін тощо). При визначені витрати повітря V_i у формулі (14), що надходить до опалювального приміщення, за розрахункову величину приймають більше значення між інфільтраційним та санітарно-гігієнічним повітрообмінами з урахуванням нормативної кількості витяжного повітря із кухні, ванної кімнати та санвузлів за Додатком X [1] (див. Таблицю 8).

$$Vi = \max (V_{inf,i}, V_{min,i}), \text{ м}^3/\text{год}. \quad (15)$$

Витрата інфільтраційного повітря в основному залежить від кількості та герметичності вікон у приміщенні та зовнішніх аеродинамічних умов, і визначається за формулою

$$V_{inf,i} = 2 \cdot v_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i, \text{ м}^3/\text{год} \quad (16)$$

де: v_i – внутрішній об'єм опалювального приміщення, м³;

n_{50} – коефіцієнт кратності повітрообміну приміщення при різниці тисків 50 Па на зовнішній та внутрішній поверхнях зовнішніх огорожень, 1/год;

e_i – коефіцієнт екранування зовнішніх огорожень;

ε_i – поправочний коефіцієнт на висоту розташування огорожень приміщення від земної поверхні, що враховує збільшення вітрового навантаження.

Таблиця 5. Коефіцієнт повітрообміну n_{50} , 1/год, для всієї будівлі в результаті різниці тиску 50 Па між внутрішнім і зовнішнім середовищами

	Коефіцієнт повітрообміну n_{50} , 1/год, при ступенях герметичності огорожувальних конструкцій (якості віконного ущільнювача)		
	високий (висока герметичність вікон та дверей)	середній (вікна з подвійним склінням, нормальне ущільнення)	низький (вікна з одинарним склінням, не ущільнені)
житло для однієї сім'ї	< 4	4–10	> 10
інші житлові приміщення або будинки	<2	2–5	>5

Значення коефіцієнта кратності повітрообміну приміщення n_{50} при різниці тисків 50 Па визначають за національними нормативами. За відсутності національних даних, значення для коефіцієнта кратності повітрообміну n_{50} за замовчуванням приймають згідно з додатком D.5.2 [2] або за Таблицею 5 в залежності від ступеня герметичності віконного ущільнювача.

Значення коефіцієнта екранування e_i і поправочного коефіцієнта на висоту ϵ_i визначають за національними нормативами. За відсутності національних даних для коефіцієнта e_i та поправочного коефіцієнта ϵ_i їх значення за замовчуванням приймають згідно з додатками D.5.3 та D.5.4 [2] або за таблицями 6 та 7.

Поправочний коефіцієнт ϵ_i введений у рівнянні (16), тому що значення n_{50} дається для всієї будівлі. У розрахунку приймається гірший випадок, коли все інфільтраційне повітря потрапляє до будинку з однієї сторони будівлі.

Мінімально необхідний за санітарно-гігієнічними вимогами повітрообмін в приміщеннях квартири визначається за національними стандартами – для України за обов'язковим Додатком Х ДБН В.2.5–67:2013 [1] або ДСТУ EN15251 [3].

Таблиця 6. Значення за замовчуванням для коефіцієнта екранування e_i

Ступінь екранування	Коефіцієнт екранування e_i при характерних варіантах наявності відкритих отворів		
	Опалюване приміщення без віконних отворів	Опалюване приміщення з одним віконним отвором, що відкривається	Опалюване приміщення з більш ніж одним віконним отвором, що відкривається
Немає екранування (будівлі у вітряних районах, висотні будівлі у міських центрах)	0	0,03	0,05
Помірне екранування (будівлі на місцевості з деревами або іншими будівлями навколо них, передмістя)	0	0,02	0,03
Високе екранування (середні за висотою будівлі в міських центрах, будівлі в лісах)	0	0,01	0,02

Таблиця 7. Значення за замовчуванням для поправочного коефіцієнта на висоту розташування огорожень приміщення від земної поверхні ϵ_i

Висота опалюваного приміщення над рівнем землі (відстань від рівня землі до половини висоти кімнати)	ϵ_i
0–10 м	1,0
10–20 м	1,2
20–30 м	1,5
30–40 м	1,7
40–50 м	2,0
50–60 м	2,1

Таблиця 8. Мінімальні питомі витрати вентиляційного повітря для приміщень житлових будівель

Умови мікроклімату	Повітрообмін* ¹		Житлові та спальні кімнати, витрата зовнішнього повітря		Витрата повітря, що видаляється, м ³ /год		
	м ³ /(год·м ²)	год ⁻¹	м ³ /год/люд) ²	м ³ /(год·м ²)	Кухня	Ванна	Туалет
Підвищені оптимальні	1,76	0,7	36	5,04	100	72	50
Оптимальні	1,51	0,6	25,2	3,6	72	54	36
Допустимі	1,26	0,5	14,4	2,16	50	36	25

*¹Питомі витрати вентиляційного повітря, що надані в одиницях вимірювання [м³/(год·м²)] і [год⁻¹], відповідають одна одній при висоті стелі 2,5 м.

² Кількість мешканців у місці проживання може бути розрахована за кількістю спальних кімнат.

Для виробничих приміщень та будівель мінімальний повітрообмін визначають за таблицею 9.

Таблиця 9. Мінімальна питома витрата вентиляційного повітря для виробничих приміщень

Приміщення (ділянка, зона)	Приміщення	
	з природним провітрюванням	без природного провітрювання
Виробничі	30 (м ³ /год)/люд	60 (м ³ /год)/люд

Примітка. Норми встановлені для людей, які перебувають у приміщенні більше двох годин безперервно.

Для нежитлових та невиробничих (громадських, адміністративно-побутових, тощо) приміщень та будівель мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін визначають за формулою:

$$V_{min,i} = Q_{tot} = n \cdot q_p + S \cdot q_B, \text{ м}^3/\text{год} \quad (17)$$

де: n – проектна кількість людей у приміщенні, люд.;

q_p – питома санітарно-гігієнічна витрата зовнішнього повітря на одну людину, м³/(год·люд.);

S – загальна площа приміщення, м²;

q_B – питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень (зменшення концентрації забруднюючих речовин, що виділяються від будівельних матеріалів), м³/(год·м²).

Таблиця 10. Питомі витрати зовнішнього повітря для нежитлових та невиробничих будівель/приміщень

Умови мікроклімату	Мінімальна витрата зовнішнього повітря на одну людину q_p , м ³ /(год·люд.)	Мінімальна витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень q_B , м ³ /(год·м ²)		
		при дуже низькому рівні забруднення повітря будівлі	при низькому рівні забруднення повітря будівлі	при високому рівні забруднення повітря будівлі
Підвищені оптимальні	36	1,8	3,6	7,2
Оптимальні умови	25	1,26	2,5	5,0
Допустимі	15	0,76	1,44	2,9
Обмежено допустимі	Менше 15	–	–	–

Примітка. Визначення рівня забруднення повітря будівлі/приміщення залежно від застосованих будівельних матеріалів надано у ДСТУ Б EN 15251. Рекомендації щодо врахування інших факторів забруднення надано у ДСТУ Б EN 13779.

При організованій подачі в опалюване приміщення повітря вентиляційною системою слід враховувати, що його температура може відрізнятися від температури зовнішнього повітря за рахунок:

- використання теплоутилізаторів;
- попереднього нагрівання зовнішнього повітря у вентиляційних установках;
- нагрівання або охолодження при надходженні через сусідні приміщення.

У цих випадках уводиться коефіцієнт $f_{V,i}$, що враховує зменшення різниці розрахункової температури внутрішнього та зовнішнього повітря, яке попередньо було нагріте в припливній системі вентиляції або в сусідніх приміщеннях.

При збільшеній витраті витяжного повітря над припливним вважається, що компенсація за припливним повітрям здійснюється за рахунок інфільтрації зовнішнього повітря через огорожувальні конструкції будівлі.

Рівняння для визначення витрати зовнішнього повітряного потоку в опалювальному приміщенні, для подальшого отримання характеристики вентиляційних тепловтрат за формулою (13), має вигляд:

$$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} \cdot f_{V,i} + V_{mech,inf,i}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (18)$$

де: $V_{inf,i}$ – об'ємна швидкість надходження інфільтраційного повітря до опалювального приміщення, $\text{м}^3/\text{год}$;

$V_{su,i}$ – об'ємна швидкість надходження припливного вентиляційного повітря, $\text{м}^3/\text{год}$;

$V_{mech,inf,i}$ – додаткова витрата інфільтраційного повітря для компенсації надлишку витяжного вентиляційного потоку в опалювальному приміщенні, $\text{м}^3/\text{год}$;

$f_{V,i}$ – коефіцієнт, що враховує зменшення різниці розрахункових температур внутрішнього та зовнішнього повітря, яке попередньо було нагріте в припливній системі вентиляції або в сусідніх приміщеннях.

$$f_{V,i} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (19)$$

де: $\theta_{su,i}$ – температура припливного повітря від системи вентиляції до опалюваного приміщення, або від центральної системи повітряного опалення, із сусідніх опалюваних чи неопалюваних приміщень, або від зовнішнього середовища, $^{\circ}\text{C}$. При використанні теплоутилізаторів $\theta_{su,i}$ може бути розрахована на підставі ефективності системи теплоутилізації.

Витрата інфільтраційного повітря для компенсації надлишку витяжного вентиляційного потоку в опалюваному приміщенні $V_{mech,inf,i}$ може бути визначена одним із наступних шляхів:

- при відомих значеннях продуктивності припливної $V_{su,i}$ та витяжної $V_{ex,i}$ систем вентиляції в опалювальному приміщенні:

$$V_{mech,inf,i} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{inf,i}, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (20)$$

- при відомих значеннях продуктивності припливної V_{su} та витяжної V_{ex} систем вентиляції в будівлі:

$$V_{mech,inf} = V_{ex} - V_{su}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (21)$$

$$V_{mech,inf,i} = V_{mech,inf} \frac{V_i}{\sum V_i} \text{ м}^3/\text{год}, \quad (22)$$

де: V_i – внутрішній об'єм опалювального приміщення, м^3 .

3.3. Компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення приміщення

Періодично опалювані приміщення потребують додаткову теплову потужність, для того, щоб як найшвидше досягти необхідної внутрішньої розрахункової температури, після її пониження в результаті відключення системи опалення.

Величина компенсаційної теплової потужності залежить від наступних факторів:

- теплоємності будівельних матеріалів;
- відведеного часу на розігрів приміщення;
- ступеня зниження температури приміщення під час відключення опалення;
- характеристик системи управління.

- Теплопідвищувальна потужність не завжди є необхідною, наприклад у випадках:
- система управління може скасувати відключення опалення, протягом найхолодніших днів;
 - тепловтрати (вентиляційні) можуть бути зменшені протягом періоду відключення опалення.

Теплопідвищувальна потужність має бути погоджена із замовником будівництва.

Величина компенсаційної теплової потужності може бути визначена детально, за допомогою динамічних обчислювальних процедур (методів).

У наступних випадках, спрощений метод розрахунку, наведений нижче, може бути застосований для визначення теплопідвищувальної потужності, необхідної для теплогенератора та випромінювачів тепла (опалювальних приладів):

Для житлових будівель:

- період обмеження в межах 8 годин (нічне відключення);
- споруда є масивною (не дерев'яна конструкція).

Для нежитлових (громадських) будівель:

- період обмеження знаходиться в межах 48 годин (відключення на вихідні);
- період зайнятості протягом робочих днів є більший за 8 годин на день;
- внутрішня розрахункова температура знаходиться в межах 20–22°C.

Необхідно приймати до уваги, що для теплових випромінювачів з високою термічною масою, потрібно більше часу для розігріву.

Додаткову компенсаційну теплову потужність для системи періодичного опалення, яка враховує ефект тимчасовості обігріву приміщення $\Phi_{RH,i}$, за спрощеним методом слід обчислювати за формулою

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}, \text{ Вт} \quad (23)$$

де: f_{RH} – питома додаткова компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення, Вт/м².

Значення питомої компенсаційної теплової потужності f_{RH} наведеної в таблиці 11 визначають залежно від масивності будівлі за додатком Н до ДБН В.2.5–67:2013 або національним додатком до ДСТУ Б EN 12831; за відсутності останнього, за додатком D.6 [2].

Таблиця 11. Питома компенсаційна теплова потужність f_{RH} при періодичному опаленні

Період зниження температури повітря (не-використання приміщення), год	Тривалість зниження температури, год	Тривалість розігріву, год	Кратність повітрообміну під час зниження температури повітря приміщення, год ⁻¹			
			0,1		0,5	
			Ефективна здатність до акумуляції теплової енергії приміщенням			
			мала	середня або велика	мала	середня або велика
питома надбавка f_{RH} Вт/м ²						
8 год (наприклад, нічне зниження у квартирі)	7,5	0,5	63	16	74	26
	7	1	34	10	43	16
	6	2	14	3	21	8
	5	3	5	0	10	2
	4	4	0	0	3	0
	2	6	0	0	0	0
14 год (наприклад, нічне зниження в офісі тощо)	13,5	0,5	88	38	91	56
	13	1	50	29	50	43
	12	2	28	18	28	29
	11	3	17	12	18	21
	10	4	11	7	12	15
	8	6	3	1	5	5
62 год (наприклад, зниження у вихідні)	2	12	0	0	0	0
	61,5	0,5	92	≥100	92	≥100
	61	1	55	100	55	≥100
	60	2	32	86	32	≥100
	59	3	23	73	22	94
	58	4	17	64	17	84
168 год (наприклад, зниження впродовж тижневої відпустки)	56	6	10	52	10	70
	50	12	2	31	2	45
	167,5	0,5		92		≥100
	167	1		55		≥100
	166	2		32		≥100
	165	3		23		≥100
164	4		17		95	
162	6		10		81	
156	12		2		57	

Примітка 1. Кратність повітрообміну слід приймати рівною 0,1 год⁻¹ у період невикористання приміщення за умови закритих вікон та дверей;

Примітка 2. Ефективну здатність до акумуляції теплової енергії допускається приймати наближено за характерними ознаками огорожувальних конструкцій приміщення:

- мала (підвісна стеля, балочне перекриття тощо та стіни з легких будівельних конструкцій, наприклад, каркасні, з теплоізоляційних бетонів, дерев'яні, гіпсокартонні з повітряним або теплоізоляційним прошарком тощо);
- середня (бетонна стеля зі стінами з легких будівельних конструкцій або підвісна стеля, балочне перекриття тощо зі стінами з бетонну, цегли, природного каменю тощо);
- велика (бетонна стеля зі стінами з бетонну, цегли, природного каменю тощо).

Примітка 3. Проміжні значення питомої надбавки слід визначати методом лінійної інтерполяції.

За масивністю будівлі поділяють на:

- масивні – бетонні підлоги та стелі в поєднанні з цегляними або бетонними стінами;
- середньої масивності;
- легкі – підвісні стелі та фальш підлоги з легкими стінами.

Питому надбавку потужності f_{RH} , Вт/м², допускається приймати за таблицю Н.1 для приміщень з наступними характеристиками:

- рівень теплоізоляції не нижче від визначеного у ДБН В.2.6–31;
- середня висота приміщення не більша ніж 3,5 м;
- кратність повітрообміну приміщення впродовж розігріву не вище ніж 0,5 год⁻¹;
- зниження температури повітря приміщення становить не нижче ніж 15 °С.

Для приміщень з постійним тепловим режимом питому надбавку приймають рівною нулю.

У добре ізольованих та повітронепроникних (герметичних) будівлях, сумарне падіння внутрішньої температури протягом відключення більше ніж на 2–3°K не рекомендується та залежить від кліматичних умов і теплової маси будівлі.

3.4. Інші можливі регулярні теплонадходження та тепловтрати до опалюваного приміщення.

Згідно положень ДСТУ Б EN 12831 та підпункту г) п. 6.3.4. ДБН В.2.5–67:2013 в тепловому балансі приміщення для визначення теплової потужності системи опалення слід враховувати «надходження теплоти, що регулярно надходять у приміщення від електричних приладів, приладів освітлення, технологічного обладнання, трубопроводів, людей та інших джерел.»

Для житлових приміщень, на підставі попередньо діючої в Україні методики [5], побутові теплонадходження від людей, освітлення та побутових приладів визначаються за формулою:

$$\sum \Phi_{Q,i} = \Phi_{mi} = 10 \cdot Ai, \text{ Вт} \quad (24)$$

При наявності інших регулярних теплонадходжень або тепловтрат до розрахункового приміщення житлового, громадського або виробничого призначення слід користуватися відповідними діючими на час розрахунків методиками [6].

4. Теплова потужність системи опалення будинку

У відповідності до [2], проектне теплове навантаження опалення будівлі визначають за формулою

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{Ti} + \Phi_{Vi} + \sum \Phi_{RH,p} \text{ Вт} \quad (25)$$

Визначення складових у формулі 25 наведені у попередніх розділах, при цьому не враховується теплонадходження (тепловтрати), що передаються трансмісійно та з вентиляційним повітрям між приміщеннями в межах опалювального контуру будівлі, наприклад тепловтрати між кімнатами.

Формула 25 передбачає загальне надходження повітря до будівлі. Враховуючи, що розрахунок кількості вентиляційного повітря, що надходить до кожного окремого приміщення виконується для найгіршого випадку, тому для обчислення загальної кількості припливного повітря будівлі в цілому визначається за іншими формулами, наведеними нижче:

- для будівель без вентиляційних систем: $\Sigma V_i = \max(0,5 \cdot \Sigma V_{inf,p}, \Sigma V_{min,p})$, м³/год (26)

- для будівель з вентиляційними системами: $\Sigma V_i = 0,5 \cdot \Sigma V_{inf,i} + (1 - \eta_v) \cdot \Sigma V_{su,i} + \Sigma V_{mech,inf,p}$ м³/год (27)

де η_v – ефективність системи рекуперації тепла від відпрацьованого повітря.

5. Визначення теплової потужності систем опалення для опалювального приміщення та будинку за спрощеною методикою.

Обмеження для застосування спрощеного методу розрахунків визначаються за національним додатком [2], а за його відсутності за додатком D.7, згідно якого спрощений метод може бути використаним для розрахунку житлових будинків, у яких кратність повітрообміну n_{50} не перевищує 3 год⁻¹.

Спрощена методика визначення загальних тепловтрат опалювального приміщення

Загальні розрахункові тепловтрати опалювального приміщення за спрощеною методикою обчислюються за формулою

$$\Phi_i = (\Phi_{Ti} + \Phi_{Vi}) \cdot f_{\Delta\theta,i} \text{ Вт} \quad (28)$$

де $f_{\Delta\theta,i}$ – поправочний температурний коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати в опалювальному приміщенні при розрахунковій температурі в ньому більше ніж в сусідніх приміщеннях, який приймається за додатком D.7.3 [2] або таблицею 12 за відсутності національних даних.

Таблиця 12. Поправочний температурний коефіцієнт $f_{\Delta\theta,i}$ для врахування додаткових тепловтрат при різних розрахункових температурах в сусідніх приміщеннях

Розрахункова температура опалювального приміщення	$f_{\Delta\theta,i}$
на рівні температури сусідніх приміщень	1,0
вища більше ніж 3°C (п.6.3.4 [1])	1,6

Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення Φ_{Ti} за спрощеною методикою обчислюються за формулою

$$\Phi_{Ti} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт} \quad (29)$$

де f_k – поправочний температурний коефіцієнт для к-будівельного огороження, що враховує додаткові тепловтрати через мости холоду, який приймається за додатком D.7.2 [2] або таблицею 13 за відсутності національних даних.

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення Φ_{Vi} за спрощеною методикою обчислюються за формулою

$$\Phi_{Vi} = 0,34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт} \quad (30)$$

де $V_{min,i}$ – мінімальна подача повітря до опалювального приміщення за національними гігієнічними вимогами, м³/год.

За відсутності національних нормативних вимог, щодо визначення мінімальної подачі повітря до опалювального приміщення за гігієнічними вимогами, її визначають за нормованою кратністю

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot v_i, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (31)$$

де n_{min} – мінімальна кратність повітрообміну за санітарно-гігієнічними вимогами, яка приймається за додатком D.5.1 [2] або таблицею 14 за відсутності національних даних.

Таблиця 13. Поправочний температурний коефіцієнт f_k для врахування додаткових тепловтрат через мости холоду к-будівельного огороження

Втрати тепла:	f_k	Коментарі
	1,00	якщо теплові мости ізолювані
до зовнішнього середовища (безпосередньо назовні)	1,40	якщо теплові мости неізолювані
	1,00	для вікон, дверей
через неопалювані приміщення	0,80	якщо теплові мости ізолювані
	1,12	якщо теплові мости неізолювані
через землю	0,30	якщо теплові мости ізолювані
	0,42	якщо теплові мости неізолювані
через даховий простір	0,90	якщо теплові мости ізолювані
	1,26	якщо теплові мости неізолювані
Через міжповерхове перекриття	0,90	якщо теплові мости ізолювані
	1,26	якщо теплові мости неізолювані
до сусідньої будівлі	0,50	якщо теплові мости ізолювані
	0,70	якщо теплові мости неізолювані
до об'єктів сусідньої будівлі	0,30	якщо теплові мости ізолювані
	0,42	якщо теплові мости неізолювані

Таблиця 14 Мінімальна кратність повітрообміну за санітарно-гігієнічними вимогами

Тип приміщення	n_{min} 1/год
Житлова кімната (за замовчуванням)	0,5
Кухня або ванна, кімната з вікном	1,5
Кабінет	1,0
Коференц. зала, класна кімната	2,0

Спрощена методика визначення теплової потужності системи опалення приміщення базується на формулі

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} + \Phi_{Q,i} \text{ Вт} \quad (32)$$

Визначення теплової потужності системи опалення будівлі за спрощеною методикою виконується за формулою

$$\Phi_{HL} = \Sigma \Phi_{T,i} + \Sigma \Phi_{V,i} + \Sigma \Phi_{RH,i} + \Sigma \Phi_{Q,i} \text{ Вт} \quad (33)$$

При визначенні теплової потужності для будівлі, внутрішні трансмісійні та вентиляційні теплові потоки між приміщеннями не враховуються.

6. Додаток

Розрахункові значення кількості припливного повітря та відповідної кратності повітрообміну для найбільш поширених площ приміщень в 1-3х кімнатних квартирах при нормативних рівнях забезпечення мікроклімату.

Найменування приміщення					Ж.К.	Каб.	Кух.	К.Зала			
Коефіцієнт мінімальної кратності повітрообміну за сан.гігієнічними вимогами n_{min} , 1/год (дод. D.5.1 [2])					0,5	1	1,5	2			
Допустимі умови мікроклімату (дод.Х ДБН В.2.5-67:2013 [1])											
Найменування приміщення					Кухня	Ван.кімн.	Туалет	Всього			
Мінімальна витрата видаляемого повітря, м³/год					50	36	25	111			
Хар-ка № з.п.	Площа м²	Висота м	Об'єм м³	1 кімн.квартира м³/год	2 кімн.квартира м³/год	3 кімн.квартира м³/год	4 кімн.квартира м³/год	n , 1/год	n , 1/год	n , 1/год	n , 1/год
1	6	2,5	15,0	3,7	2,5	1,9	1,5				
2	6	2,7	16,2	3,4	2,3	1,7	1,4				
3	9	2,5	22,5	2,5	1,6	1,2	1,0				
4	9	2,7	24,3	2,3	1,5	1,1	0,9				
5	12	2,5	30,0	1,9	1,2	0,9	0,7				
6	12	2,7	32,4	1,7	1,1	0,9	0,7				
7	15	2,5	37,5	56	37	28	22				
8	15	2,7	40,5	1,4	0,9	0,7	0,5				
9	18	2,5	45,0	1,2	0,8	0,6	0,5				
10	18	2,7	48,6	1,1	0,8	0,6	0,5				
11	24	2,5	60,0	0,9	0,6	0,5	0,4				
12	24	2,7	64,8	0,9	0,6	0,4	0,3				
Оптимальні умови мікроклімату (дод.Х ДБН В.2.5-67:2013 [1])											
Найменування приміщення					Кухня	Ван.кімн.	Туалет	Всього			
Мінімальна витрата видаляемого повітря, м³/год					72	54	36	162			
Хар-ка № з.п.	Площа м²	Висота м	Об'єм м³	1 кімн.квартира м³/год	2 кімн.квартира м³/год	3 кімн.квартира м³/год	4 кімн.квартира м³/год	n , 1/год	n , 1/год	n , 1/год	n , 1/год
1	6	2,5	15,0	5,0	3,3	2,5	2,0				
2	6	2,7	16,2	5,0	3,3	2,5	2,0				
3	9	2,5	22,5	3,6	2,4	1,8	1,4				
4	9	2,7	24,3	3,3	2,2	1,7	1,3				
5	12	2,5	30,0	2,7	1,8	1,4	1,1				
6	12	2,7	32,4	81,0	54,0	40,5	32				
7	15	2,5	37,5	2,2	1,4	1,1	0,9				
8	15	2,7	40,5	2,0	1,3	1,0	0,8				
9	18	2,5	45,0	1,8	1,2	0,9	0,7				
10	18	2,7	48,6	1,7	1,1	0,8	0,7				
11	24	2,5	60,0	1,4	0,9	0,7	0,5				
12	24	2,7	64,8	1,3	0,8	0,6	0,5				
Підвищені оптимальні умови мікроклімату (дод.Х ДБН В.2.5-67:2013 [1])											
Найменування приміщення					Кухня	Ван.кімн.	Туалет	Всього			
Мінімальна витрата видаляемого повітря, м³/год					100	72	50	222			
Хар-ка № з.п.	Площа м²	Висота м	Об'єм м³	1 кімн.квартира м³/год	2 кімн.квартира м³/год	3 кімн.квартира м³/год	4 кімн.квартира м³/год	n , 1/год	n , 1/год	n , 1/год	n , 1/год
1	6	2,7	16,2	3,4	2,3	1,7	2,7				
2	9	2,7	24,3	2,3	1,5	1,1	1,8				
3	12	2,7	32,4	1,7	1,1	0,9	1,4				
4	15	2,7	40,5	111	74	56	44				
5	18	2,7	48,6	1,1	0,8	0,6	0,9				
6	24	2,7	64,8	0,9	0,6	0,4	0,7				

Пояснення до додатку 1.В наведеній таблиці Додатку 1 розподіл потрібної кількості припливного інфільтраційного повітря у приміщення квартир для компенсації витяжки із кухні, ванни та туалета визначено пропорційно кількості приміщень з вікнами в квартирі. В програмі Auditor OZC 6.9 цей розподіл припливного повітря по приміщенням виконується пропорційно їх площам.

Відповідно до вище наведеного п. 3.2 кількість повітря, що при оптимальних умовах мікроклімату видаляється системою природньої каналної вентиляції із кожної квартири складається із сумарної кількості повітря, що видаляється з кухні – 72 м³/год, ванної – 54 м³/год та туалету – 36 м³/год, і в сумі дорівнює 162 м³/год. Тоді, за умов повітряного балансу квартири, середній мінімальний приплив свіжого зовнішнього повітря для приміщень 1-кімнатної квартири – по 81 м³/год для кухні та житлової кімнати, для 2-кімнатної

квартири – по 54 м³/год для кухні і кожною із двох кімнат, для 3-кімнатної квартири – по 41 м³/год. При цьому, для кухонь та житлових кімнат квартири з мінімальними площею 6 та 15 м² (відповідно) і висотою 2,7 м кратність повітрообміну буде складати 1,7 та 3,4 1/год (відповідно). В таблиці 6.4 наведені розрахункові значення кількості припливного повітря та відповідної кратності повітрообміну для найбільш поширених площ приміщень в 1-3х кімнатних квартирах при допустимих та оптимальних рівнях забезпечення мікроклімату за балансом по кількості повітря, що видаляється із квартири, згідно з ДБН [1]. При цьому як видно із таблиці, балансова кількість припливного повітря за рахунок інфільтрації через світлопрозорі огороження (вікна, балкони двері) і подальшого видалення гравітаційною (природною) каналною вентиляцією квартири забезпечує у кухнях та житлових кімнатах мінімально необхідну кратність повітрообміну на оптимальному рівні згідно таблиці 14 (додаток D.5.1 [2]).

При порівнянні мінімальних санітарно-гігієнічних повітрообмінів в приміщеннях житлових будинків із кількістю інфільтраційного повітря, що надходить за умови перепаду тисків на поверхнях зовнішніх огорожень у 50 Па та вітрового навантаження, слід відзначити що як правило останні є значно меншими. Тому наведена таблиця 6.4 може бути корисною при визначенні розрахункових повітрообмінів у практичному проектуванні.

7. Список літератури

- 1 ДБН В.2.5–67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування./Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2013.- 141 с.
- 2 ДСТУ Б EN 12831:20XX. Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження.
- 3 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.
- 4 ДБН В.2.6–31:2006 із зм. №1 від 1.07.2013р. Теплова ізоляція будівель./Мінбуд України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2006.- 70 с.
- 5 Гершкович В.Ф. Пособие по проектированию систем водяного отопления к СНиП 2.04.05–91. – К: КиевЗНИИЭП, 1996.
- 6 Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення. Посібник для проектувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ. – Відень-Київ-Сімферополь: Bello-print (Болгарія), 2010, 200 с. іл.

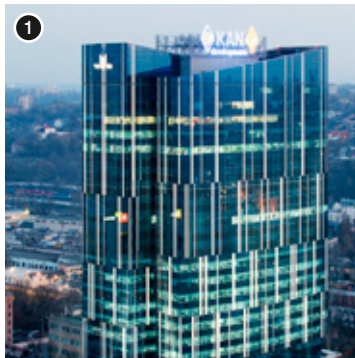
Реалізація

Кращим підтвердженням високої якості Системи KAN-therm є численна реалізація об'єктів в різних секторах будівництва.

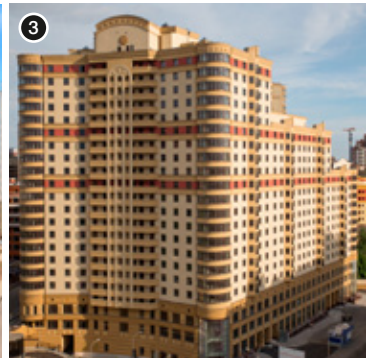
Устаткування, виконане в Системі KAN-therm, вже більше 20 років безаварійно експлуатується в найбільших житлових комплексах, в приватних будинках, на об'єктах промислового призначення, на спортивних і розважальних об'єктах, а також в промислових цехах і фабриках.

Система KAN-therm є чудовим рішенням, як для новобудов, так і будівель, що реконструюються, тому її можна також зустріти в старих історичних будівлях і в культових спорудах.

1. Бізнес центр «101 Tower»,
вул. Льва Толстого 57, Київ
Система KAN-therm Sprinkler



2. Житловий комплекс «П'ята Перлина»,
вул. Архітекторська, Одеса
Система KAN-therm Press опалення
Система KAN-therm PP водопостачання



3. Житловий комплекс
«Златоустівський» - три житлових
будинки між
вул. Чорновола / Полтавська /
Дмитрівська / Річкова, Київ,
Система KAN-therm Push



4. Житловий комплекс «Лікоград»,
мкр. Теремки 2, Київ
Система KAN-therm Push

5. Адміністративна будівля
міськвиконкому,
пл. Незалежності, Полтава
Система KAN-therm Push
Система KAN-therm Steel

6. Митрополичі палати,
пл. Святого Юра, Львів
Система KAN-therm Push

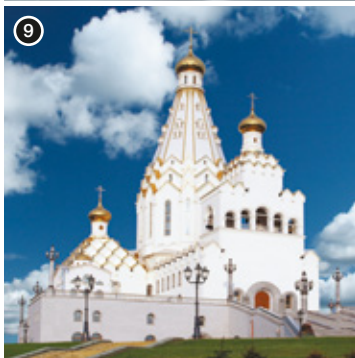


7. Салон Porsche, Niederrhein
- Мерс, Німеччина.
Система KAN-therm Press

8. Станція метро Парк Перемоги -
Москва, Росія

Система KAN-therm
Панельне опалення

9. Церква «Білий Храм»
- Мінськ, Білорусь.
Система KAN-therm Push



10. Церква Митрополита Олексія –
Нижній Новгород, Росія.
Система KAN-therm
Панельне опалення

11. Церква Різдва Христового,
Контрактова площа,
Київ, Україна.
Система KAN-therm Push

СИСТЕМА KAN-therm

СИСТЕМА KAN-therm - це оптимально укомплектована інсталяційна мультисистема, що включає в себе найсучасніші взаємодоповнюючі технічні рішення в області інженерного обладнання внутрішнього водопостачання і опалення, пожежогашіння, а також технологічного обладнання.

Це чудова реалізація ідеї універсальної системи, в яку закладено багаторічний досвід і ентузіазм конструкторів KAN, а також строгий контроль якості матеріалів і готової продукції. Це ефективно розуміння потреб будівельного ринку, що відповідає вимогам життєздатного стійкого будівництва.

	Push Platinum	
	Push	
	Press LBP	
	PP	
	Steel	
	Inox	
	Sprinkler	
	Панельне опалення та автоматика	
	Football Система для стадіонів	
	Монтажні шафки і розподільвачі	

Представництво фірми KAN в Україні:

ТОВ KAN

04209 Київ, вул. Богатирська 11,
Тел.: +38 (044) 221-42-10, Тел./факс: +38 (044) 489-95-02,
e-mail: kiev@kan-therm.com

