



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

**ТЕПЛОВА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДИНКІВ**

**Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях.  
Інфрачервоний метод  
(EN 13187:1998, IDT)**

**ДСТУ Б EN 13187:201X**  
(Проект, остаточна редакція)

*Видання офіційне*

Київ  
МІНРЕГІОН УКРАЇНИ  
201X

## ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП НДІБК)

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **Г. Фаренюк**, докт. техн. наук (науковий керівник); **Г. Венжего**; **Д. Мінакова**; **Ю. Слюсаренко**, канд. техн. наук; **В. Тарасюк**, канд. техн. наук (Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП НДІБК)); **Т. Гріщенко**, докт. техн. наук; **О. Декуша** (Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України).

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Мінрегіону України від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ з \_\_\_\_\_.

3 Національний стандарт відповідає EN 13187:1998 Thermal performance of buildings - Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes - Infrared method (Теплова ефективність будинків. Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод)

Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

Цей стандарт видано з дозволу CEN

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

---

**Право власності на цей документ належить державі.  
Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений,  
тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу  
Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-  
комунального господарства України**

©Мінрегіон України, 20XX

**ЗМІСТ**

**Contents**

Передмова .....	II		II
Національний вступ .....	IV		IV
Вступ .....	1	1	Introduction .....
1 Сфера застосування .....	2	2	Scope .....
2 Нормативні посилання .....	3	3	Normative references .....
3 Визначення понять .....	4	4	Definitions .....
4 Принцип роботи .....	5	5	Principle .....
5 Сенсорна система інфрачервоного випромінення ..	6	6	Infrared radiation sensing system .....
6 Тепловізійне обстеження .....	8	7	Thermographic examination
7 Тепловізійний звіт .....	14		Thermographic report .....
Додаток А Довідкові термограми .....	17		Annex A (informative) Reference thermograms .....
Додаток В Приклади зафіксованих термограм стін каркасного типу «без дефектів»	20		Annex B (informative) Examples of thermograms recorded on a stud wall 'with no defects' .....
Додаток С Приклади зафіксова них термограм стін каркасного типу, що мають дефекти .....	22		Annex C (informative) Examples of thermograms recorded on a stud wall containing deliberate defects
Додаток D Приклад встановлення вимог до випробувань .....	24		Annex D (informative) Example of a set of test requirements .....
Додаток НА Приклад оформлення звіту за результатами випробувань ....	26		24

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад EN 13187:1998 Thermal performance of buildings - Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes - Infrared method (Теплова ефективність будинків. Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод). EN 13187:1998 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 89 "Thermal performance of buildings and buildings components".

Відповідальний за супровід цього стандарту - ТК 302 «Енергоефективність будівель і споруд».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

З наданням чинності ДСТУ EN 13187:201X втрачає чинність ГОСТ 26629-85 «Здания и сооружения метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций».

До цього стандарту внесено такі редакційні зміни:

- структурні елементи стандарту: «Обкладинка», «Титульний аркуш», «Передмова», «Національний вступ», «Зміст» – оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України.

- до розділів 1, 2 долучено «Національні пояснення» та «Національні примітки», виділені в тексті рамкою;

- замінено по тексту розмірність перепаду температури, яка надана у °С, на розмірність у К (див. додатки В, С, D ).

За схемою класифікації нормативних документів України в галузі будівництва згідно з ДБН А.1.1-1 цей стандарт належить до комплексу «В.2.6 – «Конструкції будинків і споруд»

Міжнародні та Європейські документи, на які є посилання у тексті стандарту, а саме EN ISO 7345:1995, EN ISO 9288: 1996 впроваджені в Україні як національні стандарти. Необхідна інформація щодо чинності нормативних документів зазначена в національних поясненнях та примітках.

Перелік міжнародних та європейських стандартів, на які є посилання у тексті цього стандарту, впроваджені в Україні як національні стандарти, наведено в таблиці

Номер і назва міжнародного Європейського стандарту	Номер і назва відповідного національного стандарту
EN ISO 7345 Thermal Insulation - Physical quantities and definitions (ISO 7345:1987)	ДСТУ ISO 7345:2005 Теплоізоляція. Фізичні величини та визначення понять
EN ISO 9288 : 1996 Thermal insulation - Heat transfer by radiation - Physical quantities and definitions (ISO 9288:1989)	ДСТУ ISO 9288:2005 Теплоізоляція. Радіаційний теплообмін. Фізичні величини та визначення понять

Копії європейських стандартів можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

# НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

## ТЕПЛОВА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДИНКІВ

### Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод

## ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЙ

### Качественное выявление тепловых нарушений в ограждающих конструкциях Инфракрасный метод

## THERMAL PERFORMANCE OF BUILDINGS

### Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes Infrared method

Чинний від 201X-XX-XX

#### Вступ

Неоднаковість теплових властивостей елементів зовнішнього огородження будівель призводять до зміни температури на поверхні конструкції. На температуру поверхні також впливає потік повітря в будівлі та/або крізь огородження будівлі. За характером розподілу температури поверхні можна виявляти теплові відмови внаслідок, наприклад, дефектів ізоляції, вмісту вологи та/або фільтрації повітря в елементах зовнішнього огородження будинку.

Термографія будівлі – метод, що відображає та представляє температурний розподіл на ділянці поверхні зовнішнього огородження будинку. У контексті цього стандарту, термографія здійснюється за допомогою сенсорної системи інфрачервоного випромінення, яка створює зображення на основі радіаційної температури випромінення поверхні, що є ціллю вимірювань. Теплове випромінення (густина потоку інфрачервоного

#### Introduction

Irregularities in the thermal properties of the components constituting the external envelope of a building result in temperature variations over the surfaces of the structure. The surface temperature is also influenced by air flow within and/or through the envelope of the building. The surface temperature distribution can thus be used to detect thermal irregularities due, for example, to insulation defects, moisture content and/or air leakage, in the components constituting the external envelope of the building.

Building thermography is a method of indicating and representing the temperature distribution over a part of the surface of a building envelope. In the context of this standard, thermography is carried out by means of an infrared radiation sensing system which produces an image based on the apparent radiance temperature of the measured target area. The thermal radiation (infrared radiation density) from the target area is converted by the infrared radiation sensing system

випромінення) з поверхні, що розглядається, перетворюється сенсорною системою інфрачервоного випромінення для створення теплового зображення, яке представляє відносну інтенсивність теплового випромінення з різних ділянок поверхні. Яскравість зображення залежить від температури поверхні, характеристик поверхні, умов навколишнього середовища та самого перетворювача. Процедура вимірювань також включає пояснення теплових зображень (термограм).

## 1 Сфера застосування

Цей стандарт встановлює якісний метод виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях будинків, шляхом тепловізійного обстеження. Цим методом користуються для встановлення значних відхилень у теплових властивостях, включаючи герметичність елементів, що складають зовнішні огорожувальні конструкції будинків.

У цьому стандарті представлено дві форми термографії:

*Випробування за допомогою інфрачервоної камери* перед усім призначено для дослідження загальної характеристики нових будинків або результату після проведення реконструкції.

*Спрощене випробування за допомогою інфрачервоної камери* доцільне у разі проведення зовнішньої перевірки, наприклад, на місці реконструкції, або у разі контролю продукції, або інших поточних перевірок.

Ці два методи відрізняються, головним чином, звітом та описом результатів. Результати, отримані за прийнятим методом, треба тлумачити та оцінювати за допомогою фахівців, які пройшли для цього спеціальне навчання.

to produce a thermal image representing the relative intensity of thermal radiation from different parts of the surface. The intensity of the image is a function of the surface temperature, the characteristics of the surface, the ambient conditions and the sensor itself. The measurement procedure also involves interpretation of the thermal images (thermograms).

## 1 Scope

This standard specifies a qualitative method, by thermographic examination, for detecting thermal irregularities in building envelopes. The method is used initially to identify wide variations in the thermal properties, including air tightness, of the components constituting the external envelopes of buildings.

In this standard two forms of thermography are specified:

*Testing with an IR camera* is primarily intended for the inspection of the overall performance of new buildings or the result after a rebuilding operation.

*Simplified testing with an IR camera* is suitable when carrying out audits, e.g. at the site of a rebuilding project or at production control or other routine inspections.

These two adaptations differ mainly with regard to the reporting and the presentation of results.

The results obtained by means of this method have to be interpreted and assessed by persons who are specially trained for this purpose.

**Національна примітка 1**

Вимоги до фахівців встановлено у ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Цей стандарт застосовують для виявлення місць розташування ділянок з тепловими відмовами та розташування ділянок фільтрації повітря крізь огороження. Цей стандарт не застосовують для визначення рівня якості теплової ізоляції та повітронепроникності конструкції. Для такого визначення, необхідно проводити обстеження іншими методами.

**Національна примітка 2**

Методи для визначення рівня якості теплової ізоляції встановлено у таких стандартах: ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій ДСТУ Б В.2.2-19:2007 Будинки і споруди. Метод визначення повітропроникності в натурних умовах

This standard applies to the determination of the location of thermal irregularities and to the location of air leakage paths through the enclosure. This standard does not apply to the determination of the degree of thermal insulation and air tightness of a structure. For such determinations, examinations by other methods are required.

**2 нормативні посилання**

Цей стандарт містить датовані і недатовані посилання, нормативні положення з інших публікацій. Ці нормативні посилання наведено у відповідних місцях в тексті, а перелік їх публікацій наведено нижче. У разі датованих посилань наступні зміни або переглянуті версії будь-якої з цих публікацій застосовують у цьому стандарті лише тоді, коли їх введено в стандарт як зміну чи як переглянуту версію. У разі недатованих посилань застосовують останнє видання, публікації, на яке є посилання (разом зі змінами).

**2 Normative references**

This standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies.

EN ISO 7345 Thermal Insulation - Physical quantities and definitions (ISO 7345:1987)  
EN ISO 9288 : 1996 Thermal insulation - Heat transfer by radiation - Physical quantities and definitions (ISO 9288:1989)

#### НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN ISO 7345 Теплоізоляція – Фізичні величини та визначення понять (ISO 7345:1987)  
EN ISO 9288 : 1996 Теплоізоляція – Радіаційний теплообмін – Фізичні величини та визначення понять (ISO 9288:1989)

#### Національна примітка 3

На даний час в Україні чинними є національні стандарти, гармонізовані з ISO 7345:1987 і ISO 9288:1989, а саме:

ДСТУ ISO 7345:2005 Теплоізоляція. Фізичні величини та визначення понять;

ДСТУ ISO 9288: 2005 Теплоізоляція. Радіаційний теплообмін. Фізичні величини та визначення понять.

### 3 Визначення понять

У цьому стандарті вжиті визначення понять, що встановлені у EN ISO 7345 і EN ISO 9288 та згідно з національною приміткою 2 до цього стандарту, а також такі визначення понять:

**3.1 термографія:** Визначення та представлення розподілу поверхневої температури вимірюванням густини потоку інфрачервоного випромінення від поверхні, включаючи інтерпретацію випадкових механізмів, що створюють викривлення в теплових зображеннях.

#### 3.2 теплове зображення

Зображення, що створено за допомогою сенсорної системи інфрачервоного випромінення та яке представляє розподіл дійсної радіаційної температури поверхні.

**3.3 термограма:** Теплове зображення задокументоване фотографією дисплею камери, записане на відео чи дискету чи у файл на жорсткий диск.

**3.4 інтегральна направлена енергетична яскравість:** Відношення потоку енергії теплового випромінення до тілесного кута вздовж напрямку та площі проекції ділянки поверхні, нормальної до

### 3 Definitions

For the purposes of this standard, the definitions in EN ISO 7345 and EN ISO 9288 the following definitions apply:

**3.1 thermography:** Determination and representation of surface temperature distribution by measuring the infrared radiant density from a surface, including interpretation of casual mechanisms producing the irregularities in the thermal images.

**3.2 thermal image:** Image which is produced by an infrared radiation sensing system and which represents the apparent radiance temperature distribution over a surface.

**3.3 thermogram:** A thermal image, documented by a photograph of the camera display, by a recording on a video tape or a digital data diskette or as a file on a computer or hard disk drive.

**3.4 total radiance:** Radiant heat flow rate divided by the solid angle around the direction and the projected area normal to this direction. [EN ISO 9288:1996].



цього напрямку [EN ISO 9288:1996].

**ПРИМІТКА:** Випромінення включає власне теплове випромінення поверхні, а також відбите та передане випромінення.

**3.5 дійсна радіаційна температура:** Температура, яку визначають при вимірюванні інтегральної направленої енергетичної яскравості.

**ПРИМІТКА:** Ця температура є еквівалентною температурі абсолютно чорного тіла, що створює таке саме загальне випромінення.

**3.6 ізотермічне зображення:** Теплове зображення з ізотермами.

**3.7 ізотерма:** Область на тепловому зображенні, що складається з сукупності точок, ліній чи ділянок, які мають однакову густину інфрачервоного випромінення.

**3.8 IR камера:** Сенсорна система інфрачервоного випромінення, що створює теплові зображення на базі дійсної радіаційної температури.

#### 4 Принцип роботи

Тепловізійне обстеження ділянок будинків охоплює:

а) визначення розподілу температури по поверхні ділянки огорожувальної конструкції будинку за розподілом дійсної радіаційної температури, яка отримана за допомогою сенсорної системи інфрачервоного випромінення;

б) визначення чи є розподіл температури поверхні аномальним, тобто спричинений, наприклад, дефектами ізоляції, вмістом вологи та/або фільтрації повітря;

с) якщо так, то оцінення типу та ступеня дефектів.

Для визначення аномальності теплоізоляційних властивостей за поміченими відхилами на отриманих термограмах їх порівнюють з очікуваним розподілом температури по поверхні,

**NOTE:** Radiance includes emitted radiation from a surface as well as reflected and transmitted radiation.

**3.5 apparent radiance temperature:** Temperature determined from the measured total radiance.

**NOTE:** This temperature is the equivalent black body temperature which would produce the same total radiance.

**3.6 isotherm image:** Thermal image with isotherms.

**3.7 isotherm:** A region on the display consisting of points, lines or areas having the same infrared radiation density.

**3.8 IR camera:** An infrared radiation sensing system which produces a thermal image based on the apparent radiance temperature.

#### 4 Principle

Thermographic examination of parts of buildings comprises:

a) determination of the surface temperature distribution over a part of a building envelope, from the apparent radiance temperature distribution obtained by means of an infrared radiation sensing system;

b) ascertaining whether this surface temperature distribution is 'abnormal', i.e. if it is due, for example, to insulation defects, moisture content and/or air leakage;

c) if so, assessment of the type and the extent of defects.

In order to determine whether the observed variations in the thermal insulation properties are abnormal, the thermograms obtained are compared with the anticipated temperature

визначеним за запроєктованими характеристиками огорожувальної конструкції при умовах навколишнього середовища під час проведення обстеження. Очікуваний розподіл температури може бути визначений за допомогою «еталонних» термограм (див. 5.3 та додатки А, В та С), розрахунків або інших досліджень. Це визначення базується на кресленнях та інших документах, які характеризують зовнішні огорожувальні конструкції та системи опалення та вентиляції будинку, що обстежується.

Загальна процедура оцінки теплових зображень схематично наведена на рисунку 1.

## **5 Сенсорна система інфрачервоного випромінення**

Сенсорна система інфрачервоного випромінення повинна мати:

- а) перетворювач (сенсор) інфрачервоного випромінення, що працює у діапазоні довжини хвиль між 2 та 12 мкм та може сприймати дійсну радіаційну температуру випромінення, яка аналізується, з достатньою роздільністю<sup>1</sup>;
- б) пристрій, який відтворює візуально та передає на дисплей у вигляді теплового зображення дійсну радіаційну температуру випромінення поверхні ділянки, яка обстежується;
- в) пристрій, який дає можливість записувати теплове зображення та, за потреби, виміряні цифрові дані;
- г) засоби для встановлення рівня температури на поверхні при обстеженні.

distribution over the surface, determined by the design characteristics of the building envelope and by the environment at the time of examination. The anticipated temperature distributions can be determined by means of 'reference thermograms' (see 5.3 and annexes A, B and C), calculations or other investigations. This determination is based on drawings and other documents relating to the external envelope and to the heating and ventilation system of the building under investigation.

The general procedure for the interpretation of thermal images is represented schematically in figure 1.

## **5 Infrared radiation sensing system**

The infrared radiation sensing system shall comprise

- a) an infrared radiation sensor, operating at a wavelength between 2 and 12  $\mu\text{m}$ , which can sense apparent radiance temperatures of interest with sufficient resolution<sup>1</sup>;
- b) a device which renders visible and displays, in the form of a thermal image, the apparent radiance temperature over the surface being examined;
- c) a device which makes it possible to record the thermal image and, if relevant, measured digital data;
- d) a means of establishing temperature levels on the surface under examination.

<sup>1</sup> За досвідом проведення вимірювань в натурних умовах встановлено, що мінімальна допустима температурна розбіжність 0,3 °C на поверхні з температурою 20 °C та при просторовій частоті 0,052 циклів/мм може бути задовільною для цілей цього стандарту.

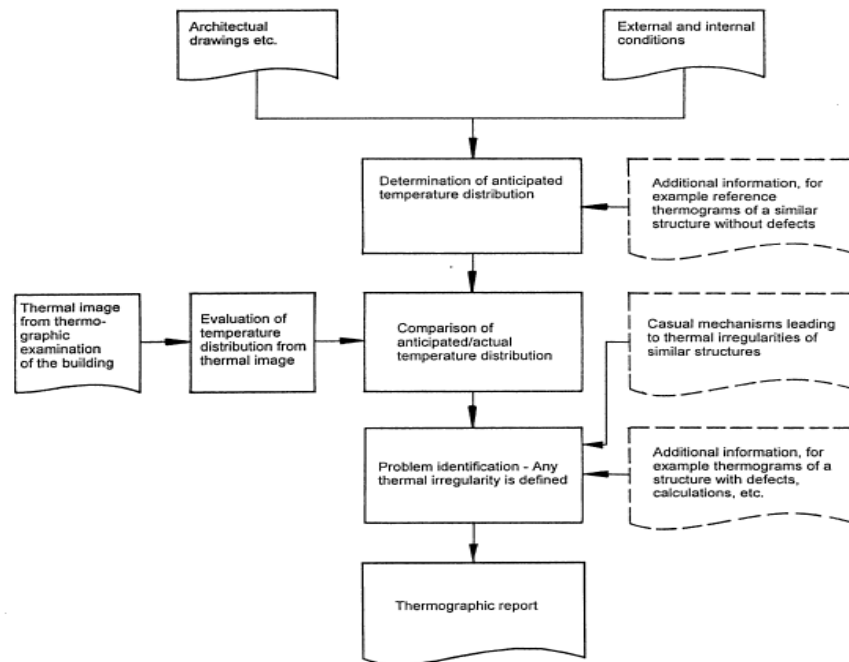
Experience in field tests has shown that a minimum resolvable temperature difference of 0,3 °C at a surface temperature of 20 °C and at a spatial frequency of 0,052 cycle/mm would be sufficient for the purposes of this standard.

Під час випробувань не повинно бути ніякого дрейфу у сенсорній системі інфрачервоного випромінення. During the test period, no significant drift in the infrared radiation sensing system shall occur.



У штрихованих блоках запропоновано використання додаткової інформації.

**Рисунок 1** – Загальна процедура оцінки теплових зображень при тепловізійних обстеженнях



Dotted boxes indicate suggested use of additional information.

**Figure 1** – General procedure for the interpretation of thermal images in thermographic examinations

## **6 Тепловізійне обстеження**

### **6.1 Загальні вимоги до випробування**

Для визначення програми проведення вимірювань, особливо вибору поверхні огорожувальної конструкції (зовнішню чи внутрішню), відносно якої здійснюється тепловізійне обстеження, приймаються до уваги такі фактори:

- a) технічні параметри та характеристики тепловізійного обладнання;
- b) характеристики огорожувальної конструкції будинку, відповідні типи, місце знаходження систем опалення, конструктивні елементи та шари ізоляції;
- c) випромінювальні властивості поверхні, наприклад, матеріалу опорядження;
- d) кліматичні умови;
- e) доступність для легкого обстеження;
- f) вплив навколишнього середовища;
- g) інші важливі фактори.

Різниця значень температури по різні боки огороження повинна бути достатньою для виявлення теплових відмов. Для зручності тлумачення, тепловізійне обстеження краще проводити при сталій різниці значень температури та тиску по обидва боки огороження.

(Розшифрування термограм, отриманих при змінних умовах, вимагає вищого рівня експертного оцінення та знань у будівельній фізиці.) Звідси випливає, окрім всього іншого, що випробування не треба проводити, коли зовнішня або внутрішня температура повітря схильна до значних змін, або коли споруда піддається впливу прямого сонячного випромінювання, або коли помітно змінюється вітер.

Ці загальні вимоги треба розглядати при виконанні тепловізійного обстеження. Фактичні вимоги можуть змінюватись відповідно до теплових властивостей

## **6 Thermographic examination**

### **6.1 General test requirements**

In order to define the actual test requirements, and in particular the side of the building envelope (outdoors or indoors) from which the thermographic examination is to be performed, the following factors need to be considered:

- a) the specifications and capabilities of the thermographic equipment;
- b) the characteristics of the building envelope, i.e. the respective types and locations of heating systems, structural elements and insulating layers;
- c) the radiative properties of the surface, e.g. the cladding materials;
- d) climatic factors;
- e) accessibility for easy inspection;
- f) influences of the environment;
- g) other factors of importance.

The temperature difference across the envelope shall be sufficiently large to permit the detection of thermal irregularities. For ease of interpretation, the thermographic examination should preferably be carried out with constant temperature- and pressure differences across the envelope. (The interpretation of thermograms taken under non-steady state conditions requires a higher degree of expertise and knowledge of building physics.) This implies, among other things, that the test shall not be carried out when the outside or inside air temperature is liable to vary considerably, or when the structure is exposed to direct solar radiation, or when the wind varies markedly.

These general requirements shall be considered when a thermographic examination is carried out. The actual requirements may be varied according to

конструкції будівлі, що обстежується, і характеристик застосованої сенсорної системи інфрачервоного випромінення. Вимоги також можуть змінюватись, враховуючи місцевий клімат. Умови треба врахувати при виконанні обстеження і при оціненні термограм, і потрібно уважно записати у тепловізійний звіт (див. пункт 7).

ПРИМІТКА: Приклад групи дійсних вимог до випробувань, що відповідають умовам Скандинавії, представлені в додатку D. Специфічні національні умови можуть обґрунтовувати встановлення інших вимог до випробувань для забезпечення умов наближених до усталеного режиму.

## 6.2 Методика обстеження

У разі можливості, розглядаються креслення та інші документи, що стосуються конструкції обстежуваної будівлі. Випромінювальну здатність поверхні матеріалів потрібно визначати з відповідних довідкових джерел.

Слід фіксувати інформацію, що стосується температури зовнішнього повітря, хмарності, кількості опадів та вологості з зовнішнього боку будівлі, разом із параметрами вітру. Також слід фіксувати орієнтацію будівлі за сторонами світу.

Якщо фільтрація повітря може впливати на результати обстеження, потрібно створювати різницю тиску по обидва боки огорожувальної конструкції, або обстеження проводити в умовах, коли існує різниця тиску. Якщо головною метою тепловізійного обстеження є визначення фільтрації повітря, тоді різниця тисків повинна бути менше 5 Па на місці перевірки. Тепловізійне обстеження треба виконувати з боку меншого тиску.

Потрібно визначати вплив

the thermal properties of the building envelope under examination and the characteristics of the infrared radiation sensing system used. They may also be varied to take account of the local climate. The conditions shall be taken into account when carrying out the examination and when evaluating the thermograms, and shall be carefully recorded in the thermographic report (see clause 7).

NOTE: An example of an actual set of test requirements, applicable to Scandinavian conditions, is given in annex D. Special national conditions may justify other sets of test requirements to ensure approximate steady state conditions.

## 6.2 Procedure

When available, drawings and other documents relating to the building envelope to be examined shall be consulted. The emissivity of the surface materials shall be estimated from appropriate tables.

Information concerning outside air temperature, cloudiness, precipitation and any moisture on the outside of the building, together with wind conditions, shall be recorded. The orientation of the building with respect to the points of the compass shall also be recorded.

If air leakages are relevant to the examination, a pressure difference shall be produced across the building envelope, or the examination shall be carried out at an appropriate time such that a pressure difference exists. If the main purpose of the thermographic examination is to locate air leakages, the pressure difference shall be at least 5 Pa at the location of the inspection. The thermographic examination shall be carried out from the low pressure side.

The effects produced by ventilated air

вентильованих повітряних шарів, наприклад, у стінах, або джерел теплоти (якщо наявні), встановлених у будівлю (вбудовані труби, димоходи тощо), які впливають на температуру конструкції, що обстежується. При можливості, джерела теплоти, що впливають на результати обстеження, мають бути відключені до початку обстеження. Меблі, картини та інше, що можуть впливати на результат, мають бути усунені, щоб обстежувані ділянки були вільними. Потрібні змінення мають бути проведені так, щоб уникнути тимчасових впливів.

Безпосередньо перед початком обстеження потрібно визначити температуру внутрішнього та зовнішнього повітря з абсолютною похибкою  $\pm 1$  К. Коли різниця тиску з обох боків конструкції підлягає визначенню, рекомендується виміряти її з похибкою  $\pm 2$  Па з підвітряного та навітряного боків кожного поверху. Розглянуті значення мають бути занотовані. Особливо важливо визначити напрям різниці тиску крізь ділянку будівельної конструкції і розташування нейтральної площини, якщо така є.

Очікуваний температурний розподіл для обстежуваної конструкції має бути вибраний з урахуванням умов обстеження.

Сенсорна система інфрачервоного випромінювання має бути встановлена і відрегульована згідно з направленістю її застосування. Вибір необхідної точності вимірювань, температурного діапазону та об'єктиву потрібно здійснювати таким чином, щоб перекрити передбачуваний діапазон температури поверхні, що обстежується.

Зміни дійсної радіаційної температури вздовж теплового зображення поверхні

layers, for example in walls or by heat sources (if any) installed in the building (embedded pipes, smoke ducts, etc.), on the temperature of the envelope under examination shall be estimated. If possible, heat sources that might interfere with the examination shall be shut off before the start of the examination.

Furniture, pictures, etc., that might influence the result, shall be removed so that the test areas are unobstructed. The changes required shall be made in a way that avoids transient effects.

Immediately before the start of the examination, the inside and outside air temperatures shall be determined to an accuracy of  $\pm 1$  °C. When the pressure difference across the envelope is to be determined, it is recommended that this be measured to an accuracy of  $\pm 2$  Pa over the leeward and windward side for each storey. The observed values shall be recorded. It is especially important to identify the direction of the pressure difference across the section of the building envelope and the position of the neutral plane, if any.

Anticipated temperature distributions for the envelope under investigation shall be selected, taking into consideration the conditions for the examination.

The infrared radiation sensing system shall be set and adjusted in accordance with the directions for its use. The sensitivity, the range and the aperture, as appropriate, shall be set to cover the temperature range of the surface being studied.

The variations in apparent radiance temperature within the thermal image on

огороджувальної конструкції будівлі потрібно вимірювати з похибкою  $\pm 10\%$  або  $\pm 0,5$  К, залежно від того, що є більшим. При вимірюванні температури “еталонної” поверхні, рекомендується визначати її з похибкою  $\pm 0,5$  К.

Обстеження потрібно розпочинати з проведення попереднього випробування поверхні конструкції. Ділянки поверхонь, що представляють особливий інтерес, або мають явні відхилення від норми, потрібно вивчати детально. Термограми потрібно отримувати з ділянок обстежуваної конструкції, які не мають дефектів, і ділянок, в яких можливі дефекти конструкцій.

Для визначення, чи є зміна у випроміненні від поверхні наслідком відбивання теплової енергії від іншої поверхні, треба проводити вимірювання з різних положень через те, що відбивання буде змінюватись із зміною положення.

Розташування ділянок, представлених на термограмах, потрібно відобразити на плані або ескізі будівлі.

Значення дійсної радіаційної температури випромінення потрібно обчислювати відповідно до інструкції застосування сенсорної системи інфрачервоного випромінення. Зокрема, важливим є те, що впливи від випромінення і відбивання повинні бути враховані або компенсовані для тих випадків, коли їх значення потрібно використовувати для обчислення дійсних температурних змін поверхні.

Якщо термограми показують фільтрацію повітря, це повинно підтверджуватись за допомогою вимірювань швидкості повітря, якщо можливо.

За потреби слід оцінити фактори, які впливають на коефіцієнт теплообміну

the surface of the building envelope shall be measured with an accuracy of  $\pm 10\%$  or  $\pm 0,5$  °C, whichever is the greater. When a reference surface temperature is needed, it is recommended that it be determined to an accuracy of  $\pm 0,5$  °C.

The examination shall be started by performing a preliminary test over the surface of the envelope. Parts of the surface of special interest, or parts exhibiting anomalies, shall be studied in detail. Thermograms shall be taken of selected parts of the envelope under investigation (parts which are free from defects as well as parts where it is suspected that construction defects are present).

In order to decide whether a variation in radiation from the surface concerned is due to reflection from another surface, it is best to study the surface from different positions because, in general, the reflection will change with position.

The positions of the parts represented on the thermograms shall be indicated on a plan or sketch of the building.

The apparent radiance temperature pattern shall be calculated according to the directions for use of the infrared radiation sensing system. In particular, it is essential that emissivity and reflection effects be considered or compensated for when these patterns are used to calculate actual surface temperature variations.

If the thermograms indicate air leakage, this shall be verified by measurements of the air velocity, if possible.

If required, the factors which influence the coefficient of heat transfer at the

внутрішньої поверхні конструкції (фільтрація повітря, випромінення, конденсація вологи). inside surface of the envelope (air flow, thermal radiation, moisture condensation) shall be estimated.

### 6.3 Аналізування термограм

Очікуваний розподіл температур обстежуваних ділянок конструкцій потрібно визначати на підставі креслень та інших документів, що стосуються обстежуваної конструкції та систем опалення та вентиляції будівлі. Для цього використовують розрахунки, лабораторні випробування або еталонні термограми конструкцій будівлі, що не мають дефектів.

ПРИМІТКА 1: Еталонні термограми отримують в лабораторії, або за результатами натурних випробувань, зроблених на реальних будинках. Еталонні термограми вибирають таким чином, щоб еталонний об'єкт, який характеризується відповідною термограмою, і відповідними умовами її отримання, був достатньо наближеним до об'єкту обстежень і умов навколишнього середовища під час обстеження. Дивись додатки А, В і С.

Температурний розподіл потрібно визначати з термограм. Якщо цей температурний розподіл відрізняється від очікуваного, це повинно бути вказано. Якщо невідповідності не можливо пояснити згідно з проектом конструкції у відповідності до креслень, або наслідками впливу джерел теплоти, або зміною випромінення, коефіцієнту теплообміну, тоді невідповідності визнають як дефекти.

ПРИМІТКА 2. Дефекти теплоізоляції, герметичності та структура оболонки будівлі будуть обумовлювати неоднакові значення температури поверхні. Конкретні типи дефектів мають характерні форми на тепловому зображенні. В термограмах, що оцінюються, потрібно розглядати наступні типові характеристики:

а) рівномірність дійсної радіаційної температури ділянок поверхонь рівномірної структури, де відсутні містки холоду;

### 6.3 Evaluation of thermograms

The anticipated temperature distribution for inspected parts shall be determined using drawings and other documents relating to the building envelope and to the heating and ventilation system of the building under examination. For this purpose, calculations, experience, laboratory tests or reference thermograms of building envelopes without defects may be used.

NOTE 1: The reference thermograms may either be produced in a laboratory, or may be obtained from field tests made on actual buildings. Reference thermograms should be selected so as to ensure that the structure represented by the reference thermogram and the corresponding conditions of examination are as similar as possible to the structure under examination and to the environment at the time of examination. See annexes A, B and C.

The temperature distribution shall be evaluated from the thermograms. If this temperature distribution differs from that expected, this shall be noted. If the irregularities cannot be explained on the basis of the design of the envelope in accordance with the drawings, or effects of heat sources, or cannot be attributed to variations in emissivity or to the value of the coefficient of heat transfer, then the irregularity shall be stated as a defect.

NOTE 2: Irregularities in the thermal insulation, the air tightness and the building structure will produce various surface temperature patterns. Certain types of defects have a characteristic shape in a thermal image. In evaluating thermograms, the following pattern characteristics should be considered:

a) uniformity of apparent radiance temperature relating to sections of the surfaces of similar structures where there are no thermal bridges;  
b) the regularity and incidence of colder or



- b) наявність та кількість більш холодних або теплих елементів, наприклад, колон та кутів;
- c) місце розташування та розміри зон кутів та більш теплих або холодних поверхонь;
- d) вимірjana різниця між «нормальною» температурою поверхні конструкції і температурою вибраної холодної або більш теплої ділянок;

Наявність викривлень на термограмі часто вказує на дефект у конструкції огороження будівлі. Вигляд термограми конструкції у разі наявності дефекта може змінюватись в значній мірі.

#### 6.4 Приклади характерних відмов

a) Фільтрація повітря (у місцях з'єднання, вузлах) у будівельних конструкціях є характерною причиною фіксації температурних зон непевної форми з нерівними поверхнями і значними змінами температури.

b) Відсутність ізоляції обумовлює зони певної і чітко визначеної форми, яка не пов'язана з формами конструкції будівлі. Місце дефекту може мати відносну зміну температури;

c) Вологість, що присутня у конструкції, як правило, спричиняє строкатість та розмитість зображення. Зміни температури у межах зображення не є суттєвими.

Потрібно встановити тип дефекту конструкції. Це можна зробити за розрахунками, іншими дослідженнями, з практики або за порівнянням отриманих термограм з еталонними термограмами для об'єктів з відомими дефектами теплової ізоляції та фільтрації повітря різних видів. Такі визначення повинні бути повністю відображені в тепловізійному звіті.

Для тих елементів будівельної конструкції, де були виявлені дефекти теплової ізоляції та фільтрації повітря, тип і розмір кожного дефекту повинно

warmer sections, for instance over studs and corners;

c) the location of the contours and characteristic shape of the colder or warmer sections;

d) the measured difference between the 'normal' surface temperature of the construction and the temperature of the selected colder or warmer sections;

Irregularities in the appearance of a thermogram often indicate a defect in the building envelope. The appearance of a thermogram relating to a construction with a defect may vary considerably.

#### 6.4 Examples of pattern characteristics

a) Air leakage (often at joints and junctions) in the building envelope often produces irregular shapes with uneven boundaries and large temperature variations;

b) Missing insulation produces regular and well defined shapes not associated with features of the building structure. The defect area has a relatively even temperature variation;

c) Moisture present in the structure normally produces a mottled and diffuse pattern. Temperature variations are not extreme within the pattern.

The type of defect shall be determined. This may be done by calculation, by other investigations, from experience or by comparing the actual thermograms with reference thermograms for structures with known thermal insulation defects and air leakages of various kinds. Such determinations shall be thoroughly substantiated in the thermographic report.

For those parts of the building envelope in which the presence of thermal insulation defects and air leakages have been detected, the type and the extent of each

бути проаналізовано.

ПРИМІТКА: Результати випробувань можуть перевірятись за допомогою аналізування, потенційно пошкоджених ділянок конструкції будівлі, і виконання візуального обстеження. Інші додаткові дослідження можуть включати вимірювання теплового потоку і випробування тиску.

## 7. Тепловізійний звіт

### 7.1 Звіт випробувань із застосуванням інфрачервоної камери

У звіті повинно бути:

- a) опис випробувань згідно цього стандарту і твердження, що випробування було проведено з застосуванням інфрачервоної камери, ім'я замовника та повна адреса об'єкту;
- b) короткий опис конструкції будівлі (Ця інформація повинна бути складена на основі креслень або інших наявних документів);
- c) тип(и) матеріалу(лів) поверхні(хонь), що використано в конструкції і оцінене(і) значення випромінювальної здатності цього(цих) матеріалу(ів);
- d) орієнтація будинку за сторонами світу, що зазначено на плані, та опис місцевості (будинки, рослинність, ландшафтність тощо);
- e) специфікація обладнання, що застосовано, включаючи марку, модель, серійний номер;
- f) дата і час проведення випробувань;
- g) значення зовнішньої температури повітря. Зазначити щонайменше мінімальне і максимальне значення зі спостережених, i) протягом 24 годин до початку обстеження, ii) протягом обстеження;
- h) загальна інформація про умови сонячного випромінення, що спостерігалось на протязі 12 годин до початку обстеження і під час обстеження;

defect shall be subject to a brief analysis.

NOTE: The results of the test can be checked by disassembling the part of the building envelope suspected to be defective, and by subjecting it to visual examination. Other supplementary investigations may include heat flow measurements and pressurization tests.

## 7 Thermographic report

### 7.1 Report on testing with an IR camera

The report shall include:

- a) a description of the test with reference to this standard and a statement, that *testing with an IR camera* has been performed, name of the client and full address of the object;
- b) brief description of the construction of the building (This information shall be based on drawings or other available documentation);
- c) type(s) of surface material(s) used in the structure and the estimated value(s) of emissivity of this (these) material(s);
- d) orientation of the building with respect to the points of the compass shown in a plan, and description of the surroundings (buildings, vegetation, landscape, etc.);
- e) specification of the equipment used, including make, model and serial number;
- f) date and hour of test;
- g) outside air temperature. Give at least the minimum and maximum values observed, i) during the 24 h prior to the start of the examination and, ii) during the examination;
- h) general information about solar radiation conditions, observed during the 12 h prior to the start of the examination and during the examination;

- j) кількість опадів, напрям і швидкість вітру під час обстеження;
- k) значення температури внутрішнього повітря і різниця значень температури повітря по обидва боки конструкції під час обстеження;
- l) різниця тиску повітря з підвітряного і навітряного боків, у разі потреби для кожного поверху;
- m) інші важливі фактори, що впливають на результати, наприклад, швидке змінення погодних умов;
- n) перелік будь яких відхилів від встановлених вимог до випробувань;
- o) ескізи і(або) фотографії будинку, що показують координати термограм;
- p) термограми з зазначенням рівнів температури, отриманих з випробувань, що показують ділянки будинку, де були виявлені дефекти з вказівками відповідних координат, і координат інфрачервоної камери по відношенню до цілі вимірювань, та коментарями стосовно вигляду теплових зображень; якщо можливо, зсилаючись на ділянки будівельної конструкції з задовільними характеристиками;
- q) зазначення обстежених ділянок будівлі;
- r) результати аналізування, що стосуються типу і ступеню кожного дефекту обстежуваної конструкції<sup>2</sup>. Відносний ступінь дефекту шляхом порівняння дефектної частини конструкції з подібними ділянками будівлі;
- s) результати додаткових вимірювань і досліджень;
- t) дата і підпис.
- j) precipitation, direction of the wind, and velocity of the wind during the examination;
- k) inside air temperature and air temperature difference across the envelope during the examination;
- l) difference in air pressure over the leeward and windward side, whenever necessary for each storey;
- m) other important factors influencing the results, for example rapid variations in weather conditions;
- n) statement of any deviations from relevant test requirements;
- o) sketches and/or photographs of the building showing the positions of the thermograms;
- p) thermograms indicating temperature levels obtained from the test, showing parts of the building where defects have been detected, with indications of their respective positions, and the position of the IR camera with respect to the measurement target, and with comments on the appearance of the thermal images; if possible with reference to parts of the building envelope with acceptable performance;
- q) identification of the parts of the building examined;
- r) results of the analysis dealing with the type and the extent of each construction defect which has been observed<sup>2</sup>. Relative extent of the defect by a comparison of the defective part of the envelope to similar parts throughout the building;
- s) results of supplementary measurements and investigations;
- t) date and signature.

<sup>2</sup> Згідно з 5.4.3 EN 45001: 1989, цей аналіз не повинен містити будь-які твердження щодо потреби проведення заходів до таких дефектів або щодо прийняття їх. Такі відомості можуть надаватись в окремому листі.  
According to 5.4.3 of EN 45001: 1989, this analysis shall not include any statement of whether these defects require measures to be taken, or whether they can be accepted. Such statements may be given in a separate letter.

## 7.2 Звіт спрощеного випробування з застосуванням інфрачервоної камери

У звіті повинно бути:

- a) опис випробувань згідно цього стандарту і твердження, що випробування було проведено з застосуванням інфрачервоної камери, ім'я замовника та повна адреса об'єкту;
- b) короткий опис конструкції будівлі (Інформація повинна бути складена на основі креслень або інших наявних документів);
- c) -
- d) -
- e) -
- f) дата і час проведення випробувань;
- g) -
- h) -
- j) -
- k) значення температури внутрішнього повітря і різниця температури повітря по обидва боки конструкції під час обстеження;
- l) різниця тиску повітря з підвітряного і навітряного боку, у разі необхідності для кожного поверху;
- m) інші важливі фактори, що впливають на результати, наприклад, швидке змінення погодних умов;
- n) перелік будь-яких відхилів від встановлених вимог до випробувань;
- o) -
- p) -
- q) зазначення обстежених ділянок будівлі;
- r) тип, ступінь і розташування кожного розглянутого дефекту <sup>3)</sup>;
- s) результати додаткових вимірювань і досліджень;
- t) дата і підпис.

## 7.2 Report on simplified testing with an IR camera

The report shall include:

- a) a description of the test with reference to this standard and a statement, that *simplified testing with an IR camera* has been performed, name of the client and full address of the object;
- b) brief description of the construction of the building. (This information shall be based on drawings or other available documentation.);
- c) -
- d) -
- e) -
- f) date and hour of test;
- g) -
- h) -
- j) -
- k) inside air temperature and air temperature difference across the envelope during the examination;
- l) difference in air pressure over the leeward and windward side, whenever necessary for each storey;
- m) other important factors influencing the results, for example rapid variations in weather conditions;
- n) statement of any deviations from relevant test requirements;
- o) -
- p) -
- q) identification of the parts of the building examined;
- r) type, extent and position of each observed defect <sup>3)</sup>;
- s) results of supplementary measurements and investigations;
- t) date and signature.

<sup>3</sup> Згідно з 5.4.3. EN 45001: 1989, цей аналіз не має містити будь яку відомість чи ці дефекти потребують проведення вимірювань, або чи можуть вони бути прийняті. Такі відомості можуть надаватись в окремому листі. According to 5.4.3 of EN 45001: 1989, this item shall not include any statement of whether these defects require measures to be taken, or whether they can be accepted. Such statements may be given in a separate letter.

**Додаток А  
(довідковий)  
Довідкові термограми**

**Annex A  
(informative)  
Reference thermograms**

**А.1 Довідкові термограми, що отримані при вимірюваннях на існуючих будинках**

Термограми, зроблені в умовах експлуатації існуючих будинків, можна використовувати як довідкові термограми за умови, що характеристики розглянутих будівель, якість роботи, та умови випробування під час обстеження є добре відомими та задокументованими.

**А.2 Довідкові термограми, що отримані в лабораторіях**

Довідкові термограми можна отримувати в умовах кліматичної установки, де елемент огорожувальної конструкції може бути встановлений між неопалювальним і опалювальним відсіками. В обох приміщеннях потрібно контролювати температуру та тиск повітря. Температура поверхні та випромінювальна здатність поверхонь стін опалювального приміщення повинні мати значення, які зазвичай зустрічаються в практиці.

Для отримання довідкових термограм потрібно використовувати значну кількість типових огорожувальних конструкцій будівлі.

Для відображення вигляду конструкції, що не має дефектів, повинна бути побудована типова огорожувальна конструкція «без дефектів».

Типові огорожувальні конструкції «з оговореними дефектами» повинні мати дефекти теплової ізоляції та фільтрації повітря, які зустрічаються на практиці. Тип і розмір дефектів повинні бути ретельно занотовані.

**A.1 Reference thermograms obtained from field measurements on actual buildings**

Thermograms produced by field measurements on actual buildings can be used as reference thermograms, provided that the characteristics of the buildings under examination, the workmanship, and the test conditions at the time of examination are well known and documented.

**A.2 Reference thermograms produced in a laboratory**

Reference thermograms can be produced in an air-conditioned installation where a building envelope component can be constructed between a cold space and a warm space. The air temperature and the air pressure should be controlled in both these spaces. The surface temperature and the emissivity of the walls of the warm space should have values which are normally encountered in practice.

A number of typical building envelopes should be used for the production of reference thermograms.

A typical envelope 'with no defects' should be constructed to represent a design and construction free from defects.

Typical envelopes 'with deliberate defects' should be provided with thermal insulation and air leakage defects which are encountered in practice. The type and the extent of the defects should be carefully recorded.

Типова огороджувальна конструкція повинна включати типову ділянку огороджувальної конструкції, що обстежується, включаючи прилеглі до неї ділянки.

Для отримання типових термограм, кількість комбінацій різниць температури та тиску по обидва боки типової огороджувальної конструкції треба вибирати таким чином, щоб вони відповідали значенням, які зустрічаються на практиці. Різниця температур може становити 10 К і 25К. Температура в опалювальному приміщенні має становити біля 20°C. Різниця тиску може складати мінус 10 Па, 0 Па та 10 Па.

### **A.3 Відображення довідкових термограм**

Довідкові термограми можна фіксувати та відображати двома шляхами, тобто:

- а) як нормальне теплове зображення; і
- б) як одне або декілька ізотермічних зображень, що чітко показують температурний розподіл, який є характерним для дефектів при обстеженні.

Приклади довідкових термограм стандартної огороджувальної конструкції без дефектів (дивись рисунок А.1) показано в додатку В.

Приклади довідкових термограм стандартної огороджувальної конструкції (дивись рисунок А.1) з зазначеними дефектами показано в додатку С.

Розподілення типової конструкції на блоки показано на рисунку А.2 і розташування навмисних дефектів показано на рисунку А.3. (Типи дефектів детально не описані.)

The typical envelope should comprise a representative part of the envelope under consideration, including adjacent parts.

To obtain typical thermograms, a number of combinations of temperature and pressure differences across the typical envelope should be selected so as to correspond to the values which are encountered in practice.

The temperature differences may include 10 °C and 25 °C. The temperature in the warm space should be about 20 °C.

The pressure differences may include -10 Pa, 0 Pa and +10 Pa.

### **A.3 Presentation of reference thermograms**

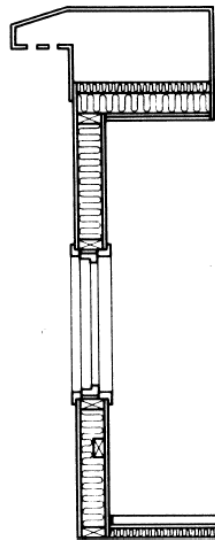
Reference thermograms should be recorded and presented in two forms, i.e.

- a) as a normal thermal image; and
- b) as one or several isotherm images which clearly exhibit the temperature distribution that is characteristic of the defect under examination.

Examples of reference thermograms of a typical envelope with no defects (see figure A.1) are shown in annex B.

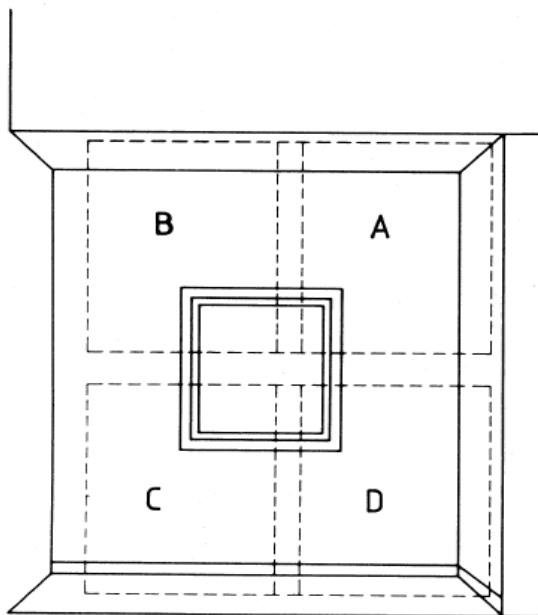
Examples of reference thermograms of a typical envelope (see figure A.1) with deliberate defects are shown in annex C.

The division of the typical envelope into frames is shown in figure A.2 and the positions of the deliberate defects are shown in figure A.3. (The types of defects are not described in detail.)



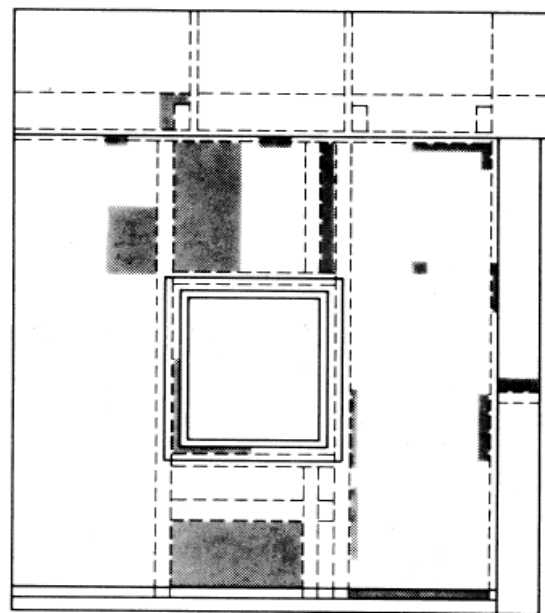
**Рисунок А.1** – Частина типової огорожувальної конструкції, прикладів відповідних довідкових термограм, наведених в додатках В і С

**Figure A.1** – Section of a typical envelope of the type used in the examples of reference thermograms shown in annexes B and C



**Рисунок А.2** – Розподіл типової конструкції на блоки, які показано у додатках В і С

**Figure A.2** - Division of the typical envelope into frames as shown in annexes B and C



**Рисунок А.3** – Розміщення навмисних дефектів, показаних на термограмах в додатку С

**Figure A.3** – Positions of deliberate defects shown on the thermograms in annex C

**Додаток В  
(довідковий)**

**Приклади зафіксованих термограм стін каркасного типу «без дефектів»**

Мінеральна вата, товщиною 120 мм. Різниця температури (внутрішня-зовнішня),  $\theta_i - \theta_e = 26$  К. Різниця тиску (внутрішній-зовнішній),  $p_i - p_e = -50$  Па.

Стрілками (див. рис. В.1) показують ізотерми, що відповідають температурі, яка показана на шкалі відносної температури на кожному прикладі. Під кожним ізотермічним зображенням різниця значень температури ( $\Delta\theta$ ) між ізотермами вказано в градусах Цельсія.

**Annex B  
(informative)**

**Examples of thermograms recorded on a stud wall 'with no defects'**

Mineral wool, 120 mm thick. Temperature difference (inside-outside),  $\theta_i - \theta_e = 26$  °C. Pressure difference (inside-outside),  $p_i - p_e = -50$  Pa.

The arrows indicate the isotherms corresponding to the temperatures which are shown on the relative temperature scale in each image. Under each isotherm image, the difference in temperature ( $\Delta\theta$ ) between the isotherms is stated in degrees Celsius.



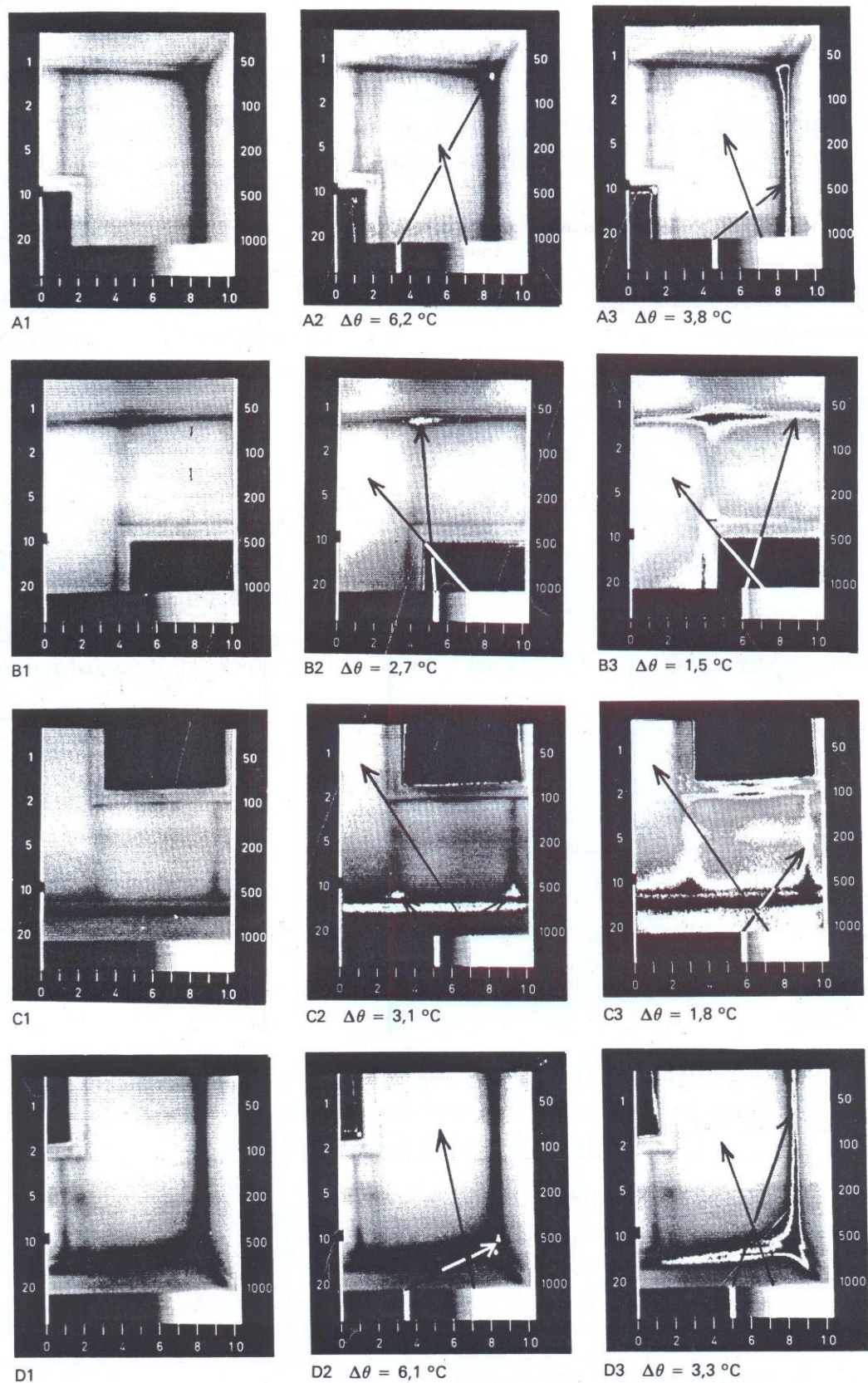


Рисунок В.1 – Приклади зафіксованих термограм стін каркасного типу «без дефектів»

**Annex C  
(informative)**

**Приклади зафіксованих термограм стін каркасного типу, що мають дефекти**

Мінеральна вата, товщиною 120 мм. Різниця температури (внутрішня-зовнішня),  $\theta_i - \theta_e = 26$  К. Різниця тисків (внутрішній-зовнішній),  $p_i - p_e = -50$  Па.

Стрілками (див. рис. С1) показані ізотерми, що відповідають температурам які показані на шкалі відносних температур на кожному прикладі. Під кожним ізотермічним зображенням, різниця температури ( $\Delta\theta$ ) між ізотермами вказано в градусах Цельсія.

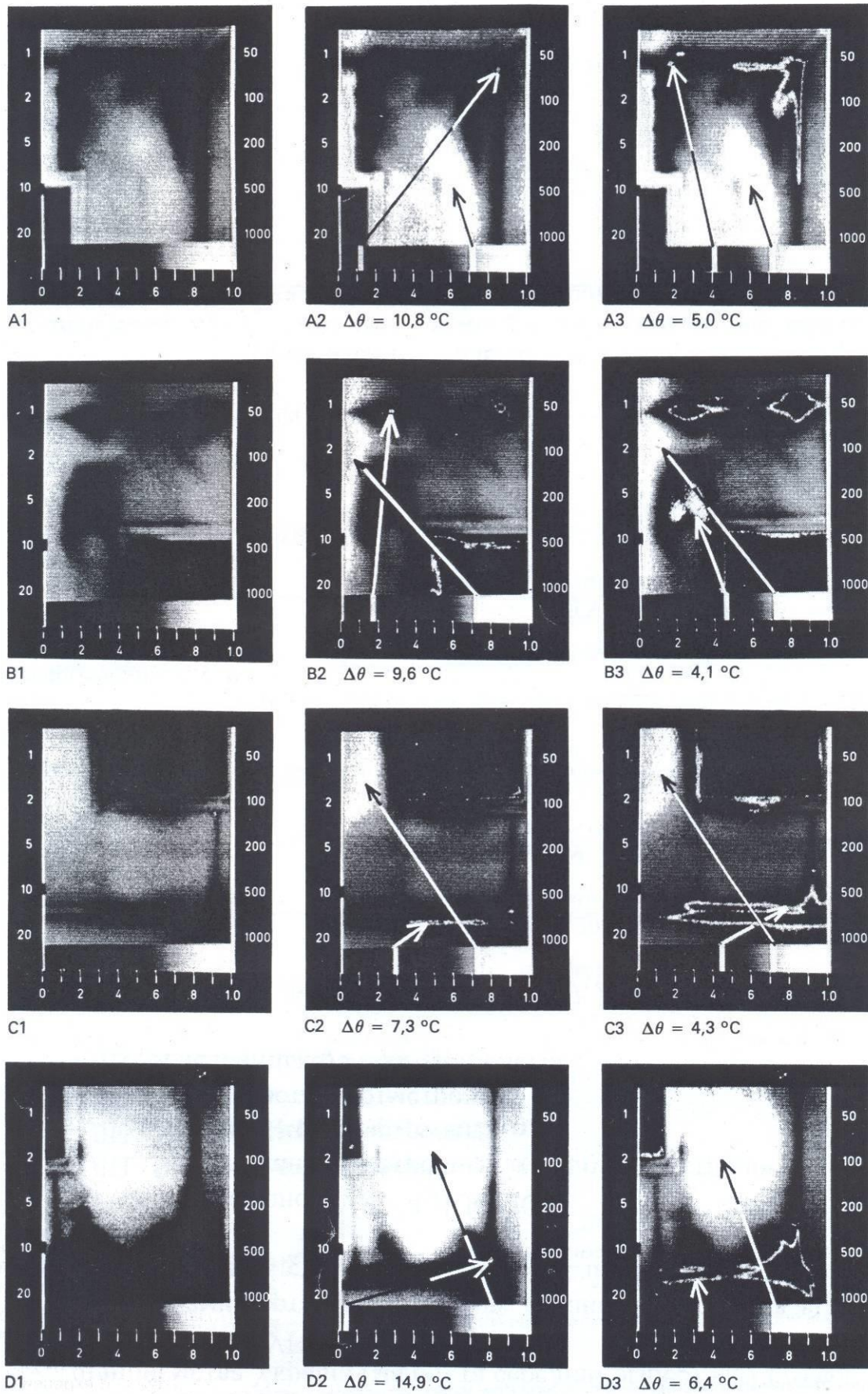
**Додаток С  
(довідковий)**

**Examples of thermograms recorded on a stud wall containing deliberate defects**

Mineral wool, 120 mm thick. Temperature difference (inside-outside),  $\theta_i - \theta_e = 26$  °C. Pressure difference (inside-outside),  $p_i - p_e = -50$  Pa.

The arrows indicate the isotherms corresponding to the temperatures which are shown on the relative temperature scale in each image. Under each isotherm image, the difference in temperature ( $\Delta\theta$ ) between the isotherms is stated in degrees Celsius.





**Рисунок С.1 – Приклади зафіксованих термограм стін каркасного типу, що мають дефекти.**

**Додаток D  
(довідковий)**

**Приклад встановлення вимог до випробувань**

Вимоги до випробувань в цьому додатку стосуються специфічних кліматичних умов і будівельної технології Скандинавії. Специфічні національні умови можуть мотивувати встановлення інших вимог до випробувань в інших регіонах.

Для умов Скандинавії, наступні вимоги до випробувань досить гарно забезпечують режим близький до усталеного для легких будівельних конструкцій<sup>4)</sup>, коли тепловізійне обстеження здійснюють з середини.

а) Щонайменше 24 години перед початком контролю, зовнішня температура повітря не повинна змінюватись на значення більше ніж  $\pm 10$  К від температури на початку контролю.

Для важких конструкцій з високою теплостійкістю особлива увага повинна приділятися можливості акумулювання теплової енергії.

б) Щонайменше 24 години перед початком обстеження і на протязі обстеження, різниця температури повітря з зовнішнього і внутрішнього боку конструкції не повинна бути меншою за числове значення  $3/U$ , де  $U$  є теоретичне значення коефіцієнта теплопередавання, Вт/(м<sup>2</sup>·К), але не менше ніж 5 К.

**Annex D  
(informative)**

**Example of a set of test requirements**

The test requirements in this annex are adapted to meet the specific climatic conditions and building technology of Scandinavia. Special national conditions may justify other sets of test requirements in other regions.

For Scandinavian conditions, the following test requirements are likely to ensure approximate steady state conditions for a lightweight building structure<sup>4)</sup>, when the thermographic examination is to be carried out from the inside.

a) For at least 24 h before the start of the examination, the external air temperature shall not vary by more than  $\pm 10$  °C from the temperature at the start of the examination.

For heavy structures with a large thermal mass, special consideration has to be given to the effects of heat storage.

b) For at least 24 h before the start of the examination, and during the examination, the air temperature difference across the building envelope shall not be less than the numerical value of  $3/U$ , where  $U$  is the theoretical value of the thermal transmittance of the building element in W/(m<sup>2</sup>·K), but never less than 5 °C.

<sup>4</sup> Час досягнення приблизного стійкого стану змінюється в залежності від характеристик зовнішньої конструкції будівлі. Для важкої цегляної структури, цей час може становити декілька днів. Крім того, це може бути вигідно проведення зйомки під час не стаціонарних умов.

The time to reach nearly steady state conditions varies with the characteristics of the external envelope of the building. For a heavy masonry structure, this time may be several days. Alternatively, it may be advantageous to perform the survey under non-steady conditions.

с) Щонайменше 12 годин перед початком обстеження і під час обстеження, поверхні конструкції, що знаходяться під контролем, не повинні бути піддані впливу прямої сонячної радіації.

д) Під час обстеження зовнішня температура повітря не повинна змінюватись більше ніж на  $\pm 5$  К і внутрішня температура повітря не більше ніж на  $\pm 2$  К від їхнього відповідного значення на початку обстеження. Результати змінення температури під час обстеження можна звіряти порівнянням кінцевого зображення з початковим.

Якщо зміна менша за 1 К або 2 К, тоді вимоги до випробувань вважаються задовільними.

Якщо сенсорна система інфрачервоного випромінення має дискретність 0,3 К, ці групи вимог до випробувань могли б припускати наступне. При опорі внутрішньої поверхні  $R_{si} = 0,10 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , може виявлятись зміна на 50 % в значенні  $U$ , та з опором внутрішньої поверхні  $R_{si} = 0,20 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , може виявлятись зміна на 25 % в значенні  $U$ .

Якщо обстеження проводиться незважаючи на відхилення від цих вимог до випробувань, це повинно бути враховано при обстеженні та оцінюванні результатів і бути зазначено у тепловізійному звіті.

c) For at least 12 h before the start of the examination, and during the examination, the surfaces of the envelope under examination should not be exposed to direct solar radiation.

d) During the examination, the external air temperature shall not vary more than  $\pm 5$  °C and the internal air temperature not more than  $\pm 2$  °C from their respective values at the start of the examination. The effects of variations in temperature during the examination may be checked by overlapping the final scan with the initial scan.

If there is less than 1 or 2 °C change, then the test requirements should be considered fulfilled.

If the infrared radiation sensing system has a minimum resolution of 0,3 °C, this set of test requirements would imply the following. At an internal surface resistance  $R_{si} = 0,10 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/W}$ , a change in the  $U$ -value of 50 % can be detected and with an internal surface resistance  $R_{si} = 0,20 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/W}$ , a change in the  $U$ -value of 25 % can be detected.

If the examination is carried out despite of deviations from these test requirements, this should be borne in mind at the examination and evaluation of the results and should be pointed out in the thermographic report.

## Додаток НА (довідковий)

### Приклад оформлення звіту за результатами випробувань

#### НА.1 Приклад звіту за результатами проведених випробувань з застосуванням інфрачервоної камери на ділянці стіни будинку «без дефектів»

Призначення: житловий будинок

Кількість поверхів: 5

Розміри будинку (в метрах): ВхДхШ 15.2х60.2х12.5

Перекрыття – залізобетонні плити товщиною 220 мм

Система опалення – централізована

Стіни (пошарово): *великі бетонні блоки товщиною 400 мм, покриті шаром ППУ товщиною 30 мм*

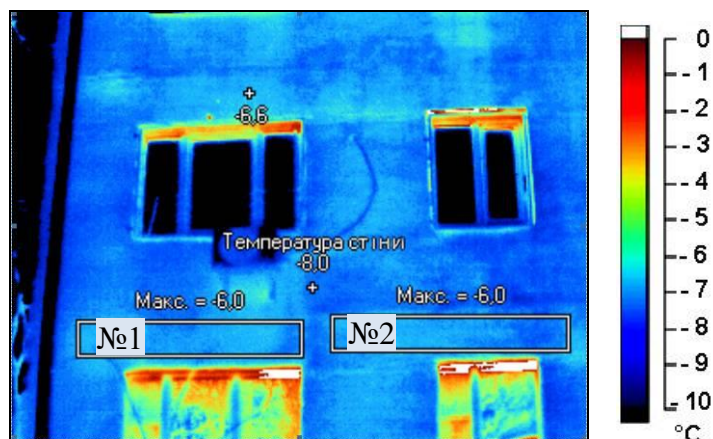


Рисунок НА.1 – Термограма фрагмента обстежуваної конструкції



Рисунок НА.2 – Фото фрагмента обстежуваної конструкції

**Інформація по отриманій термограмі:**

Коефіцієнт випромінювання	0,95
Температура фону	– 1,6 °C
Середня температура	– 8,4 °C
Діапазон калібрування	від – 20,0 °C до 350,0 °C
Модель камери	Ti50FT
Серійний номер камери	Ti50FT-0612014
Діапазон зображення	від – 10,0 °C до 0 °C
Дата та час зйомки зображення	.....
Опис об'єктива	20mm/F0.8
Серійний номер об'єктива	40948-4261
Фірма- виробник	Fluke
Версія програмного забезпечення	3.0.6.12
Версія DSP	4.5.0.0

Таблиця НА.1 – Опис маркерів термограми

Маркер	Позначення на термограмі	Температура, °C	Коефіцієнт випромінювання	Температура фону, °C
Температура стіни		– 8,0	0,95	– 1,6
Характерна Зона 1	№1	– 6,0	0,95	– 1,6
Характерна Зона 2	№2	– 6,0	0,95	– 1,6



## НА.2 Приклад звіту за результатами проведених випробувань з застосуванням інфрачервоної камери на ділянці стіни будинку «з дефектами»

Призначення: житловий будинок

Кількість поверхів: 5

Розміри будинку (в метрах): ВхДхШ 15.2х60.2х12.5

Перекрыття – залізобетонні плити товщиною 220 мм

Система опалення – централізована

Стіни (пошарово): великі бетонні блоки товщиною 400 мм



Рисунок НА.1 – Термограма фрагмента обстежуваної конструкції



Рисунок НА.2 – Фото фрагмента обстежуваної конструкції



**Інформація по отриманій термограмі:**

Коефіцієнт випромінювання	0,95
Температура фону	– 1,6 °C
Середня температура	– 6,3 °C
Діапазон калібрування	від – 20,0 °C до 350,0 °C
Модель камери	Ti50FT
Серійний номер камери	Ti50FT-0612014
Діапазон зображення	від – 10,0 °C до 0 °C
Дата та час зйомки зображення	.....
Опис об'єктива	20mm/F0.8
Серійний номер об'єктива	40948-4261
Фірма- виробник	Fluke
Версія програмного забезпечення	3.0.6.12
Версія DSP	4.5.0.0

Таблиця АН.1 – Описання маркера термограми

Маркер	Позначення на термограмі	Температура, °C	Коефіцієнт випромінювання	Температура фону, °C
Температура стіни		– 7,4	0,95	– 1,6
Характерна Зона 1	№1	– 2,3	0,95	– 1,6
Характерна Зона 2	№2	– 2,0	0,95	– 1,6

---

Код УКНД 91.120.10

**Ключові слова:** теплова ефективність будинків, теплові відмови, інфрачервоний метод, тепловізійне обстеження, сенсорна система інфрачервоного випромінення

---

Перший заступник директора ДП НДІБК з наукової роботи

Ю. Слюсаренко

Науковий керівник, зав. відділом будівельної фізики та ресурсозбереження, докт.техн.наук, с.н.с.

Г. Фаренюк

Відповідальний виконавець, молодший науковий співробітник відділу будівельної фізики та ресурсозбереження

Г. Венжего