

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

**Системи теплозабезпечення будівель**

**МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЕНЕРГОПОТРЕБИ**

**ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ**

**Частина 2-1. Тепловіддача системою опалення**

**(EN 15316-2-1:2007, IDT)**

**ДСТУ Б EN 15316-2-1:2011**

**Київ**

**Мінрегіон України**

**2012**

## ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: ТК 306 "Інженерні мережі та споруди",

**ДІ "УкрНДІводоканалпроект" за участю "Данфосс ТОВ"**

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **В. Пирков**, канд.

техн. наук; **О. Сізов**, канд. техн. наук (науковий керівник); **Н. Сізова**

2 ЗАТВЕРДЖЕНО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Міністерства України від 30.12.2011 р. № 433 та від 12.06.2012 р. № 300,  
чинний з 2013-01-01

3 Національний стандарт відповідає EN 15316-2-1:2007 "Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 2-1: Space heating emission systems (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-1. Тепловіддача системою опалення)

Ступінь відповідності - ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

Цей стандарт видано з дозволу CEN

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

## ЗМІСТ

## CONTENTS

	с.	page
Національний вступ .....	VI	
Вступ .....	VIII	
1 Сфера застосування.....	1	1
2 Нормативні посилання.....	2	2
3 Терміни та визначення понять, умовні позначки та одиниці виміру.....	3	3
3.1 Терміни та визначення понять .....	3	3
3.2 Умовні позначки та одиниці виміру.....	8	8
4 Взаємозв'язок з іншими стандартами європейської директиви з енергоефектив- ності будівель .....	10	10
5 Засади методу .....	11	11
5.1 Розрахунок енергії .....	11	11
5.2 Теплова енергія, яка необхідна для тепловіддачі.....	13	13
5.3 Додаткова енергія $W_{em,aux}$ .....	14	14
5.4 Регулярні тепловтрати $Q_{em,ls,rbl}$ , які утилізують, та регулярні тепловтрати $Q_{em,ls,nrbl}$ , які не утилізують .....	14	14
5.5 Потреба в тепловій енергії для опалення, енергопотреба будівлі $Q_H$ .....	15	15
5.6 Регулярні тепловтрати $Q_{em,ls}$ .....	16	16
5.7 Розрахункові періоди .....	17	17
5.8 Розділення або розгалуження системи опалення.....	17	17
6 Енергетичний розрахунок тепловіддавальної складової системи .....	18	18
6.1 Загальні положення .....	18	18
6.2 Тепловтрати, обумовлені нерівномірністю розподілення температури.....	19	19
6.3 Тепловтрати, обумовлені убудованими в огорожувальні конструкції опалювальними приладами.....	21	21
6.4 Тепловтрати, обумовлені регулюванням внутрішньої температури.....	22	22

6.5 Додаткова енергія $W_{em,aux}$ .....	23	6.5 Auxiliary energy, $W_{em,aux}$ .....	23
7 Рекомендовані розрахункові методи .....	24	7 Recommended calculation methods .....	24
7.1 Загальні положення .....	24	7.1 General .....	24
7.2 Метод з використанням ефективності.....	25	7.2 Method using efficiencies .....	25
7.3 Метод з використанням еквівалентної внутрішньої температури.....	26	7.3 Method using equivalent in internal temperature.....	26
Додаток А		Annex A	
Тепловтрати тепловіддавальної складової системи (відповідно до німецького стандарту DIN 18599-6) .	28	Energy losses of the heat emission system, adapted from german regulation DIN 18599-6 .....	28
A.1 Тепловіддача .....	28	A.1 Heat emission .....	28
A.2 Ефективність вільнообтічних нагрівальних поверхонь (радіаторів); приміщення заввишки не більше 4 м .....	30	A.2 Efficiencies for free heating surfaces (radiators); room heights $\leq 4$ m.....	30
A.3 Ефективність складових частин убудованих нагрівальних поверхонь (опалювальні панелі); приміщення заввишки не більше 4 м .....	33	A.3 Efficiencies for component integrated heating surfaces (panel heaters) (room heights $\leq 4$ m) .....	33
A.4 Ефективність електроопалення; приміщення заввишки не більше 4 м .....	36	A.4 Efficiencies for electrical heating (room heights $\leq 4$ m).....	36
A.5 Ефективність повітряного опалення нежитлових будівель з приміщеннями заввишки не більше 4 м.....	38	A.5 Efficiencies air heating (non-domestic ventilation systems) (room heights $\leq 4$ m).....	38
A.6 Ефективність у приміщеннях заввишки не менше 4 м (будівлі зі значним внутрішнім об'ємом) .....	39	A.6 Efficiencies for room spaces heights $\leq 4$ m (large indoor space buildings).....	39
A.7 Ефективність у приміщеннях заввишки понад 10 м .....	43	A.7 Efficiencies for room spaces heights $> 10$ m.....	43
Додаток В		Annex B	
Еквівалентна надмірна внутрішня температура (відповідно до французького стандарту RT2005).....	46	Equivalent increase in internal temperature - adapted from french regulation RT2005 .....	46
B.1 Загальні положення .....	46	B.1 General.....	46
B.2 Зони .....	47	B.2 Zones.....	47
B.3 Просторове відхилення, викликане розшаруванням температури.....	47	B.3 Spatial variation of temperature due to stratification.....	47
B.4 Відхилення, викликане регулюванням.....	49	B.4 Variation of temperature due to control.....	49

Додаток С	Annex C
Додаткова енергія.....51	Auxiliary energy..... 51
С.1 Загальні положення .....51	C.1 General..... 51
С.2 Будівлі зі значним внутрішнім об'ємом (заввишки більше 4 м).....53	C.2 Large indoor space buildings ( <i>h</i> > 4 m)..... 53
Додаток НА	
Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних міжнародним та європейським стандартам, посилання на які є в EN 15316-2-1:2007 .....56	
Додаток НБ	
Застосування методів визначення енергопотреби та енергоефективності .....58	
Бібліографія.....62	Bibliography..... 62

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожним перекладом EN 15316-2-1:2007, Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 2-1: Space heating emission systems (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енерго-ефективності системи. Частина 2-1. Тепловіддача системою опалення).

EN 15316-2-1:2007 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 228 "Heating systems in buildings" (Системи опалення будівель), секретаріатом якого керує DS.

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ Б EN 15316-2-1:2011 "Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-1. Тепловіддача системою опалення (EN 15316-2-1:2007, IDT)", викладена українською мовою.

Згідно з ДБН А.1.1-1-93 "Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення" цей стандарт відноситься до комплексу В.2.5 "Технічні НД. Об'єкти будівництва. Інженерне обладнання будинків і споруд. Внутрішні системи та обладнання".

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, - ТК 306 "Інженерні мережі та споруди".

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова "цей європейський стандарт" замінено на "цей стандарт";
- структурні елементи цього стандарту - "Обкладинка", "Передмова", "Національний вступ", "Терміни та визначення понять, умовні позначки та одиниці виміру", "Бібліографічні дані" - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- з передмови до європейського стандарту EN 15316-2-1:2007 у цей струк-

турний елемент "Національний вступ" взятє те, що безпосередньо стосується цього стандарту.

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних міжнародним та європейським стандартам, посилання на які є в EN 15316-2-1:2007, наведено у національному додатку НА. Рекомендації щодо застосування методів визначення енергопотреби та енергоефективності надані у національному додатку НБ.

## ВСТУП

Цей стандарт складає окрему частину серії стандартів EN 15316 з методики розрахунку енергопотребити та енергоефективності систем опалення будівель та систем гарячого водопостачання (ГВП), яка стосується тепловіддачі.

У цьому стандарті визначено структуру розрахунку регулярних втрат енергії та енергетичних вимог щодо тепловіддавальної складової системи для забезпечення енергопотребити будівлі.

Розрахунковий метод застосовують для:

- розрахунку регулярних втрат енергії тепловіддавальною складовою системи;
- оптимізації енергетичних показників при новому будівництві шляхом вибору із декількох варіантів проектних рішень;
- оцінки ефекту від застосовуваних заходів зі збереження енергії в існуючій будівлі за розрахунком енергопотребити у порівнянні з існуючим станом.

Стосовно вхідних даних та детального порядку розрахунку, що не надано в цьому стандарті, необхідно звернутись до інших Європейських стандартів або національних документів.

## INTRODUCTION

This European Standard constitutes the specific part related to space heating emission, of the set of prEN 15316 standards on methods for calculation of system energy requirements and system efficiencies of space heating systems and domestic hot water systems in buildings.

This European Standard specifies the structure for calculation of the system energy losses and energy requirements of a heat emission system for meeting the building net energy demand.

The calculation method is used for the following applications:

- calculation of the system energy losses of the heat emission system;
- optimisation of the energy performance of a planned heat emission system, by applying the method to several possible options;
- assessing the effect of possible energy conservation measures on an existing heat emission system, by calculation of the energy requirements with and without the energy conservation measure implemented.

The user needs to refer to other European Standards or to national documents for input data and detailed calculation procedures not provided by this European Standard.



## НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Системи теплозабезпечення будівель

### МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЕНЕРГОПОТРЕБИ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ

Частина 2-1. Тепловідача системою опалення

Системы теплообеспечения зданий

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭНЕРГОПОТРЕБНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ

Часть 2-1. Теплоотдача системой отопления

Heating systems in buildings

### METHOD FOR CALCULATION OF SYSTEM ENERGY REQUIREMENTS AND SYSTEM EFFICIENCIES

Part 2-1. Space heating emission systems

Чинний від **2013-01-01**

#### 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт визначає необхідні вхідні та вихідні дані, взаємозв'язки (структуру) методу розрахунку з метою забезпечення єдиної європейської методики розрахунку.

Енергоефективність може бути оцінена одним зі способів - за показниками ефективності тепловіддавної складової системи або за показниками надмірності температури опалюваного об'єму через неефективність тепловіддавної складової системи.

Метод базується на аналізі наступних характеристик тепловіддавної

#### 1 SCOPE

The scope of this European Standard is to standardise the required inputs, the outputs and the links (structure) of the calculation method in order to achieve a common European calculation method.

The energy performance may be assessed either by values of the heat emission system efficiency or by values of the increased space temperatures due to heat emission system inefficiencies.

The method is based on an analysis of the following characteristics of a space

складової системи з регулюванням включно:

- нерівномірність розподілу температури в опалюваному об'ємі;
- убудовані у будівельні конструкції опалювальні панелі;
- точність регулювання внутрішньої температури.

Енергію, яка необхідна для тепловіддавальної складової системи, розраховують окремо для теплової та електричної енергії, щоб полегшити визначення кінцевої енергії та відповідної первинної енергії згідно з іншими стандартами.

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче стандарти, на які зроблені посилання, є невід'ємними для застосування цього стандарту. Для датованих посилань чинні тільки наведені видання. Для недатованих посилань чинним є останнє видання (включаючи будь-які зміни).

EN 12831 Системи опалення будівель. Метод розрахунку проектної потужності EN 15316-1 Системи теплотабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 1. Загальні положення

heating emission system, including control:

- non-uniform space temperature distribution;
- heat emitters embedded in the building structure;
- control accuracy of the indoor temperature.

The energy required by the emission system is calculated separately for thermal energy and electrical energy, in order to facilitate determination of the final energy and subsequently the corresponding primary energy according to other standards.

## 2 NORMATIVE REFERENCES

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

EN 12831, Heating systems in buildings - Method for calculation of the design heat load EN 15316-1, Heating systems in buildings -Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 1: General

EN ISO 7345:1995 Теплоізоляція. Фізичні величини та визначення понять (ISO 7345:1987) EN ISO 13370 Теплове виконання будівель. Теплопередача через ґрунт. Методи розрахунку (ISO 13370:1998)

EN ISO 7345:1995, Thermal insulation - Physical quantities and definitions (ISO 7345:1987) EN ISO 13370, Thermal performance of buildings - Heat transfer via the ground - Calculation methods (ISO 13370:1998)

EN ISO 13790 Теплові характеристики будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні (ISO 13790:2004)

EN ISO 13790, Thermal performance of buildings - Calculation of building energy use for space heating (ISO 13790:2004)

**Національна примітка.**

Під час внесення та надання в Україні чинності цьому стандарту введений CEN та чинний в ЄС EN ISO 13790:2008, Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling (Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні).

**Національне пояснення**

У цьому стандарті є посилання на Директиву 2002/91/ЄС Європейського парламенту та Ради Європи від 16 грудня 2002 р. з енергоефективності будівель, яка переглянута і прийнята як Directive 2010/31/ЄС of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (EPBD) (Директива 2010/31/ЄС Європейського парламенту та Ради Європи від 19 травня 2010 р. з енергоефективності будівель (ЕЕБД)).

**3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ, УМОВНІ ПОЗНАКИ ТА ОДИНИЦІ ВИМІРУ**

**3 TERMS AND DEFINITIONS, SYMBOLS AND UNITS**

**3.1 Терміни та визначення понять**

**3.1 Terms and definitions**

У цьому стандарті застосовані терміни та визначення, що надані в EN ISO 7345:1995, поряд із нижченаведеними термінами та визначеннями.

For the purposes of this document, the terms and definitions given in EN ISO 7345:1995 and the following apply.

### **3.1.1 розрахунковий період**

Період часу, для якого здійснено розрахунок.

**Примітка.** Розрахунковий період може бути розбитий на розрахункові інтервали

### **3.1.2 кондиціонована зона**

Частина кондиціонованого об'єму із заданою температурою або заданими температурами, яка має один і той самий режим використання, у якій внутрішня температура має незначне просторове відхилення, та яка обслуговується єдиною системою опалення, системою охолодження та/або системою вентиляції

### **3.1.3 енергія, яку використовують для опалення**

Енергія, яку постачають до системи опалення, для забезпечення енергопотреби в опаленні

### **3.1.4 поставлена енергія**

Кількість енергії в енергоносії, що доставлена до інженерних систем будівлі через межу розподілу систем для забезпечення прийнятого способу її використання (наприклад, опалення, охолодження, вентиляція, ГВП, освітлення, обладнання) або для виробництва електроенергії.

### **3.1.1 calculation period**

period of time over which the calculation is performed

**Note:** The calculation period can be divided into a number of calculation steps.

### **3.1.2 conditioned zone**

part of a conditioned space with a given set-point temperature or set-point temperatures, throughout which there is the same occupancy pattern and the internal temperature is assumed to have negligible spatial variations, and which is controlled by a single heating system, cooling system and/or ventilation system

### **3.1.3 energy use for space heating**

energy input to the heating system to satisfy the energy need for heating

### **3.1.4 delivered energy**

energy content, expressed per energy carrier, supplied to the technical building systems through the system boundary, to satisfy the uses taken into account (e.g. heating, cooling, ventilation, domestic hot water, lighting, appliances) or to produce electricity

**Примітка 1.** Сонячна радіація, що надходить до активних сонячних панелей чи колекторів, та кінетична енергія вітру, яку сприймають вітрові енергетичні установки, не є частинами енергетичного балансу будівлі. На національному рівні вирішується, складає чи ні відновлювальна енергія, вироблена на місці, частку поставленої енергії.

**Примітка 2.** Поставлена енергія може бути розрахована чи виміряна

### **3.1.5 потреба в енергії для опалення**

Теплота, яку необхідно подати до або видалити з опалюваного об'єму, для підтримання температури упродовж визначеного періоду часу.

**Примітка 1.** Енергопотребу розраховують і її неможливо виміряти.

**Примітка 2.** Енергопотреба може включати додаткову теплопередачу через неоднорідність розподілення температури та неідеальне її регулювання, якщо це враховано підвищенням ефективної температури для опалення та виключенням з теплопередачі системи опалення

**Note 1:** For active solar and wind energy systems, the incident solar radiation on solar panels or on solar collectors or the kinetic energy of wind is not part of the energy balance of the building. It is decided on a national level whether or not renewable energy produced on site constitutes part of the delivered energy.

**Note 2:** Delivered energy can be calculated for defined energy uses or it can be measured.

### **3.1.5 energy need for heating**

heat to be delivered to a heated space to maintain the intended temperature during a given period of time

**Note 1:** The energy need is calculated and cannot easily be measured.

**Note 2:** The energy need can include additional heat transfer resulting from non-uniform temperature distribution and non-ideal temperature control, if they are taken into account by increasing the effective temperature for heating and not included in the heat transfer due to the heating system.

### **3.1.6 еквівалентна внутрішня температура**

Постійна мінімальна внутрішня температура, яку приймають при розрахунку енергії для опалення, або максимальна внутрішня температура, яку приймають при розрахунку енергії для охолодження, що відповідає приблизно тій самій середній теплопередачі, яка виникає при змінному опаленні або охолодженні, з урахуванням похибки регулювання температурою приміщення

### **3.1.7 опалюваний об'єм (простір)**

Приміщення або відгороджене місце, яке за розрахунком передбачено опалювати до заданої температури або заданих температур

### **3.1.8 тепловтрати системи опалення, тепловіддача**

Тепловтрати всередині теплової оболонки будівлі через нерівномірність розподілу температури, неефективне регулювання та тепловтрати опалювальних панелей, убудованих в будівельні конструкції

### **3.1.9 тепловтрати системи опалення загальні**

Сумарні тепловтрати системи опалення, включаючи тепловтрати, які утилізують

### **3.1.6 equivalent internal temperature**

constant minimum internal temperature, assumed for the calculation of the energy for heating, or maximum internal temperature, assumed for the calculation of the energy for cooling, leading approximately to the same average heat transfer as would apply with intermittent heating or cooling, and with inaccuracy of room temperature control

### **3.1.7 heated space**

room or enclosure which for the purposes of the calculation is assumed to be heated to a given set-point temperature or set-point temperatures

### **3.1.8 heating system thermal losses, emission**

heat losses through the building envelope due to non-uniform temperature distribution, control inefficiencies and losses of emitters embedded in the building structure

### **3.1.9 heating system thermal losses, total**

sum of the thermal losses from the heating system, including recoverable heat loss

**3.1.10 первинна енергія**

Енергія, що не підлягає жодному процесу перетворення або трансформації.

**Примітка 1.** Первинна енергія включає невідновлювану та відновлювану енергію. Якщо враховують обидва типи енергії, то її називають загальною первинною енергією.

**Примітка 2.** Для будівлі - це енергія, яку до неї постачають. Її обчислюють з поставленої та експортованої кількості енергоносіїв з використанням коефіцієнтів перерахунку

**3.1.11 регулярні тепловтрати, які утилізують**

Частина регулярних тепловтрат, що можуть бути утилізовані для їх зниження або енерго-потреби для опалення, охолодження або енергоспоживання системи опалення чи охолодження

**3.1.12 регулярні утилізовані тепловтрати**

Частина регулярних тепловтрат, які утилізують для їх зниження або енергопотреби для опалення чи охолодження, або енергоспоживання системи опалення чи охолодження.

**3.1.10 primary energy**

energy that has not been subjected to any conversion or transformation process

**Note 1:** Primary energy includes non-renewable energy and renewable energy. If both are taken into account, it can be called total primary energy.

**Note 2:** For a building, it is the energy used to produce the energy delivered to the building. It is calculated from the delivered and exported amounts of energy carriers, using conversion factors.

**3.1.11 recoverable system thermal loss**

part of the system thermal loss which can be recovered to lower either the energy need for heating or cooling or the energy use of the heating or cooling system

**3.1.12 recovered system thermal loss**

part of the recoverable system thermal loss which has been recovered to lower either the energy need for heating or cooling or the energy use of the heating or cooling system

### 3.2 Умовні позначки та одиниці

#### виміру

У цьому стандарті застосовано наступні умовні позначки параметрів та одиниць виміру параметрів, підрядкові позначки та індекси.

#### *Умовні позначки та одиниці виміру*

<i>A</i>	площа, м <sup>2</sup>
<i>b</i>	фактор зменшення температури
<i>E</i>	енергія в цілому, включаючи первинну енергію, енергію в енергоносіях (окрім теплової, механічної та додаткової (електричної) енергії), Дж
<i>f</i>	коефіцієнт
<i>y</i>	відношення теплоприпливів до тепловтрат
<i>k</i>	частина додаткової енергії, яку відновлюють
<i>L</i>	постійна частина тепловтрат, %
<i>Q</i>	кількість теплоти, Дж
<i>R</i>	опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт
<i>t</i>	час, період часу, с
<i>T</i>	термодинамічна температура, К
<i>U</i>	коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
<i>W</i>	допоміжна (електрична) енергія, механічна робота, Дж
$\Phi$	тепловий потік, тепла енергія, Вт
$\eta$	коефіцієнт ефективності

### 3.2 Symbols and units

For the purposes of this document, the following symbols and units and indices apply.

#### *Symbols and units*

<i>A</i>	Area, m <sup>2</sup>
<i>b</i>	Temperature reduction factor
<i>E</i>	Energy in general, including primary energy, energy carriers (except quantity of heat, mechanical work and auxiliary (electrical) energy), J
<i>f</i>	Factor
<i>y</i>	Gain/loss ratio
<i>k</i>	Part of recoverable auxiliary energy
<i>L</i>	Steady state part of heat loss, %
<i>Q</i>	Quantity of heat, J
<i>R</i>	Thermal resistance, m <sup>2</sup> ·K/W
<i>t</i>	Time, period of time, s
<i>T</i>	Thermodynamic temperature, K
<i>U</i>	Thermal transmittance, W/m <sup>2</sup> ·K
<i>W</i>	Auxiliary (electrical) energy, mechanical work, J
$\Phi$	Heat flow rate, thermal power, W
$\eta$	Efficiency factor



$\eta$	коефіцієнт використання (утилізації)	$\eta$	Utilisation factor
$\theta$	температура за шкалою Цельсія, °C	$\theta$	Celsius temperature, °C
	<i>Підрядкові позначки та індекси</i>		<i>Indices</i>
<i>an</i>	річний	<i>an</i>	annual
<i>aux</i>	додаткова	<i>aux</i>	auxiliary
<i>avg</i>	середня	<i>avg</i>	average
<i>ctr</i>	керування/регулювання	<i>ctr</i>	control
<i>del</i>	поставлена	<i>del</i>	delivered
<i>e</i>	зовнішня	<i>e</i>	external
<i>el</i>	електроенергія	<i>el</i>	electricity
<i>em</i>	тепловіддача	<i>em</i>	emission
<i>emb</i>	убудований	<i>emb</i>	embedded
<i>fan</i>	вентилятор	<i>fan</i>	fan
<i>G</i>	грунт	<i>G</i>	ground
<i>gn</i>	теплоприпливи	<i>gn</i>	gains
<i>H</i>	опалення (енергія)	<i>H</i>	heating (energy)
<i>hydr</i>	гідравлічна	<i>hydr</i>	hydraulic
<i>im</i>	періодичне	<i>im</i>	intermittent
<i>in</i>	підведена (до системи)	<i>in</i>	input (to system)
<i>inc</i>	надлишковий	<i>inc</i>	increased
<i>int</i>	внутрішня	<i>int</i>	internal
<i>ls</i>	втрати	<i>ls</i>	loss
<i>mn</i>	середній (час або об'єм)	<i>mn</i>	mean (time or space)
<i>nrbl</i>	не утилізується	<i>nrbl</i>	not recoverable
<i>nrvd</i>	неутилізована	<i>nrvd</i>	not recovered
<i>out</i>	вихід (з системи)	<i>out</i>	output (from system)
<i>P</i>	первинна	<i>P</i>	primary
<i>ptp</i>	насос	<i>ptp</i>	pump
<i>rad</i>	радіаційна	<i>rad</i>	radiant
<i>rbl</i>	яку утилізують	<i>rbl</i>	recoverable

*rvd* утилізована

*str* стратифікація

*ut* використана

*A* додаткова

*rvd* recovered

*str* stratification

*ut* utilised

*A* additional

#### **4 ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК З ІНШИМИ СТАНДАРТАМИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ДИРЕКТИВИ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВ- НОСТІ БУДІВЕЛЬ**

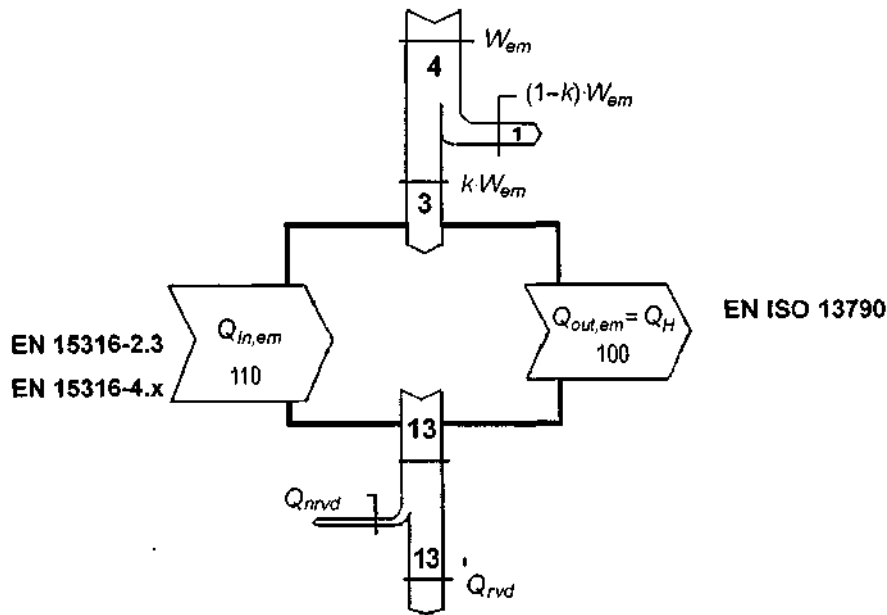
Цей стандарт відповідає загальній концепції, яка визначена в EN 15316-1.

Стосовно вхідних даних та детального порядку розрахунку, що не надані в цьому стандарті, необхідно звернутися до інших європейських стандартів або національних документів. Взаємозв'язок з іншими стандартами наведено на рисунку 1. Метод розрахунку корисної теплової енергії будівлі надано в стандарті EN ISO 13790. Результати розрахунків відповідно до цього стандарту використовують як вхідні дані в стандарті EN 15316-2-3 для розрахунку функціональної складової системи опалення, яка забезпечує теплорозподілення, та у стандартах серії EN 15316, частина 4 для розрахунку функціональних складових, які забезпечують теплогенерацію. Більш детальну інформацію щодо управління системами можна знайти у стандарті EN 15232.

#### **4 RELATION TO OTHER EPBD-STANDARDS**

The present standard follows the general concept outlined in EN 15316-1.

The user needs to refer to other European Standards or to national documents for input data and detailed calculation procedures not provided by this European Standard. The interaction with other standards is shown in Figure 1. The method for calculation of the building net heating energy is provided by EN ISO 13790. The results of calculations according to this European Standard are used as input data in EN 15316-2-3 for calculations of the space heating distribution sub-system and in EN 15316-4-x for calculations of heat generators. More detailed information on control systems can be found in EN 15232.



**Рисунок 1** – Схема функціональної складової системи, яка забезпечує тепловіддачу (позначки на рисунку відповідно до 3.2)

**Figure 1** – Sample sub-system for heat emission (for the symbols used, refer to 3.2)

## 5 ЗАСАДИ МЕТОДУ

## 5 PRINCIPLE OF THE METHOD

### 5.1 Розрахунок енергії

### 5.1 Energy calculation

Регулярні тепловтрати тепловіддавальної складової системи та регулювання внутрішньої температури будівлі залежать від наступних факторів:

System energy losses of the heat emission system and control of the indoor temperature in a building depend on:

- енергопотребы будівлі для опалення (теплові характеристики будівлі, мікроклімат приміщень та зовнішній клімат);

- building energy need for space heating (building thermal properties and the indoor and outdoor climate);

- неоднорідність розподілення внутрішньої температури в кожній кондиціонованій зоні (стратифікація, розташування опалювальних приладів уздовж зовнішньої стіни/вікна, розбіжність температури повітря та середньої радіаційної температури);

- non-uniform internal temperature distribution in each conditioned zone (stratification, heat emitters along outside wall/window, differences between air temperature and mean radiant temperature);

- нагрівальні панелі вбудовані в зовнішні будівельні конструкції або у ті, що межують з неопалюваними об'ємами будівлі;

- регулювання результуючої температури (наприклад, місцеве, центральне, із зворотним зв'язком, за тепловою масивністю);

- споживання додаткової енергії.

Для визначення регулярних тепловтрат слід враховувати:

- енергетичний взаємозв'язок між типом опалювального приладу (наприклад, радіатор, конвектор, підлога/стінова/стельова опалювальна панель) та приміщенням;

- тип методу теплового регулювання приміщення/зони та обладнання (застосування терморегуляторів, П-, ПІ-, ПІД-регулювання тощо), а також їх здатність зменшувати коливання та відхилення температури;

- розташування та характеристики опалювальних приладів.

На основі цих даних необхідно розрахувати наступні вихідні дані функціональної складової системи, що забезпечує тепловіддачу, включаючи регулювання:

- heat emitters embedded in the building structure towards the outside or unheated spaces;

- control of the operative temperature (e.g. local, central, set-back, thermal mass);

- auxiliary energy consumption.

Calculation of the system thermal losses shall take into account:

- energy interaction between type of heat emitters (radiator, convector, floor/wall/ceiling heating systems) and space;

- type of room/zone thermal control strategy and equipment (thermostatic valve, P, PI, PID control etc.) and their capability to reduce the temperature variations and drift;

- position and characteristics of heat emitters.

Based on these data, the following output data of the heat emission subsystem, including control, shall be calculated:

- регулярні тепловтрати;
- споживання додаткової енергії;
- регулярні тепловтрати, які утилізують.

Розрахунки можуть бути засновані на табличних даних або більш детальних розрахункових методах.

Потребу в корисній енергії для опалення без урахування регулярних енерговтрат слід розраховувати за стандартними умовами згідно з EN ISO 13790 або подібним національним методом.

Регулярні енерговтрати розраховують окремо для теплової та електричної енергії.

## 5.2 Теплова енергія, яка необхідна для тепловіддачі

Теплову енергію, яка необхідна для тепловіддачі  $Q_{em,in}$ , розраховують за наступною формулою:

$$Q_{em,in} = Q_{em,out} - k \cdot W_{em,aux} - Q_{em,ls} \quad (1)$$

де:

$Q_{em,out}$  – теплота на виході з тепловіддавальної складової системи, Дж. Вона дорівнює корисній тепловій енергії будівлі  $Q_H$  (EN ISO 13790);

$k$  – частина додаткової енергії, яку відновлюють;

$Q_{em,ls}$  – регулярні тепловтрати, Дж;

$W_{em,aux}$  – додаткова енергія, Дж.

- system thermal losses;
- auxiliary energy consumption;
- recoverable system thermal losses.

The calculation may be based on tabulated values or more detailed calculation methods.

The net energy demand for space heating, without taking into account the system energy losses, shall be calculated under standardised conditions according to EN ISO 13790 or similar national method.

The system energy losses are calculated separately for thermal energy and electrical energy.

## 5.2 Thermal energy required for heat emission

The thermal energy required for heat emission,  $Q_{em,in}$  is given by:

where:

$Q_{em,out}$  is the thermal output of the heat emission system in Joule [J]. This is equal to the net heating energy of the building  $Q_H$  (EN ISO 13790);

$k$  is the recovered part of auxiliary energy [-];

$Q_{em,ls}$  are the system thermal losses in Joule [J];

$W_{em,aux}$  is the auxiliary energy in Joule [J].

### 5.3 Додаткова енергія $W_{em,aux}$

Додаткову енергію у вигляді електричної енергії використовують для вентиляторів, які сприяють тепловіддачі (фанкойл), запірно-регулювальної арматури та управління. Частина додаткової енергії  $Q_{em,aux,rvd}$  може бути утилізована безпосередньо в тепловіддавальній складовій системі:

$$Q_{em,aux,rvd} = k \cdot W_{em,aux} \quad (2)$$

### 5.4 Регулярні тепловтрати

$Q_{em,ls,rbl}$ , які утилізують, та регулярні тепловтрати  $Q_{em,ls,nrbl}$ , які не утилізують

Не всі розраховані регулярні тепловтрати  $Q_{em,ls}$  є обов'язково втраченими. Деякі втрати є такими, які утилізують для опалення.

Однак лише частина регулярних тепловтрат, які утилізують, є фактично утилізованими. Це залежить від відношення теплонадходжень до тепловтрат, оскільки якщо теплонадходження до опалюваного простору значно перевищують його тепловтрати, лише деяка частина теплонадходжень може бути утилізованою (див. EN ISO 13790).

### 5.3 Auxiliary energy $W_{em,aux}$

Auxiliary energy, normally in the form of electrical energy, is used for fans which facilitate the heat emission (fan coil), valves and control. Parts of the auxiliary energy may be recovered directly in the heat emission system as heat  $Q_{em,aux,rvd}$

**5.4 Recoverable system thermal losses  $Q_{em,ls,rbl}$  and non-recoverable system thermal losses  $Q_{em,ls,nrbl}$**

Not all of the calculated system thermal losses,  $Q_{em,ls}$ , are necessarily lost. Some of the losses are recoverable for space heating.

However, only parts of the recoverable system thermal losses are actually recovered. This depends on the utilisation factor (gain/loss ratio), because if the gains of a heated space are very high in comparison with the losses of the space, only few gains can be recovered (see EN ISO 13790).

Для тепловіддавальної складової системи лише частина додаткової енергії може бути відновлюваною для опалення (її враховують у  $Q_{em,ls,rbl}$ ). Тепловтрати до неопалюваного об'єму або назовні (убудовані опалювальні панелі, зарядіаторна ділянка) розглядають як втрати.

### 5.5 Потреба в тепловій енергії для опалення, енергопотреба будівлі $Q_H$

Теплоспоживання будівлі або її частини  $Q_H$  слід розраховувати за стандартом EN ISO 13790 або національним стандартом як:

$$Q_H = Q_{is} - \eta \cdot Q_{gn}, \quad (3)$$

де:

$Q_{is}$  – тепловтрати, Дж;

$Q_{gn}$  – теплонадходження, Дж;

$\eta$  – коефіцієнт використання (утилізації).

У цьому розрахунку враховані тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі та утилізована частина загальних теплонадходжень (теплонадходження від людей, приладів освітлення, побутової техніки, сонячної радіації). Однак не враховані регулярні тепловтрати системи через неоднорідність розподілення температури, неефективності (похибки) регулювання, втрат, які утилізують, та додаткова енергія.

For the heat emission system, only parts of the auxiliary energy may be recoverable for space heating (and are taken into account by  $Q_{em,ls,rbl}$ ). Heat losses to an unheated space or to the outside (embedded, back of radiator) are regarded as losses.

### 5.5 Heat demand for space heating, building heat requirement $Q_H$

The heat use of the building or a part of the building,  $Q_H$ , shall be calculated according to EN ISO 13790 or similar national method as:

where:

$Q_{is}$  are the heat losses in Joule [J];

$Q_{gn}$  are the heat gains in Joule [J];

$\eta$  is the utilization factor [-].

This calculation takes into account the heat losses of the building envelope and the recovered part of the total heat gains (metabolic gains from occupants, power consumption of lighting devices, household appliances and solar gains). However, it does not take into account the system thermal losses due to non-uniform temperature distribution, control inefficiencies, recoverable losses and auxiliary energy.

У залежності від вхідних даних, обраних для заданої температури, EN ISO 13790 надає метод для безпосереднього розрахунку сумарної потреби в тепловій енергії та тепловтрат тепловіддавальної складової системи, не розрізняючи їх. Шлях визначення надмірної внутрішньої температури, що враховує регулярні тепловтрати, надано в цьому стандарті.

Ефект від змінного режиму опалення з ідеальним програмованим обладнанням може бути розрахованим згідно з EN ISO 13790 і його враховують у потребі теплової енергії  $Q_H$

Ефект неідеального регулювання температури в опалюваному об'ємі враховано в цьому стандарті.

### 5.6 Регулярні тепловтрати $Q_{em,ls}$

Регулярні тепловтрати тепловіддавальної складової системи розраховують, як:

$$Q_{em,ls} = Q_{em,str} + Q_{em,emb} + Q_{em,ctr} \quad (4)$$

де:

$Q_{em,str}$  – тепловтрати, обумовлені нерівномірністю розподілення температури, Дж;

$Q_{em,emb}$  – тепловтрати, обумовлені розташуванням опалювального приладу (наприклад, убудований в огорожувальну конструкцію), Дж;

$Q_{em,ctr}$  – тепловтрати, обумовлені регулюванням внутрішньої температури, Дж.

Методи розрахунку цих тепловтрат представлені в розділі 7.

Depending on the input data chosen for the set-point temperature, EN ISO 13790 provides a method to calculate directly the sum of the heat demand and the heat losses of the heat emission system, without differentiating one from the other. The way to determine an increased internal temperature, for taking into account the system thermal losses, is defined in the present standard.

The effects of intermittent space heating with an ideal programming device, can be calculated according to EN ISO 13790 and are taken into account in determination of the heat demand,  $Q_H$

The effect of a non-ideal space temperature control is taken into account in the present standard.

### 5.6 System thermal losses $Q_{em,ls}$

The system thermal losses of the heat emission system are calculated as:

where:

$Q_{em,str}$  is the heat loss due to non-inform temperature distribution in Joule [J];

$Q_{em,emb}$  is the heat loss due to heat emitter position (e.g. embedded) in Joule [J];

$Q_{em,ctr}$  is the heat loss due to control of indoor temperature in Joule [J].

Methods for calculation of these heat losses are given in Clause 7.



## 5.7 Розрахункові періоди

Метою розрахунку є визначення річної потреби в енергії тепловіддавальної складової системи опалення. Це можна зробити за одним із наступних способів:

- використовуючи річні показники за період експлуатації системи та виконуючи розрахунки із застосуванням середньорічних показників;
- розділяючи рік на певну кількість періодів розрахунку (наприклад, місяців, тижнів), виконуючи розрахунки для кожного періоду за відповідними для нього показниками та склавши результати для всіх періодів упродовж року.

Якщо існує сезонне опалення будівлі, то рік може бути поділено щонайменше на два періоди розрахунку, тобто на опалювальний та неопалювальний періоди.

## 5.8 Розділення або розгалуження системи опалення

Система опалення, за необхідності, може бути розділена на зони з різними тепловіддавальними складовими, і розрахунок тепловтрат може бути виконаним окремо для кожної зони. Слід дотримуватись положень, які надані у стандарті EN 15316-1 щодо

## 5.7 Calculation periods

The objective of the calculation is to determine the annual energy demand of the space heating emission system. This may be done in one of the following two different ways:

- by using annual data for the system operation period and performing the calculations using annual average values;
- by dividing the year into a number of calculation periods (e.g. months, weeks), performing the calculations for each period using period-dependent values and sum up the results for all the periods over the year.

If there is seasonal heating in the building, the year should at least be divided into two calculation periods, i.e. the time of the heating season and the time of the rest of the year.

## 5.8 Splitting or branching of the space heating system

A heating system may, as required, be split up in zones with different heat emission systems, and the heat loss calculations can be applied individually for each zone. The considerations given in EN 15316-1 regarding splitting up or branching of the heating system shall be

розділення або розгалуження системи опалення. Якщо принцип додавання тепловтрат є дотриманим, завжди можливо комбінувати зони з різними тепловіддавальними складовими.

## **6 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВІДДАВАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ СИСТЕМИ**

### **6.1 Загальні положення**

Детальні методи розрахунку регулярних енерговтрат тепловіддавної складової системи надані далі. Ця концепція передбачає два різних методи, які визначені в розділі 7 і супроводжуються типовими значеннями, що наведені у додатках:

- метод з використанням ефективності (див. 7.2 та додаток А);
- метод з використанням еквівалентної внутрішньої температури (див. 7.3 та додаток В).

Метод розрахунку додаткової енергії надано у додатку С та може застосовуватись до обох вищевказаних методів.

followed. If the principle of adding up the heat losses is respected, it is always possible to combine zones with different heat emission systems.

## **6 ENERGY CALCULATION FOR A HEAT EMISSION SYSTEM**

### **6.1 General**

Detailed methods for calculation of system energy losses of the heat emission system are given in the following. This concept is subsequently exemplified by two different approaches in Clause 7, with accompanying default values being provided in informative annexes:

- method using efficiencies, see 7.2 and Annex A;
- method using equivalent internal temperature, see 7.3 and Annex B.

A method for calculation of the auxiliary energy is provided in Annex C and can be applied with both above methods.

## 6.2 Тепловтрати, обумовлені нерівномірністю розподілення температури

Додаткові втрати енергії можуть бути спричинені (рисунок 2):

- температурною стратифікацією, що є результатом дії надмірної внутрішньої температури під стелею та найвищими частинами приміщення;
- підвищеними внутрішньою температурою та коефіцієнтом теплопередачі біля вікон;
- конвекцією та радіацією від тепловіддавальної складової системи через інші зовнішні поверхні.

## 6.2 Heat loss due to non-uniform temperature distribution

The additional energy loss can be caused by (see Figure 2):

- temperature stratification, resulting in an increased internal temperature under the ceiling and upper parts of the room;
- increased internal temperature and heat transfer coefficient near windows;
- convection and radiation from the heat emission system through other outside surfaces.

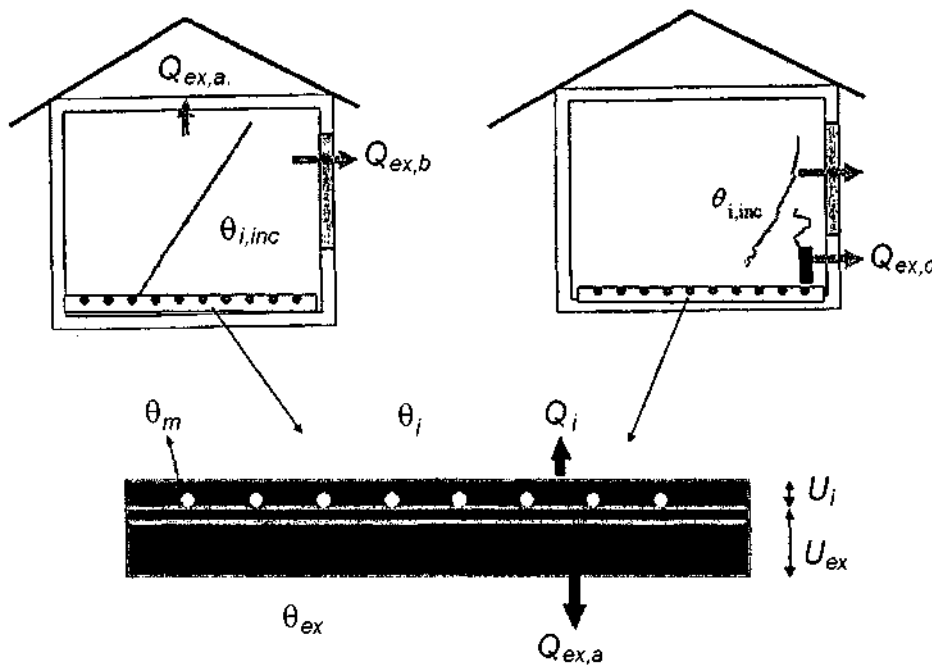


Рисунок 2 – Результат неоднорідності розподілення температури та розташування опалювального приладу

Figure 2 – Effects due to non-uniform temperature distribution and position of heat emitter

Тепловтрати, які обумовлені нерівномірністю розподілення температури, розраховують за допомогою загального рівняння теплопередачі, враховуючи надмірну внутрішню температуру  $\theta_{int,inc}$  та надмірний коефіцієнт теплопередачі  $U_{inc}$ , що включає проектний коефіцієнт теплопередачі, підданий впливу площі поверхні:

$$Q_{em,str} = \sum A \cdot U_{inc} \cdot (\theta_{int,inc} + \theta_e) \cdot t, \quad (5)$$

де:

$A$  – площа стелі чи зовнішньої стіни за опалювальним приладом (опалювальною панеллю) або площа вікна, м<sup>2</sup>;

$U_{inc}$  – визначають виходячи з теплоізоляції поверхні та коефіцієнта теплопередачі поверхні, Вт/(м<sup>2</sup>·К). На нього впливає, наприклад, конвективний потік повітря з опалювального приладу, відбивальний матеріал за опалювальним приладом;

$\theta_{int,inc}$  – місцева надмірна внутрішня температура, °С, що є результатом дії тепловіддавальної складової системи та температури поверхні або температури припливного повітря;

$\theta_e$  – зовнішня проектна температура, °С;

$t$  – час, год.

Розрахунок корисного енергоспоживання відповідно до EN ISO 13790 базується на припущенні, що температура повітря та середня радіаційна температура однакові та рівномірно розподілені. Для систем зі значною частиною променевого опалення та об'ємів з великими холодними поверхнями середня радіаційна температура

The heat loss due to a non-uniform temperature distribution is calculated using the general equation for transmission heat loss, taking into account the increased internal temperature,  $\theta_{int,inc}$ , and the increased heat transfer coefficient, which is included in the U-value,  $U_{inc}$ , of the surface area exposed:

where:

$A$  is the area of the ceiling, outside wall behind heat emitter or window in square meters [m<sup>2</sup>];

$U_{inc}$  is calculated from the insulation of the surface and surface thermal transmittance coefficient in Watts per square metre per Kelvin [W/m<sup>2</sup>·K]. This is influenced by e.g. the convective air flow from the heat emitter, reflective material behind the heat emitter;

$\theta_{int,inc}$  is the locally increased internal temperature in degrees Celsius [°C] which is a function of the heat emission system and the surface temperature of the supply air temperature;

$\theta_e$  is the external temperature in degrees Celsius [°C];

$t$  is the time in hours [h].

Calculation of the net energy use according to EN ISO 13790 is based on the assumption that air temperature and mean radiant temperature are equal and uniformly distributed. For systems with a significant part of radiant heating and spaces with large cold surfaces, the mean radiant temperature may differ significantly from the air temperature. This will

тура може значно відрізнятися від температури повітря. Для конвективних систем це призводить до завищених, а для променевих систем - занижених тепловтрат з вентиляційним повітрям.

Розрахунки у цьому стандарті спрощені завдяки використанню табличних даних (див. додатки А, В та С).

### **6.3 Тепловтрати, обумовлені убудованими в огорожувальні конструкції опалювальними приладами**

Додаткові енерговтрати викликані додатковою теплопередачею назовні та пов'язані з системами підлогового, стельового, стінового та подібного опалення. Однак їх вважають втратами лише тоді, коли одна сторона будівельної конструкції з опалювальною панеллю контактує із зовнішнім повітрям, ґрунтом, неопалюваним об'ємом або об'ємом, що належить іншій будівлі (рисунок 2).

Якщо в системі опалення використовують вбудовані опалювальні панелі з різними характеристиками (наприклад, утепленням), необхідно враховувати це окремими розрахунками.

Якщо надмірна температура в частині будівлі була врахована в роз-

for convective systems result in an increased ventilation heat loss and for radiant heating systems result in a decreased ventilation heat loss.

The calculations in this European Standard are simplified by using tabulated values, see informative Annexes A, B and C.

### **6.3 Heat loss due to embedded surface heating devices**

The additional energy loss is caused by additional transmission to the outside and applies to floor heating, ceiling heating and wall heating systems and similar. However, this is only considered as a loss, when one side of the building part containing the embedded heating device is facing the outside, the ground, an unheated space or a space belonging to another building unit (Figure 2).

If embedded heat emitters with different characteristics (e.g. insulation) are used in the heating installation, it is necessary to take this into account by separate calculations.

If the increased temperature in the building element has been taken into ac-

рахунках згідно з EN ISO 13790, це не слід робити повторно. Для підлог на ґрунті у великих будівлях важливим є використання еквівалентного значення  $U_e$  згідно з EN ISO 13370 або EN 12831.

#### **6.4 Тепловтрати, обумовлені регулюванням внутрішньої температури**

Додаткові енерговтрати, що визначені відповідно до наступного методу, охоплюють лише регулювання тепловіддавальної складової системи. Вони не враховують впливи, які може створювати регулювання (центральне або місцеве) ефективністю теплогенерувальної та теплорозподільної складових системи.

Неідеальний процес регулювання може спричинити коливання температури та похибку відносно заданої температури через фізичні характеристики регулювального обладнання, розміщення сенсорів та характеристик самої системи опалення. Це може призвести до завищення або заниження тепловтрат через огорожувальні конструкції будівлі порівняно з тепловтратами, розрахованими за прийнятною постійною внутрішньою темпера-

count in the calculations according to EN ISO 13790, this shall not be done again. For a slab on ground, it is for large buildings important to use the equivalent  $U_e$  value according to EN ISO 13370 or EN 12831.

#### **6.4 Heat loss due to control of the indoor temperature**

The additional energy loss determined according to the following method covers only control of the heat emission system. It does not take into account the influences, which the control (central or local) may have on efficiency of the heat generation system and on heat losses from the heat distribution system.

A non-ideal control may cause temperature variations and drifts around the prefixed set-point temperature, due to the physical characteristics of the control system, sensor locations and characteristics of the heating system itself. This may result in increased or decreased heat losses through the building envelope compared to heat losses calculated with the assumption of constant internal temperature. The ability to utilise internal gains (e.g. from people, equipment, solar

турою. Здатність утилізувати внутрішні теплонадходження (наприклад, від людей, обладнання, сонячної радіації) залежить від типу тепловіддавальної складової системи та методу регулювання (рисунк 3). Розрахунок енергоспоживання згідно з EN ISO 13790 базується на постійній внутрішній температурі, у той час як реальна температура приміщення (як показано на рисунку 3) буде відрізнятися відповідно до методу регулювання та зміни внутрішнього навантаження.

radiation) depends on the type of heat emission system and control method (Figure 3). Calculation of the energy use according to EN ISO 13790 are based on a constant internal temperature, while the real room temperature (as indicated in Figure 3) will vary according to control concept and variations in internal loads.

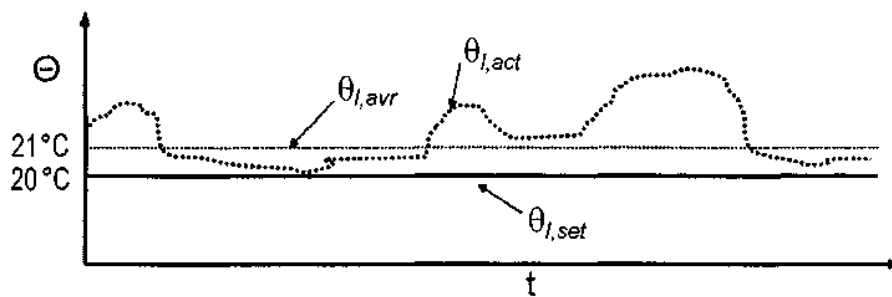


Рисунок 3 – Вплив точності регулювання на ефективність або еквівалентне підвищення температури в опалюваному об'ємі

Figure 3 – Effect of control accuracy on efficiency or equivalent increase in space temperature

### 6.5 Додаткова енергія $W_{em,aux}$

Для кожного електричного пристрою тепловіддавальної складової системи слід визначити наступні дані:

- електрична потужність
- тривалість роботи;
- частину електричної енергії, перетворену в теплоту та віддану в опалюваний об'єм.

Додаткову енергію розраховують за наступною формулою:

### 6.5 Auxiliary energy, $W_{em,aux}$

For each electrical device of the heat emission system, the following data has to be determined:

- electrical power;
- duration of operation;
- part of the electrical energy converted to heat and emitted into the heated space.

The auxiliary energy is calculated by:

$$W_{em,aux} = W_{ctr} + W_{others} \quad (6)$$

де:

$W_{em,aux}$  – додаткова енергія (за період), кВт·год;

$W_{ctr}$  – додаткова енергія для регулювального обладнання (за період), кВт·год;

$W_{others}$  – додаткова енергія для вентиляторів та додаткових насосів (за період), кВт·год.

Розрахунок може бути визначеним у національному додатку.

Типові приклади розрахунку наведені у додатку С.

where:

$W_{em,aux}$  is the auxiliary energy (in the period), in kWh;

$W_{ctr}$  is the auxiliary energy of the control system (in the period), in kWh;

$W_{others}$  is the auxiliary energy of fans and additional pumps (in the period), in kWh.

Calculations have to be fixed in a national annex.

Default calculations are given in informative Annex C.

## 7 РЕКОМЕНДОВАНІ РОЗРАХУНКОВІ МЕТОДИ

### 7.1 Загальні положення

Два різних методи, що наведені далі, визначають регулярні тепловтрати тепловіддавальної складової системи. Рекомендується застосовувати один з цих двох методів.

Ці два методи не можуть дати точно однакові результати, але вони дають деяку відносну тенденцію. Два методи не допускається поєднувати.

Інші національні методи, що використовують, повинні підходити до цієї загальної концепції розгляду трьох типів додаткових тепловтрат, тобто через стратифікацію, убудовані опалювальні панелі та регулювання відповідно.

## 7 RECOMMENDED CALCULATION METHODS

### 7.1 General

Two different approaches are outlined in the following for determination of the system thermal losses of the heat emission system. It is recommended to apply either one of these two approaches.

These two approaches may not provide exactly the same results, but they provide the same relative trend. The two approaches shall not be mixed.

Other national methods used should fit into this general framework of considering three types of additional heat losses, i.e. due to stratification, embedded heat emitters and control, respectively.



## 7.2 Метод з використанням

### ефективності

Розрахунок  $Q_{em,ts}$  виконують на основі щомісячних показників, які залежать від визначеного періоду (або на основі інших інтервалів періоду часу) наступним чином:

$$Q_{em,ts} = \left( \frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_H, \quad (7)$$

де:

$Q_{em,ts}$  – регулярні тепловтрати тепловіддавальної складової системи (за фактичний період часу), кВт·год;

$Q_H$  – корисна теплова енергія (за фактичний період часу) згідно з EN ISO 13790, кВт·год;

$f_{hydr}$  – коефіцієнт, що враховує гідравлічне балансування системи;

$f_{im}$  – коефіцієнт, що враховує змінний тепловий режим приміщення (під змінним режимом розуміють годинно-залежну опцію для зниження температури у кожному індивідуальному приміщенні);

$f_{rad}$  – коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для променевих систем опалення);

$\eta_{em}$  – коефіцієнт, що враховує загальний рівень ефективності тепловіддавальної складової системи у приміщенні.

Коефіцієнт загального рівня ефективності  $\eta_{em}$  розраховують так:

$$\eta_{em} = 1 / (4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})), \quad (8)$$

де:

$\eta_{str}$  – коефіцієнт, що є складовою загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення;

$\eta_{ctr}$  – коефіцієнт, що є складовою загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення;

$\eta_{emb}$  – коефіцієнт, що є складовою загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорож (для вбудованих в них систем).

У деяких випадках це розділення на складові за формулою (8) не застосовується. Річну витрату теплової енергії у приміщенні розраховують так:

## 7.2 Method using efficiencies

Calculations of  $Q_{em,ts}$  is performed on a monthly basis using period-dependent values (or based on other time period interval) as follows:

where:

$Q_{em,ts}$  are the system thermal losses of the heat emission system (of actual time period), in kWh;

$Q_H$  is the net heating energy (of actual time period), (EN ISO 13790) in kWh;

$f_{hydr}$  is the factor for the hydraulic equilibrium;

$f_{im}$  is the factor for intermittent operation (as intermittent operation is to be understood the time-dependent option for temperature reduction for each individual room space);

$f_{rad}$  is the factor for the radiation effect (only relevant for radiant heating systems);

$\eta_{em}$  is the total efficiency level for the heat emission system in the room space.

The total efficiency level  $\eta_{em}$  is fundamentally determined by:

where:

$\eta_{str}$  is part efficiency level for a vertical air temperature profile;

$\eta_{ctr}$  is part efficiency level for room temperature control;

$\eta_{emb}$  is part efficiency level for specific losses of the external components (embedded systems).

For individual applications cases this breakdown may not be required. The annual expenditure for the heat emission in the room space is calculated by:

$$Q_{em, is, an} = \sum Q_{em, is} , \quad (9)$$

де:

$Q_{em, is, an}$  – річні регулярні тепловтрати тепло-  
віддавальної складової системи, кВт·год;

$Q_{em, is}$  – регулярні тепловтрати тепло-  
віддавальної складової системи (за фактичний  
період часу) згідно з формулою (9), кВт·год.

where:

$Q_{em, is, an}$  are the annual system thermal losses  
of the heat emission, in kWh;

$Q_{em, is}$  are the system thermal losses of the heat  
emission system (of actual time period) in accor-  
dance with Equation (9), in kWh.

### 7.3 Метод з використанням екві- валентної внутрішньої температури

Розрахунок  $Q_{em, is}$  базується на  
визначенні еквівалентної надмірної  
внутрішньої температури для відо-  
браження регулярних тепловтрат теп-  
ловіддавальної складової системи.

Внутрішня температура підвищу-  
ється через:

- просторове відхилення, викли-  
кане розшаруванням температури, що  
залежить від типу опалювального  
приладу(ів);

- відхилення, що залежить від  
властивостей регулювального облад-  
нання при забезпеченні рівномірності  
та постійності температури.

Еквівалентну внутрішню темпе-  
ратуру  $\theta_{int, inc}$  розраховують за форму-  
лою:

### 7.3 Method using equivalent in internal temperature

Calculation of  $Q_{em, is}$  is based on de-  
termination of an equivalent increase of  
internal temperature to reflect the system  
thermal losses of the heat emission sys-  
tem.

The internal temperature is in-  
creased by:

- spatial variation due to the strati-  
fication, depending of the heat emitter(s);

- variation depending on the capaci-  
ty of the control device(s) to assure an  
uniform and constant temperature.

The equivalent internal temperature  
 $\theta_{int, inc}$  is calculated by:

$$\theta_{int, inc} = \theta_{int, ini} + \Delta\theta_{str} + \Delta\theta_{ctr}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (10)$$

де:

$\theta_{int, ini}$  – початкова внутрішня температура,  $^\circ\text{C}$ ;

$\Delta\theta_{str}$  – просторове відхилення, викликане розшаруванням температури,  $^\circ\text{C}$ ;

$\Delta\theta_{ctr}$  – відхилення температури, викликане регулюванням,  $^\circ\text{C}$ .

Регулярні тепловтрати тепловіддавальної складової системи можуть бути розраховані за еквівалентною внутрішньою температурою одним із двох наступних способів:

- множенням розрахованої потреби в тепловій енергії для будівлі  $Q_H$  на коефіцієнт, котрий є відношенням еквівалентної надмірності внутрішньої температури ( $\Delta\theta_{int, inc} = \theta_{int, inc} - \theta_{int, ini}$ ) до відношення між внутрішньою температурою та середньою за опалювальний період зовнішньою температурою:

$$Q_{em, is} = Q_H \cdot \Delta\theta_{int, inc} / (\theta_{int, ini} - \theta_{e, avg}), \text{ Дж}, \quad (11)$$

- перерахунком потреби в тепловій енергії для будівлі згідно з EN ISO 13790, використовуючи еквівалентну внутрішню температуру  $\theta_{int, inc}$  як задану температуру кондиціонованої зони (цей другий метод дає більшу точність):

$$Q_{em, is} = Q_{H, inc} - Q_H, \text{ Дж}. \quad (12)$$

where:

$\theta_{int, ini}$  is the initial internal temperature [ $^\circ\text{C}$ ];

$\Delta\theta_{str}$  is the spatial variation of temperature due to stratification [ $^\circ\text{C}$ ];

$\Delta\theta_{ctr}$  is the variation of temperature due to the control [ $^\circ\text{C}$ ].

The system thermal losses of the heat emission system may subsequently be calculated from the equivalent internal temperature in any one of the following two different ways:

- by multiplying the calculated building heat demand,  $Q_H$ , with a factor based on the ratio between the equivalent increase in internal temperature ( $\Delta\theta_{int, inc} = \theta_{int, inc} - \theta_{int, ini}$ ) and the average temperature difference for the heating season:

- by recalculation of the building heat energy requirements, according to EN ISO 13790, using the equivalent internal temperature  $\theta_{int, inc}$  as the set-point temperature of the conditioned zone (this second approach leads to a better accuracy):

## ДОДАТОК А

(довідковий)

## ТЕПЛОВТРАТИ

## ТЕПЛОВІДДАВАЛЬНОЇ

## СКЛАДОВОЇ СИСТЕМИ

(ВІДПОВІДНО ДО НІМЕЦЬКОГО

СТАНДАРТУ DIN 18599-6)

## A.1 Тепловідача

Цей додаток визначає енергетичні параметри, які необхідні для визначення втрат, пов'язаних з тепловідавальною складовою в об'ємі приміщення.

Розрахунок  $Q_{em,ls}$  здійснюють за щомісячними даними або на основі іншого періоду часу згідно з формулою:

$$Q_{em,ls} = \left( \frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_H, \quad (A.1)$$

де:

$Q_{em,ls}$  – регулярні тепловтрати тепловідавальної складової системи (за фактичний період часу), кВт·год;

$Q_H$  – корисна теплова енергія (за фактичний період часу) згідно з EN ISO 13790, кВт·год;

$f_{hydr}$  – коефіцієнт, що враховує гідравлічне балансування системи;

$f_{im}$  – коефіцієнт, що враховує застосування змінного теплового режиму приміщення (під змінним режимом розуміють часово-залежну опцію для зниження температури у кожному індивідуальному приміщенні);

$f_{rad}$  – коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для променевих систем опалення);

$\eta_{em}$  – загальний рівень ефективності для тепловідавальної складової системи у приміщенні.

Загальний рівень ефективності  $\eta_{em}$  розраховують так:

## ANNEX A

(informative)

## ENERGY LOSSES OF THE HEAT

## EMISSION SYSTEM, ADAPTED

## FROM GERMAN REGULATION

## DIN 18599-6

## A.1 Heat emission

This annex provides the energy parameters that are required for determination of the losses associated with heat emission in the room space.

Calculation of  $Q_{em,ls}$  is performed on a monthly basis or based on another time period in accordance with Equation (A.1):

where:

$Q_{em,ls}$  are the system thermal losses of the heat emission system (of actual time period), in kWh;

$Q_H$  is the net heating energy (of actual time period), (EN ISO 13790) in kWh;

$f_{hydr}$  is the factor for the hydraulic equilibrium;

$f_{im}$  is the factor for intermittent operation (as intermittent operation is to be understood the time-dependent option for temperature reduction for each individual room space);

$f_{rad}$  is the factor for the radiation effect (only relevant for radiant heating systems);

$\eta_{em}$  is the total efficiency level for the heat emission system in the room space.

The total efficiency level  $\eta_{em}$  is fundamentally determined by:

$$\eta_{em} = 1 / (4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})), \quad (A.2)$$

де:

$\eta_{str}$  – складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення;

$\eta_{ctr}$  – складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення;

$\eta_{emb}$  – складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорож (для вбудованих в них систем).

У деяких випадках це розділення на складові не застосовують. Річну витрату теплової енергії у приміщенні розраховують так:

where:

$\eta_{str}$  is part efficiency level for a vertical air temperature profile;

$\eta_{ctr}$  is part efficiency level for room temperature control;

$\eta_{emb}$  is part efficiency level for specific losses of the external components (embedded systems).

For individual applications cases this breakdown may not be required. The annual expenditure for the heat emission in the room space is calculated by:

$$Q_{em,ls,an} = \sum Q_{em,ls}, \quad (A.3)$$

де:

$Q_{em,ls,an}$  – річні регулярні тепловтрати тепловіддавальної складової системи, кВт·год;

$Q_{em,ls}$  – регулярні тепловтрати тепловіддавальної складової системи (за фактичний період часу) згідно з формулою (A.1), кВт·год.

where:

$Q_{em,ls,an}$  are the annual system thermal losses of the heat emission, in kWh;

$Q_{em,ls}$  are the system thermal losses of the heat emission system (of actual time period) in accordance with Equation (A.1), in kWh.

Загальний рівень ефективності та її складові, які представлені в наступних таблицях, отримані за таких припущень:

- стандартна висота приміщень  $h \leq 4$  м (за винятком будівель зі значним внутрішнім простором, висота яких більша за  $h > 4$  м);
- житлові та нежитлові будівлі;
- різні рівні теплового захисту;

The part and total efficiency levels provided in following tables are based on the following assumptions:

- standard room heights  $h \leq 4$  m (with the exception of large indoor space buildings with  $h > 4$ m);
- domestic and non-domestic buildings;
- different heat protection levels;

- постійний режим роботи (змінні режими роботи враховують за даними в EN ISO 13790 за допомогою коефіцієнта  $f_{im}$ );

- посилання на одне приміщення в кожному випадку.

Системні рішення, не охоплені наступними таблицями, слід брати з інших нормативних джерел або отримувати інтерполяцією чи визначати іншим належним способом.

## **A.2 Ефективність вільнообтічних нагрівальних поверхонь (радіаторів); приміщення заввишки не більше 4 м**

У таблиці А.1 надані коефіцієнти ефективності вільнообтічних нагрівальних поверхонь.

- continuous mode of operation (intermittent modes of operation are taken into account via the data in EN ISO 13790 by means of the factor  $f_{im}$ );

- reference to one room space in each case.

System solutions not covered by the following tables are to be taken from other documented sources or are to be dealt with by interpolation or matched in another suitable manner.

## **A.2 Efficiencies for free heating surfaces (radiators); room heights $\leq 4$ m**

In Table A.1 the efficiencies for free heating surfaces are provided.

**Таблиця А.1** - Ефективність вільнообтічних нагрівальних поверхонь (радіатори); приміщення заввишки не більше 4 м

**Table A.1** - Efficiencies for free heating surfaces (radiators); room heights  $\leq 4$  m

Впливовий фактор Influence parametres		Складові загального рівня ефективності Part efficiencies		
		$\eta_{str}$	$\eta_{ctr}$	$\eta_{emb}$
Регулювання температури повітря приміщення Room space temperature regulation	Відсутнє, з центральним якісним регулюванням теплоносія Unregulated, with central supply temperature regulation		0,80	
	За усередненої (характерної) температури повітря приміщень будівлі Master room space		0,88	
	П-регулювання (2 К) P-controller (2 K)		0,93	
	П-регулювання (1 К) P-controller (1 K)		0,95	
	ПІ-регулювання PI-controller		0,97	
	ПІ-регулювання з оптимізацією (наприклад, наявність диспетчеризації, адаптованого контролю) PI-controller (with optimisation function, e.g. presence management, adaptive controller)		0,99	
Температурний напір (за температури повітря 20 °С) Over-temperature (reference $\theta_i=20$ °С)	60 К (наприклад, 90/70) 60 К (e.g. 90/70)	$\eta_{str1}$	$\eta_{str2}$	
	42,5 К (наприклад, 70/55) 42,5 К (e.g. 70/55)	0,88		
	30 К (наприклад, 55/45) 30 К (e.g. 55/45)	0,93		
Специфічні тепловтрати через зовнішні огорожі Specific heat losses via external components (GF = glass surface area)	Опалювальний прилад встановлено біля внутрішньої стіни Radiator location internal wall		0,87	1
	Опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни: Radiator location external wall: - вікно без радіаційного захисту; - GF without radiation protection		0,83	1
	- вікно з радіаційним захистом <sup>a</sup> ; - GF with radiation protection <sup>a</sup>		0,88	1
	- звичайна стіна - normal external wall		0,95	1
<sup>a</sup> при запобіганні не менше 80 % втрат радіаційної теплоти <sup>a</sup> The radiation protection need to prevent 80 % of the radiation losses from the heating body to the glass surface area by means of insulation and/or reflection				

Визначення загального рівня ефективності  $\eta_{em}$  здійснюють за формулою (A.2).

Середнє значення  $\eta_{str}$  визначають за даними основних впливових факторів - "температурного напору" та "питомих тепловтрат зовнішніх огорожувальних конструкцій":

$$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2}) / 2 . \quad (A.4)$$

*Приклад*

Радіатори біля зовнішньої стіни; температурний напір 42,5 К; П-регулювання (2 К):

$$\begin{aligned} \eta_{str} &= (\eta_{str1} + \eta_{str2}) / 2 = (0,93 + 0,95) / 2 = 0,94; \\ \eta_{ctr} &= 0,93; \\ \eta_{emb} &= 1; \\ \eta_{em} &= 1 / (4 - (0,94 + 0,93 + 1)) = 0,88. \end{aligned}$$

Коефіцієнт, що враховує змінний тепловий режим:  $f_{im} = 0,97$ .

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку:  $f_{rad} = 1,0$ .

Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження:  $f_{hydr}$  визначають згідно з таблицею A.2.

The determination of the total efficiencies  $\eta_{em}$  takes place in accordance with Equation (A.2).

For  $\eta_{str}$  an average value is to be formed from the data for the main influence parameters "over temperature" and "specific heat losses via external components":

*Example*

Radiator external wall; over-temperature 42,5 K; P-controller (2 K)

Factor for intermittent operation:  $f_{im} = 0,97$ .

Factor for radiation effect:  $f_{rad} = 1,0$ .

Factor for hydraulic balancing:  $f_{hydr}$  according to Table A.2.



**Таблиця А.2-** Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи**Table A.2** - Factor for hydraulic balancing

Впливовий фактор Influencing parameters		Коефіцієнт, що враховує гідрав- лічне налаго- дження Factor for hy- draulic balancing $f_{hydr}$
Гідравлічне налаго- дження си- стеми Hydraulic balance	Відсутні балансувальні клапани Non balanced systems	1,03
	Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (вітках) з більш ніж вісьмома опалюваль- ними приладами або наявне тільки статичне нала- годження системи. Звіт та гідравлічне налаго- дження системи виконані згідно з EN 14336 Signed balancing report and it compliance with EN 14336 * more than 8 emitters per automatic differ- ential pressure control or only static balanced systems	1,01
	Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (вітках) з вісьмома та менше опалюваль- ними приладами. Звіт та гідравлічне налагоджен- ня системи виконані згідно з EN14336 Signed ba- lancing report and it compliance with EN 14336 * Max 8 emitters per automatic differential pressure control	1,00

**А.3 Ефективність складових ча-  
стин убудованих нагрівальних по-  
верхонь (опалювальні панелі); при-  
міщення заввишки не більше 4 м**

У таблиці А.3 надані коефіцієнти ефективності складових частин убудованих нагрівальних поверхонь (опалювальні панелі) у приміщеннях заввишки не більше 4 м.

**A.3 Efficiencies for component  
integrated heating surfaces (panel  
heaters) (room heights  $\leq 4$  m)**

In Table A.3 the efficiencies for component integrated heating surfaces (panel heaters) (room heights  $\leq 4$  m) are provided.

**Таблиця А.3** - Ефективність складових частин убудованих нагрівальних поверхонь (опалювальні панелі); приміщення заввишки не більше 4 м

**Table A.3** - Efficiencies for component integrated heating surfaces (panel heaters); room heights  $\leq 4$  m

Впливовий фактор Influence parametres		Складові загального рівня ефективності Part efficiencies			
		$\eta_{str}$	$\eta_{ctr}$	$\eta_{emb}$	
Регулювання температури повітря приміщення Room space temperature regulation	Теплоносій - вода: Heat carrier medium water - відсутнє; - unregulated		0,75		
	- відсутнє, з центральним якісним регулюванням; - unregulated, with central supply temperature regulation		0,78		
	- відсутнє, з підтриманням середнього значення різниці температур ( $\theta_v - \theta_r$ ); - unregulated, with average value formation ( $\theta_v - \theta_r$ )		0.83		
	- за усередненою (характерною) температурою приміщень будівлі; - Master room space		0.88		
	- двопозиційне або П-регулювання; - two-step controller/P-controller		0.93		
	- ПІ-регулювання - PI-controiler		0.95		
	Електроопалення: Electric heating - двопозиційне; - two-step controller		0,91		
	- ПІ-регулювання - PI-controller		0,93		
Система System	Підлогове опалення: Floor heating - з вологою підлогою; - wet system	1		$\eta_{emb1}$	$\eta_{emb2}$
	- з сухою підлогою; - dry system			0,93	
	- з сухою підлогою та незначним покриттям - dry system with low cover	1		0,96	
		1		0,98	

Кінець таблиці А.3

Система System	Стінове опалення Wall heating	0,96		0,93	
	Стельове опалення Ceiling heating	0,93		0,93	
Питомі тепловтрати через прилеглу поверхню до опалювальної панелі Specific heat losses via laying surfaces	Нагрівальна панель без забезпечення мінімальної теплоізоляції згідно з EN 1264 Panel heating without minimum insulation, in accordance with EN 1264				0,86
	Нагрівальна панель із забезпеченням мінімальної теплоізоляції згідно з EN 1264 Panel heating with minimum insulation, in accordance with EN 1264				0,95
	Нагрівальна панель з кращою на 100 % теплоізоляцією ніж необхідно за EN 1264 Panel heating with 100 % better insulation than required by EN 1264				0,99

Визначення загального рівня ефективності  $\eta_{em}$  здійснюють за формулою (А.2).

Середнє значення  $\eta_{str}$  визначають за даними основних впливових факторів - "система" та "питомі тепловтрати через прилеглу поверхню":

The determination of the total efficiencies  $\eta_{em}$  takes place in accordance with Equation (A.2). For  $\eta_{str}$  an average value is to be formed from the data for the main influence parameters "system" and "specific heat losses via laying surfaces":

$$\eta_{emb} = (\eta_{emb1} + \eta_{emb2}) / 2. \tag{A.5}$$

*Приклад*

Підлогове опалення з вологою підлогою (вода); двопозиційне регулювання; підлогове опалення з високим рівнем теплового захисту:

*Example*

Floor heating – wet system (water); two-step controller; floor heating with high level of heat protection

$$\eta_{str} = 1,0;$$

$$\eta_{ctr} = 0,93;$$

$$\eta_{emb} = (\eta_{emb1} + \eta_{emb2}) / 2 = (0,93 + 0,95) / 2 = 0,94;$$

$$\eta_{em} = 1 / (4 - (0,94 + 0,93 + 1)) = 0,88.$$

Коефіцієнт, що враховує змінний тепловий режим:  $f_{im} = 0,98$ .

Factor for intermittent operation:  $f_{im} = 0,98$ .

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку:  $f_{rad} = 1,0$ .

Factor for radiation effect:  $f_{rad} = 1,0$ .

Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження:  $f_{hydr}$  визначають згідно з таблицею А.4.

Factor for hydraulic balancing:  $f_{hydr}$  according to Table A.4.

**Таблиця А.4** - Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи

**Table A.4** - Factor for hydraulic balancing

Впливовий фактор Influencing parameters		Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження Factor for hydraulic balancing $f_{hydr}$
Гідравлічне налагодження системи Hydraulic balance	Відсутні балансувальні клапани Non balanced systems	1,03
	Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (вітках) з більш ніж вісьмома опалювальними приладами або наявне тільки статичне налагодження системи. Звіт та гідравлічне налагодження системи виконані згідно з EN 14336 Signed balancing report and it compliance with EN 14336 * more than 8 emitters per automatic differential pressure control or only static balanced systems	1,01
	Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (вітках) з вісьмома та менше опалювальними приладами. Звіт та гідравлічне налагодження системи виконані згідно з EN 14336 Signed balancing report and it compliance with EN 14336 * Max 8 emitters per automatic differential pressure control	1,00

**А.4 Ефективність електроопалення; приміщення заввишки не більше 4 м**

У таблиці А.5 надані коефіцієнти ефективності електроопалення для приміщень заввишки не більше 4 м.

**A4 Efficiencies for electrical heating (room heights  $\leq$  4 m)**

In Table A.5 the efficiencies for electrical heating (room heights  $\leq$  4 m) are provided.

**Таблиця А.5** - Ефективність електроопалення; приміщення заввишки не більше 4 м**Table A.5** - Efficiencies for electrical heating (room heights  $\leq 4$  m)

Впливовий фактор Influencing parameters		$\eta_{em}$
Розташування опалювальних приладів біля зовнішніх стін External wall region	Пряме електроопалення з П-регулюванням (1 К) E-direct heating P-controller (1K)	0,91
	Пряме електроопалення з ПІ-регулюванням та оптимізацією E-direct heating Pi-controller (with optimization)	0,94
	Акумуляційне нерегульоване без залежної від зовнішньої температури повітря зарядки та статичної/динамічної розрядки Storage heating unregulated without external temperature dependent charging and static/dynamic discharging	0,78
	Акумуляційне з П-регулюванням (1 К) і залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою, а також статичною/динамічною розрядкою Storage heating P-controller (1K) with external temperature dependent charging and static/dynamic discharging	0,88
	Акумуляційне з ПІД-регулюванням та оптимізацією, а також залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою та статичною й тривалою динамічною розрядкою Storage heating PID-controller with optimization with external temperature dependent charging and static/dynamic discharging	0,91
Розташування опалювальних приладів біля внутрішніх стін Internal wall region	Пряме електроопалення з П-регулюванням (1 К) E-direct heating P-controller (1K)	0,88
	Пряме електроопалення з ПІ-регулюванням та оптимізацією E-direct heating Pi-controller (with optimization)	0,91
	Акумуляційне нерегульоване без залежної від зовнішньої температури повітря зарядки та статичної/динамічної розрядки Storage heating unregulated without external temperature dependent charging and static/dynamic discharging	0,75
	Акумуляційне з П-регулюванням (1 К) та залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою та статичною/динамічною розрядкою Storage heating P-controller (1K) with external temperature dependent charging and static/dynamic discharging	0,85
	Акумуляційне з ПІД-регулюванням та оптимізацією, а також залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою та статичною й тривалою динамічною розрядкою Storage heating PID-controller with optimization with external temperature dependent charging and static/dynamic discharging	0,88

Коефіцієнт, що враховує змінний тепловий режим:  $f_{in}=0,97$  (застосовують в системах з інтегрованим зворотним зв'язком).

Factor for intermittent operation:  $f_{in}=0,97$  (to be used for electrical heating systems with an integrated feedback control system).

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку:  $f_{rad}=1,0$ .

Factor for radiation effect:  $f_{rad}= 1,0$ .

**А.5 Ефективність повітряного опалення нежитлових будівель з приміщеннями заввишки не більше 4 м**

**A.5 Efficiencies air heating (non-domestic ventilation systems) (room heights  $\leq 4$  m)**

У таблиці А.6 надані коефіцієнти ефективності повітряного опалення нежитлових будівель з приміщеннями заввишки не більше 4 м.

In Table A.6 the efficiencies for air heating (non-domestic ventilation systems) (room heights  $\leq 4$  m) are provided.

**Таблиця А.6** - Ефективність повітряного опалення нежитлових будівель з приміщеннями заввишки не більше 4 м

**Table A.6** - Efficiencies for air heating (non-domestic ventilation systems) (room heights  $\leq 4$  m)

Конфігурація системи System configuration	Регульований параметр Control parameter	$\eta_{em}$	
		Низький рівень регулювання Low quality of control	Високий рівень регулювання High quality of control
Догрівання припливного повітря (доводчиками) Additional heating in the incoming air (additional heater)	Температура повітря приміщення Room space temperature	0,82	0,87
	Температура повітря приміщення (багаторівневе регулювання температури припливного повітря) Room space temperature (cascade control of incoming air temperature)	0,88	0,90
	Температура витяжного повітря Exhaust air temperature	0,81	0,85

Кінець таблиці А.6

Конфігурація системи System configuration	Регульований параметр Control parameter	$\eta_{em}$	
		Низький рівень регулювання Low quality of control	Високий рівень регулювання High quality of control
Догрівання рециркуляційного повітря (у розподільниках, вентиляторах-конвекторах) Recirculation air heating (induction equipment, ventilator convectors)	Температура повітря приміщення Room space temperature	0,89	0,93

**Примітка.** Додаткову енергію для нагрівання ре-циркуляційного повітря слід приймати з таблиці А.3. Значення параметрів для систем вентиляції з функцією часткового нагрівання допускається брати з DIN V 18599.

**Note:** The auxiliary energy for the recirculation air heating is to be taken from table A.3. As values for ventilation systems with part heating function the data for domestic ventilation systems from DIN V 18599 can be used.

**А.6 Ефективність у приміщеннях заввишки не менше 4 м (будівлі зі значним внутрішнім об'ємом)**

У таблиці А.7 надані коефіцієнти ефективності систем у приміщеннях заввишки 4 м і більше.

**A.6 Efficiencies for room spaces heights ≤ 4 m (large indoor space buildings)**

In Table A.7 the efficiencies for room spaces with heights 4 m are provided.

**Таблиця А.7** - Ефективність систем у приміщеннях заввишки не більше 4 м  
(будівлі зі значним внутрішнім об'ємом)

**Table A.7** - Efficiencies for room spaces heights  $\leq 4$  m (large indoor space buildings)

Впливовий фактор Influencing parameters		Складові загального рівня ефективності Part efficiencies					
		$\eta_{str}$				$\eta_{ctr}$	$\eta_{emb}$
		4 м (m)	6 м (m)	8 м (m)	12 м (m)		
Регулювання температури приміщення Room space temperature regulation	Відсутнє Unregulated					0,80	
	Двопозиційне регулювання Two-step controller					0,93	
	П-регулювання (2 К) P-controller (2 K)					0,93	
	П-регулювання (1 К) P-controller (1 K)					0,95	
	ПІ-регулювання PI-controller					0,97	
	ПІ-регулювання з оптимізацією PI-controller with optimization					0,99	



Кінець таблиці А.7

Впливовий фактор Influencing parameters			Складові загального рівня ефективності Part efficiencies					
			$\eta_{str}$				$\eta_{ctr}$	$\eta_{emb}$
			4 м (m)	6 м (m)	8 м (m)	12 м (m)		
Система опалення Heating system	Радіаторна Radiators		0,98	0,94	0,88	0,83		1
	Повітряна Warm air без додаткової вертикальної рециркуляції: <i>without</i> additional vertical recirculation	Горизонтальне витікання Outlet horizontal	0,98	0,94	0,88	0,83		1
		Вертикальне витікання Outlet vertical	0,99	0,96	0,91	0,87		1
	Повітряна Warm air з додатковою вертикальною рециркуляцією: <i>with</i> additional vertical recirculation	Горизонтальне витікання Outlet horizontal	0,99	0,97	0,94	0,91		1
		Вертикальне витікання Outlet vertical	0,99	0,98	0,96	0,93		1
	Водяними опалювальними панелями Warm water panels		1,00	0,99	0,97	0,96		1
	Випромінювачами трубчастими Radiant tube heaters		1,00	0,99	0,97	0,96		1
	Випромінювачами світлими Luminous heaters		1,00	0,99	0,97	0,96		1
Система опалення Heating system	Підлогове опалення (високий рівень теплового захисту) Floor heating (high heat protection level)		1,00	0,99	0,97	0,96		
		Нагрівальні елементи, убудовані в підлогу Floor heating components integrated						0,95
		Нагрівальні елементи, термічно не зв'язані з підлогою Floor heating thermally decoupled						1

**Системи повітряного опалення з високим коефіцієнтом ежекції повітророзподілення:**

- визначають осередненням значень для систем з горизонтальним або вертикальним витіканням;

- при застосуванні водяної опалювальної панелі в об'ємі приміщення на висоті менше 4 м приймають загальний рівень ефективності  $\eta_{em}$  для приміщення висотою 4 м, а коефіцієнт

$$f_{rad} = 1$$

- визначають загальний рівень ефективності  $\eta_{em}$  за формулою (A.2).

*Приклад*

Приміщення висотою 8 м, повітряне опалення з верхнім витіканням повітря, П-регулювання (1 К):

$$\eta_{str} = 0,91;$$

$$\eta_{ctr} = 0,95;$$

$$\eta_{emb} = 1;$$

$$\eta_{em} = 1 / (4 - (0,91 + 0,95 + 1)) = 0,88.$$

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку:  $f_{rad}=0,85$  для водяних опалювальних панелей, випромінювачів світлих, випромінювачів трубчастих та підлогового опалення.

**Warm air heating systems with increased induction ratio of air distribution:**

- The parameters are determined by the arithmetic averaging of the parameters for the systems with air outlet horizontal or vertical.

- With the use of warm water panels in room spaces with a height  $< 4$  m, the total efficiency  $\eta_{em}$  for a room height of 4 m is used. Furthermore the factor

$$f_{rad} = 1$$

- The determination of the total efficiency  $\eta_{em}$  takes place in accordance with Equation (A.2).

*Example*

Room height 8 m, warm air heating with air outlet above, P-controller (1 K)

Factor for radiation effect:  $f_{rad}=0,85$  for warm water panels, luminous heaters, radiant tube heaters and floor heating.

Енергетичні параметри ефективності систем опалення великих внутрішніх об'ємів та коефіцієнт  $f_{rad}$  представлені середніми значеннями для систем опалення та типів обладнання, котрі приблизно також можуть бути застосованими для компоновок, які відрізняються від представлених.

The energy parameters of the efficiencies of heating systems in large indoor spaces and the factor  $f_{rad}$  represent average values for the heating systems and types of products, which can also approximately be used for configurations that deviate from these.

**A.7 Ефективність у приміщеннях заввишки понад 10 м**

**A.7 Efficiencies for room spaces heights > 10 m**

У таблиці А.8 надані коефіцієнти ефективності систем у приміщеннях заввишки понад 10 м.

In Table A.8 the efficiencies for room heights > 10 m are provided.

**Таблиця А.8** - Ефективність систем у приміщеннях заввишки понад 10 м

**Table A.8** - Efficiencies for room spaces heights > 10 m

Впливовий фактор Influencing parameters		Складові загального рівня ефективності Part efficiencies				
		$\eta_{str}$			$\eta_{ctr}$	$\eta_{emb}$
		12 м (m)	15 м (m)	20 м (m)		
Регулювання температури приміщення Room space temperature regulation	Відсутнє Unregulated				0,80	
	Двопозиційне регулювання Two-step controller				0,93	
	П-регулювання (2 К) P-controller (2 K)				0,93	
	П-регулювання (1 К) P-controller (1 K)				0,95	
	ПІ-регулювання PI-controller				0,97	
	ПІ-регулювання з оптимізацією PI-controller with optimization				0,99	

Впливовий фактор Influencing parameters			Складові загального рівня ефективності Part efficiencies				
			$\eta_{str}$			$\eta_{ctr}$	$\eta_{emb}$
			12 м (m)	15 м (m)	20 м (m)		
Система опалення Heating system	Повітряна Warm air без додаткової вертикальної рециркуляції: <u>without</u> additional vertical recirculation	Горизонтальне витікання Outlet horizontal	0,78	0,72	0,63		1
		Вертикальне витікання Outlet vertical	0,84	0,78	0,71		1
	Повітряна Warm air з додатковою вертикальною рециркуляцією: <u>with</u> additional vertical recirculation	Горизонтальне витікання Outlet horizontal	0,88	0,84	0,77		1
		Вертикальне витікання Outlet vertical	0,91	0,88	0,83		1
	Водяними опалювальними панелями Warm water panels		0,94	0,92	0,89		1
	Випромінювачами трубчастими Radiant tube heaters		0,94	0,92	0,89		1
	Випромінювачами світлими Luminous heaters		0,94	0,92	0,89		1
Система опалення Heating system	Підлогове опалення (високий рівень теплового захисту) Floor heating (high heat protection level)		0,94	0,92	0,89		
		Нагрівальні елементи, вбудовані в підлогу Floor heating components integrated					0,95
		Нагрівальні елементи, термічно не зв'язані з підлогою Floor heating thermally decoupled					1

**Системи повітряного опалення з високим коефіцієнтом ежекції повітророзподілення:**

- визначають осередненням значень для систем з горизонтальним або вертикальним витіканням;

- визначають загальний рівень ефективності  $\eta_{em}$  за формулою (A.2).

*Приклад*

Приміщення заввишки 12 м, водяні опалювальні панелі, П-регулювання (2 К):

$$\eta_{str} = 0,94;$$

$$\eta_{ctr} = 0,93;$$

$$\eta_{emb} = 1;$$

$$\eta_{em} = 1 / (4 - (0,94 + 0,93 + 1)) = 0,88.$$

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку:  $f_{rad}=0,85$  для водяних опалювальних панелей, випромінювачів світлих, випромінювачів трубчастих та підлогового опалення.

Енергетичні параметри ефективності систем опалення великих внутрішніх об'ємів та коефіцієнт  $f_{rad}$  представлені середніми значеннями для систем опалення та типів обладнання, котрі приблизно також можуть бути застосованими для компоновок, які відрізняються від представлених.

**Warm air heating systems with increased induction ratio of air distribution:**

- The parameters are determined by the arithmetic averaging of the parameters for the systems with air outlet horizontal or vertical.

- The determination of the total efficiency  $\eta_{em}$  takes place in accordance with Equation (A.2).

*Example*

Room height 8 m, warm water panels, P-controller (2 K)

Factor for radiation effect:  $f_{rad}=0,85$  for warm water panels, luminous heaters, radiant tube heaters and floor heating.

The energy parameters of the efficiencies of heating systems in large indoor spaces and the factor  $f_{rad}$  represent average values for the heating systems and types of products, which can also approximately be used for configurations that deviate from these.

**ДОДАТОК В**

(довідковий)

**ЕКВІВАЛЕНТНА НАДМІРНА  
ВНУТРІШНЯ ЕМПЕРАТУРА  
(ВІДПОВІДНО ДО  
ФРАНЦУЗЬКОГО СТАНДАРТУ  
RT2005)**

**В.1 Загальні положення**

Внутрішня температура підвищується через:

- просторове відхилення, викликане розшаруванням температури, яке залежить від типу опалювального приладу(ів);

- відхилення, що залежить від властивостей регулювального обладнання при забезпеченні рівномірності та постійності температури.

Еквівалентну внутрішню температуру  $\theta_{int, inc}$  розраховують за формулою:

$$\theta_{int, inc} = \theta_{int, ini} + \Delta\theta_{str} + \Delta\theta_{ctr}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (10)$$

де:

$\theta_{int, ini}$  – початкова внутрішня температура,  $^\circ\text{C}$ ;

$\Delta\theta_{str}$  – просторове відхилення, викликане розшаруванням температури,  $^\circ\text{C}$ ;

$\Delta\theta_{ctr}$  – відхилення температури, викликане регулюванням,  $^\circ\text{C}$ .

Надмірну внутрішню температуру використовують у розрахунках замість початкової внутрішньої температури.

**ANNEX B**

(informative)

**EQUIVALENT INCREASE IN  
INTERNAL EMPERATURE -  
ADAPTED FROM RENCH  
REGULATION RT2005**

**B.1 General**

The internal temperature is increased by:

- spatial variation due to the stratification, depending on the heat emitter(s);

- variation depending on the capacity of the control device(s) to assure a uniform and constant temperature.

The equivalent internal temperature  $\theta_{int, inc}$  is calculated by:

where:

$\theta_{int, ini}$  is the initial internal temperature [ $^\circ\text{C}$ ];

$\Delta\theta_{str}$  is the spatial variation of temperature due to stratification [ $^\circ\text{C}$ ];

$\Delta\theta_{ctr}$  is the variation of temperature due to the control [ $^\circ\text{C}$ ].

The increased internal temperature is used in the calculations instead of the initial internal temperature.

**Коментарі:**

відхилення, викликані розшаруванням температури та регулюванням, може залежати від теплового навантаження. У таблицях В.2 і В.3 представлені мінімальні та номінальні значення теплового навантаження.

**В.2 Зони**

Ураховуючи 5.8, розуміють розділення системи опалення на зони, тобто на групи опалюваних об'ємів, розрахунок внутрішньої температури яких здійснюють для кожної зони. Внутрішню температуру зони отримують з урахуванням суміжних об'ємів. Коефіцієнт навантаження визначають за площею кожного об'єму.

**В.3 Просторове відхилення, викликане розшаруванням температури**

Просторове відхилення, яке викликане розшаруванням температури, залежить від:

- типу опалювального приладу;
- висоти стелі.

Таблиця В.1 установлює класи просторового відхилення залежно від типу опалювального приладу та забезпечує супроводжувальні значення просторового відхилення температури, викликаного розшаруванням температури, при номінальному навантаженні залежно від висоти стелі.

**Remarks:**

The variation of temperature due to stratification and control may depend on the thermal load. Tables B.2 and B.3 provide values for minimum and nominal thermal load.

**B.2 Zones**

When the considerations according to 5.8 imply splitting of the heating system into zones, i.e. groups of spaces, calculation of the internal temperature is done for each zone. The internal temperature of a zone is obtained by considering the internal temperature of the associated spaces. The coefficient of weighting is determined from the surface of each space.

**B.3 Spatial variation of temperature due to stratification**

The spatial variation of temperature due to stratification depends on:

- type of heat emitter;
- ceiling height.

Table B. 1 establishes the spatial variation classes according to the type of heat emitter and provides accompanying values for the spatial variation of temperature due to stratification at nominal load depending on the ceiling height.

Таблиця В.2 надає додаткову інформацію для радіаторів залежно від температури теплоносія та теплового навантаження.

Table B.2 provides additional information for radiators depending on the water temperature level and the thermal load.

**Таблиця В.1** - Класи просторового відхилення за типом опалювального приладу та відповідні просторові відхилення температури, викликані її розшаруванням, при номінальному навантаженні залежно від висоти стелі

**Table B.1** - Spatial variation classes by type of heat emitter and corresponding spatial variation of temperature due to stratification at nominal load depending on ceiling height

Клас просторового відхилення Class of spatial variation	Опалювальний прилад Heat emitter	Просторове відхилення температури залежно від висоти стелі $\Delta\theta_{str}$ , К Spatial variation of temperature depending on ceiling height $\Delta\theta_{str}$ [K]			
		Менше 4 м < 4 m	Між 4 та 6 м Between 4 m and 6 m	Між 6 та 8 м Between 6 m and 8 m	Більше 8 м >8 m
А	Підлогова панель Floor	0	0	0	0
	Повітророзподільник з рециркуляцією повітря нижче 3 м Air with air return < 3 m				
В	Променеві Radiative emitters	0,2	0,8	1,2	1,6
	Низькотемпературні Low temperature emitters				
	Променеві стельові панелі Radiated ceiling panels				
	Фанкойли з нижнім випуском повітря Fan coils with discharge air at the bottom				
С	Інші Other emitters	0,4	1,2	2	2,8



**Таблиця В.2** - Просторове відхилення температури, викликане її розшаруванням, для радіаторів залежно від температури теплоносія та теплового навантаження

**Table B.2** - Spatial variation of temperature due to stratification for radiators depending on water temperature and thermal load

Початкова внутрішня температура 20 °C Reference internal temperature: 20 °C	Просторове відхилення температури залежно від теплового навантаження $\Delta\theta_{str}$ , К Spatial variation of temperature depending on thermal load $\Delta\theta_{str}$ [K]	
Перевищення температури Excess temperature	Без навантаження Off	Номінальне навантаження Nominal load
$\Delta T > 40$ К	0	0,4
$\Delta T \leq 40$ К	0	0,2

При іншому тепловому навантаженні просторове відхилення температури визначають за лінійною інтерполяцією.

For other thermal loads, the spatial variation of temperature is determined by linear interpolation.

#### **В.4 Відхилення, викликане регулюванням**

Відхилення температури, що викликане регулюванням, залежить від опалювального приладу та відповідного регулювального обладнання.

Таблиця В.3 надає значення відхилень температури, викликаних регулюванням різних типів опалювальних приладів, залежно від теплового навантаження з посиланнями на стандарти та відповідні їм сертифікати.

#### **B.4 Variation of temperature due to control**

The variation of temperature due to control depends on the heat emitter and the associated control system.

Table B.3 provides values for the variation of temperature due to control for different types of heat emitters depending on the thermal load, with reference to the applicable standards and relevant certifications.

**Таблиця В.3** - Відхилення температури, що викликане регулюванням, залежно від типу опалювального приладу та теплового навантаження

**Table B.3** - Variation of temperature due to control, depending on type of heat emitter and thermal load

Опалювальний прилад і відповідне регулювання Heat emitter and associated control	Посилання на стандарт References to standard	Відхилення температури, викликане регулюванням, $\Delta\theta_{ctr}$ , К Variation of temperature due to control $\Delta\theta_{ctr}$ [K]	
		Без навантаження Off	Номінальне теплове навантаження Nominal thermal load
Прямий електронагрівач з убудованим регулятором Direct electric emitter with built in controller	EN 60675	0,4	0,9
Радіаторний терморегулятор Thermostatic radiator valve	EN 215	0,45 x гістерезис 0,45 x hysteresis	0,45 x (гістерезис сумарно з впливом зміни температури теплоносія) <sup>a</sup> 0,45 x (hysteresis + water temperature effect) <sup>a</sup>
Прилади індивідуального регулювання зони Individual zone control equipment	prEN 15500	0,5 TP 0,5 CA	TP <sup>b</sup> (визначені в стандарті та сертифіковані) CA <sup>b</sup> (defined in the standard and certified)
Інші регулятори, що повністю припиняють тепловіддачу Other controller if emission can be totally stopped		0,9	1,8
Відсутність регулювання No control		2	4

<sup>a</sup> За значеннями гістерезису та впливу зміни температури теплоносія відповідно до визначених за тестами згідно з EN 215.  
<sup>a</sup> With values of hysteresis and water temperature effect from test report of thermostatic valve according to EN 215.  
<sup>b</sup> Точність регулювання (TP) контроллера отримують з prEN 15500.  
<sup>b</sup> The control accuracy (CA) of the controller is obtained from prEN 15500

**ДОДАТОК С**

(довідковий)

**ДОДАТКОВА ЕНЕРГІЯ**

**С.1 Загальні положення**

Додаткову енергію процесу тепловіддачі в об'єм приміщення розраховують наступним чином:

$$W_{em,aux} = W_{ctr} + W_{others} \quad (C.1)$$

де:

$W_{em,aux}$  – додаткова енергія (за період), кВт·год;

$W_{ctr}$  – додаткова енергія для регулювального обладнання (за період), кВт·год;

$W_{others}$  – додаткова енергія для вентиляторів та додаткових насосів (за період), кВт·год.

Окремі компоненти  $W_{ctr}$  та  $W_{others}$  визначають за формулам:

$$W_{ctr} = P_{ctr} \cdot d \cdot 24 / 1000; \quad (C.2)$$

$$W_{others} = (P_{fan} \cdot n_{fan} + P_{pmp} \cdot n_{pmp}) \cdot t_h / 1000, \quad (C.3)$$

де:

$P_{ctr}$  – електрична номінальна споживана потужність регулювального обладнання з додатковою енергією (з таблиці С.1 або даних на обладнання), Вт;

$d$  – кількість днів у періоді;

$n_{fan}$  – кількість вентиляторів/фанкойлів;

$n_{pmp}$  – кількість додаткових насосів;

$t_h$  – тривалість роботи за період, год;

$P_{fan}$  – електрична споживана потужність вентиляторів/фанкойлів (з таблиці С.2 або даних на обладнання), Вт;

$P_{pmp}$  – електрична споживана потужність насосами за даними виробників, Вт, або

$$P_{pmp} = 50 \cdot \dot{Q}_{LH}^{0,08}, \quad (C.4)$$

де:  $\dot{Q}_{LH}$  – електрична номінальна споживана потужність повітрянагрівача, кВт.

**Примітка.** Електрична номінальна споживана потужність додаткового насоса може бути застосована, якщо гідравлічне кільце повітрянагрівача потребує додаткового насоса (наприклад, інжекційний контур), котрий не враховано у теплорозподільній складовій системі.

**ANNEX C**

(informative)

**AUXILIARY ENERGY**

**C.1 General**

The auxiliary energy of the heat emission processes in the room space is given by:

where:

$W_{em,aux}$  is the auxiliary energy (in the period), in kWh;

$W_{ctr}$  is the auxiliary energy of the control system (in the period), in kWh;

$W_{others}$  is the auxiliary energy of fans and additional pumps (in the period), in kWh.

The individual components  $W_{ctr}$  and  $W_{others}$  are to be determined from Equations (C2) and (C3), respectively :

where:

$P_{ctr}$  is the electrical rated power consumption of the control system with auxiliary energy (from Table C.1 or product data), in W;

$d$  is the number of days in the period;

$n_{fan}$  is the number of ventilator/fan units;

$n_{pmp}$  is the number of additional pumps;

$t_h$  is the running time in the period, in h;

$P_{fan}$  is the electrical power consumption of the ventilators/fans (from Table C2 or product data), in W;

$P_{pmp}$  is the electrical power consumption of the pumps from manufacturer data, in W, or

where  $\dot{Q}_{LH}$  is the electrical rated power consumption of the air heater, in kW.

**Note:** The electrical rated power consumption of an additional pump may only be applied if the hydraulic circuit of the air heater requires an additional pump (e.g. injection circuit), which is not already taken into account in the heat distribution.

Робочий час вентиляторів та/або насосів приймають таким, що дорівнює робочому часу системи опалення. The operating time of the ventilator/fan units and/or pumps is set equal to the operating time of the heating system.

**Таблиця С.1** - Типові значення додаткової енергії для регулювального обладнання

**Table C.1** - Default values for the auxiliary energy control system

Впливовий фактор Influence parameters		$P_{cfr}$ , Вт [W]
Регулювальне обладнання з додатковою енергією Control system with auxiliary energy	Електричне регулювальне обладнання з електромоторним приводом Electrical control system with electrical motor actuation	0,1 (на один привід) 0,1 (per actuator)
	Електричне регулювальне обладнання з термо-електроприводом Electrical control system with electro thermal actuation	1,0 (на один привід) 1,0 (per actuator)
	Електричне регулювальне обладнання з електромагнітним приводом Electrical control system with electromagnetic actuation	1,0 (на один привід) 1,0 (per actuator)

**Таблиця С.2** - Типові значення додаткової енергії вентиляторів для подачі повітря в приміщення заввишки не більше ніж 4 м

**Table C.2** - Default values for the auxiliary energy of fans for air supply in room spaces  $h \leq 4$  m

Впливовий фактор Influence parameters		$P_{fan}$ , Вт [W]
Вентилятор Ventilator, fan	Конвектор з вентилятором Fan convector	10
	Електроопалювальний конвектор прямої дії з вентилятором E-direct heating fan convector	10
	Теплоаккумулятор з динамічною розрядкою Storage heating with dynamic discharge	12
	Теплоаккумулятор з безперервною динамічною розрядкою Storage heating with continuous dynamic discharge	12

## **С.2 Будівлі зі значним внутрішнім об'ємом (заввишки більше 4 м)**

## **С.2 Large indoor space buildings ( $h > 4$ m)**

### **С.2.1 Додаткова енергія - опалювальне обладнання прямої дії**

### **С.2.1 Auxiliary energy - systems with direct heating**

Для будівель зі значним внутрішнім об'ємом, зокрема там, де застосовують опалювальне обладнання, яке не може логічно бути розмежованим на функціональні складові - теплогенерувальну та тепловіддавальну - і яке було встановлене у приміщенні, де його використовують (наприклад, газові та інфрачервоні випромінювачі), загальну додаткову енергію зараховують до теплопотреби обладнання в об'ємі приміщення (таблиця С.3, верхня частина):

For large indoor space buildings, in particular where such heating equipment is used, which cannot logically be differentiated into sub-systems of heat generation and heat emission, and which is installed in the room space in which it is used (e.g. gas and infrared radiators), the total auxiliary energy is credited to the heat demand of the installation room space (see Table C.3, upper section):

$$W_{em,aux} = (P_{H,aux} \cdot t_h) / 1000 . \quad (C.5)$$

### **С.2.2 Додаткова енергія - системи опалення непрямої дії**

### **С.2.2 Auxiliary energy - systems without direct heating**

Для систем опалення значного внутрішнього об'єму з центральним теплогенератором та виокремленою тепловіддавальною складовою для робочої зони лише додаткову енергію для тепловіддавальної складової зараховують до теплопотреби об'єму приміщення (таблиця С.3, нижня частина).

For large indoor space heating systems, with a central heat generator and a separate unit for heat emission for the working space, only the auxiliary energy for the heat emission is credited to the room space heat demand (see Table C.3, lower section):

$$W_{em,aux} = (P_{em,aux} \cdot t_h) / 1000 , \quad (C.5)$$

де

$W_{em,aux}$  – додаткова енергія за період (тепловіддавальна та, за необхідності, теплогенерувальна складова згідно з формулою (C.5)), кВт·год;

$P_{H,aux}$  – номінальна споживана потужність обладнання з таблиці C.3 або за даними виробника (теплогенерувальна та тепловіддавальна складові), Вт;

$P_{em,aux}$  – номінальна споживана потужність обладнання з таблиці C.3 або за даними виробника (тепловіддавальна складова), Вт;

$t_h$  – тривалість періоду, год.

Робочий час вентиляторів, включаючи регульовальне обладнання, приймають таким, що дорівнює робочому часу системи опалення.

У таблиці C.3 наведені типові значення додаткової енергії вентиляторів та регульовального обладнання об'єму приміщення заввишки  $h > 4$  м (будівлі зі значним внутрішнім об'ємом), зазвичай оцінені як частина  $Q_{h,b}$ , що визначають згідно з EN 12831.

where (for Equations (C.5) and (C.6):

$W_{em,aux}$  is the auxiliary energy in the period (heat emission and, if necessary, heat generation in accordance with Equation (C.5)), in kWh;

$P_{H,aux}$  is the rated power consumption of the equipment from Table C.3 or manufacturer data (heat generation and heat emission), in W;

$P_{em,aux}$  is the rated power consumption of the equipment from Table C.3 or manufacturer data (heat emission), in W;

$t_h$  is the running time in the period, in h.

The operating time of the ventilator/fan units, including control system, is set equal to the operating time of the heating system.

In Table C.3 default values are provided for the auxiliary energy of fans and the control system in room spaces of height  $h > 4$  m (large indoor space buildings), typically assessed as a fraction of  $Q_{h,b}$ , which is determined according to EN 12831.

**Таблиця С.3** - Типові значення додаткової енергії для вентиляторів та регулювального обладнання об'єму приміщення заввишки  $h > 4$  м (будівлі зі значним внутрішнім об'ємом)

**Table C.3** - Default values for the auxiliary energy of fans and the control system, in room spaces of height  $h > 4$  m (large indoor space buildings)

Впливовий фактор Influence parameters		$P_{H,aux}$ , Вт [W]
Опалювальний теплогенератор прямої дії (установлений в робочій зоні) Directly heated heat generator (installed in the working 1 space)	Випромінювачі світлі (управління та регулювання) Luminous heaters (control and regulation)	25 (на одиницю) 25 (per unit)
	Випромінювачі трубчасті до 50 кВт (управління, регулювання та вентилятор подачі повітря для горіння) Radiant tube heaters up to 50 kW (control, regulation and fan for combustion air supply)	80 (на одиницю) 80 (per unit)
	Випромінювачі трубчасті вище 50 кВт (управління, регулювання та вентилятор подачі повітря для горіння) Radiant tube heaters above 50 kW (control, regulation and fan for combustion air supply)	100 (на одиницю) 100 (per unit)
	Повітряний теплогенератор з пальником низького тиску й осьовим вентилятором рециркуляційного повітря (управління, регулювання та вентилятор подачі повітря для горіння) Warm air generator with atmospheric burner and recirculation air axial fan (control, regulation and fan for combustion air supply)	$0,014 \cdot Q_{h,b}$
	Повітряний теплогенератор з вентиляторним пальником та осьовим вентилятором рециркуляційного повітря (управління, регулювання та вентилятор подачі повітря для горіння) Warm air generator with fan-assisted burner and recirculation air radial ventilator (control, regulation and fan for combustion air supply)	$0,022 \cdot Q_{h,b}$
Впливовий фактор Influence parameters		$P_{em,aux}$ , Вт [W]
Тепловідавальна складова повітряного опалення Heat emission system air heating	Повітрянагрівач у робочій зоні (приміщення заввишки менше 8 м) (центральний теплогенератор з повітрянагрівачем непрямої дії) Air heater in working space (room height < 8 m) (central heat generator with indirectly heated air heater)	$0,012 \cdot Q_{h,b}$
	Повітрянагрівач у робочій зоні (приміщення заввишки більше 8 м) (центральний теплогенератор з повітрянагрівачем непрямої дії) Air heater in working space (room height > 8 m) (central heat generator with indirectly heated air heater)	$0,016 \cdot Q_{h,b}$
	Вертикальний рециркуляційний вентилятор (приміщення заввишки менше 8 м) Vertical recirculation fan (room height 8 m)	$0,002 \cdot Q_{h,b}$
	Вертикальний рециркуляційний вентилятор (приміщення заввишки більше 8 м) Vertical recirculation fan (room height > 8 m)	$0,013 \cdot Q_{h,b}$

**Примітка.** Взаємозв'язані показники, які встановлені у таблиці С.3, представляють середні значення для технічного обладнання.

**Note:** The connected ratings provided in Table C.3 represent average values for the equipment technology

**ДОДАТОК НА**

(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ (ДСТУ),  
ІДЕНТИЧНИХ МІЖНАРОДНИМ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИМ СТАНДАРТАМ,  
ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В EN 15316-2-1:2007**

**Таблиця НА.1** - Перелік міжнародних та європейських стандартів, на які є посилення в EN 15316-2-1:2007, і національних стандартів України (ДСТУ), що їм відповідають, ступінь їх відповідності

Позначка міжнародного або європейського стандарту	Позначка національного стандарту, який відповідає міжнародному або європейському стандарту	Ступінь відповідності
EN 15316-1, Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 1: General	ДСТУ Б EN 15316-1:2011 Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 1. Загальні положення (EN 15316-1:2007, ITD)	ITD
EN 15316-2-3, Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 2-3: Space heating distribution systems	ДСТУ Б EN 15316-2-3:2011 Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-3. Тепло розподілення в системі опалення (EN 15316-2-3:2007, ITD)	ITD
EN 15232, Energy performance of buildings - Impact of Building Automation, Controls and Building Management	ДСТУ Б EN 15232:2011 Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями (EN 15232:2007, ITD)	ITD
EN ISO 7345:1995, Thermal insulation - Physical quantities and definitions (ISO 7345:1987)	ДСТУ ISO 7345:2005 Теплоізоляція. Фізичні величини та визначення понять (ISO 7345:1987, ITD)	ITD
EN ISO 13790, Thermal performance of buildings - Calculation of building energy use for space heating (ISO 13790:2004)	ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні (EN ISO 13790:2008, ITD)	ITD



За відсутності відповідного національного стандарту України (ДСТУ), гармонізованого з міжнародним або європейським, а також за відсутності відповідних положень державних будівельних норм України нормативне посилання на міжнародний або європейський стандарт використовують як довідкове. Міжнародні та європейські стандарти, посилання на які є в EN 15316-2-1:2007, що не мають ідентичних національних стандартів України (ДСТУ), можна замовити в Головному фонді нормативних документів ДП "УкрНДНЦ".

## ДОДАТОК НБ

(довідковий)

### ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОПОТРЕБИ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

#### **НБ.1 Метод з використанням ефективності**

Метод, який надано у додатку А цього стандарту, рекомендується застосовувати для:

- розрахунку регулярних втрат енергії тепловіддавальною складовою системою;
- оптимізації енергетичних показників при новому будівництві шляхом вибору із декількох варіантів проектних рішень;
- оцінки ефекту від застосовуваних заходів зі збереження енергії в існуючій будівлі за розрахунком енергопотреби у порівнянні з існуючим станом.

#### **НБ.2 Метод з використанням еквівалентної внутрішньої температури**

Метод, який надано у додатку В цього стандарту, рекомендується застосовувати для:

- визначення точності системи управління та моніторингу щодо забезпечення температури повітря згідно з ДСТУ Б EN 15232;
- визначення впливу типу системи управління та моніторингу на задане значення внутрішньої температури повітря у приміщенні згідно з ДСТУ Б EN 15232.

Порівняння енергоефективності терморегуляторів різного конструктивного виконання не допускається здійснювати за представленою в таблиці В.3 формулою визначення відхилення температури при номінальному навантаженні, викликаного регулюванням радіаторними терморегуляторами, що відповідають EN 215.

#### **НБ.3 Енергоефективність терморегуляторів різного конструктивного виконання**

**НБ.3.1** Порівняння енергоефективності терморегуляторів різного конструктивного виконання допускається здійснювати за:

- класом енергоефективності терморегуляторів;
- експериментально визначеним коефіцієнтом використання теплонадходжень.

Порівняння енергоефективності терморегуляторів рекомендується застосовувати для:

- підвищення інформованості фахівців та споживачів при виборі енергоефективного обладнання;
- оцінки ефективності автоматизованої системи моніторингу та управління будівлею (АСМУБ) за коефіцієнтами ефективності автоматизації, моніторингу та управління будівлею (АМУБ).

**НБ.3.2** Порівняння енергоефективності терморегуляторів різного конструктивного виконання за класом енергоефективності терморегуляторів визначають згідно зі схемою класифікації маркування терморегуляторів за енергоефективністю - TELL-маркування енергоефективності терморегуляторів відповідно до TELL-Thermostatic Efficiency Labelling. Classification scheme for energy efficiency labelling of thermostatic radiator valves 26.04.2011 (Схема класифікації маркування радіаторних терморегуляторів за енергоефективністю від 26.04.2011).

При визначенні класу енергоефективності терморегуляторів застосовують параметри терморегуляторів, що відповідають вимогам EN 215+A1 та отримані незалежним чином і нейтральною стороною в акредитованій згідно з ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 "Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:2005, ЮТ)" випробувальній лабораторії.

**Примітка.** Перелік випробувальних лабораторій, які акредитовані CEN Certifying Committee (CCC3/Keurmark) на тестування терморегуляторів за EN 215+A1, надано на сайті: [www.cert-trv.cenorm.be](http://www.cert-trv.cenorm.be).

Визначення відповідного класу енергоефективності (від А до F) виконують за показником енергоефективності EEI (Energy Efficiency Indicator) згідно з формулою:

$$EEI = (C/1,0 + W/1,5^a) + D/1,0 + Z/40)/4, \quad (\text{НБ.1})$$

де:

C - гістерезис згідно з EN 215, К;

W - вплив температури теплоносія згідно з EN 215, К;

D - вплив перепаду тиску теплоносія згідно з EN 215, К;

Z - час реагування згідно з EN 215, хв;

1,0; 1,5<sup>a)</sup>; 1,0; 40 - гранично-допустимі значення вищезазначених параметрів згідно з EN 215 з відповідними їм одиницями вимірювання.

a) - для терморегулятора з убудованим датчиком температури (сенсором) слід приймати W=1,5, для терморегулятора з передавальною ланкою - W=0,75.

Отримані за формулою (НБ.1) значення слід округляти до сотих (наприклад, 0,53 замість 0,5342).

Клас енергоефективності терморегулятора визначають за таблицею НБ.1

**Таблиця НБ.1** - Клас енергоефективності терморегулятора

Клас енергоефективності терморегулятора	F	E	D	C	B	A
EEI	≤1,00	≤0,90	≤0,80	≤0,70	≤0,60	≤0,50

При порівнянні терморегуляторів різного конструктивного виконання із застосуванням коефіцієнта ефективності автоматизації, моніторингу та управління будівлею (АМУБ) допускається в таблиці 9 ДСТУ Б EN 15232 для класу D значення коефіцієнта ефективності приймати за даними таблиці НБ.2.

**Таблиця НБ.2** - Коефіцієнт ефективності АМУБ/ТУБ  $f_{BAC,HC}$  для житлових будівель з урахуванням різного конструктивного виконання терморегуляторів

Клас енергоефективності терморегулятора	F	E	D	C	B	A
Коефіцієнт ефективності АМУБ/ТУБ $f_{BAC,HC}$	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20

**НБ.3.3** Порівняння енергоефективності терморегуляторів різного констру-

ктивного виконання за експериментально визначеним коефіцієнтом використання теплонадходжень здійснюються шляхом зіставлення теплоспоживання будівлі.

Теплоспоживання будівлі або її частини  $Q_H$  згідно з 5.5 слід розраховувати за стандартом ДСТУ Б EN ISO 13790. При цьому допускається застосовувати не розрахований за методикою стандарту ДСТУ Б EN ISO 13790, а експериментально визначений коефіцієнт використання теплонадходжень:

$$Q_H = Q_{is} - \dot{\eta} \cdot Q_{gn}, \quad (\text{НБ.2})$$

де:  $Q_{is}$  – тепловтрати, Дж;

$Q_{gn}$  – теплові надходження, Дж;

$\dot{\eta}$  – експериментально визначений коефіцієнт використання теплонадходжень.

Експериментально визначений коефіцієнт використання теплонадходжень  $\dot{\eta}$  приймають за даними випробувань, які отримані незалежно й нейтральною стороною згідно з EN 442-2:1996 Radiators and convectors - Part 2: Test methods and rating (Радіатори та конвектори. Методи тестування та оцінки).

При порівнянні терморегуляторів різного конструктивного виконання із застосуванням коефіцієнта ефективності автоматизації, моніторингу та управління будівлею (АМУБ) допускається у таблицях 8 та 9 ДСТУ Б EN 15232 для класу D збільшувати значення цього коефіцієнта на частку економії енергоресурсів за зіставленням енергопотреб будівлі, розрахованою за формулою (НБ.2).

## БІБЛІОГРАФІЯ

### Bibliography

1. Lebrun, J., Marret, D.: "Thermal comfort and energy consumption in winter conditions – Continuation of the experimental study". ASHRAE Trans. 1979, II, Vol.85
2. Olesen, B. W., P. Kjerulf-Jensen: "Energy consumption in a room heated by different methods". Proc. of Second International CIB Symposium on Energy Conservation in the Built Environment, Copenhagen, 1979
3. Olesen, B. W., J. Thorshauge: "Differences in comfort sensations in spaces heated in different ways. Danish experiments", in Indoor Climate, P. O. Fanger and O. Valbjorn, eds. Copenhagen: Danish Building Research Institute, 1979
4. Olesen; B. W., E. Mortensen., J. Thorshauge, and B. Berg-Munch: "Thermal comfort in a room heated by different methods". ASHRAE Transactions 86 (1), 1980
5. Olesen, B.W.: "Energy consumption and thermal comfort in a room heated by different methods". CLIMA-2000, Budapest, 1980
6. Bauer, M.: Methoden zur Berechnung und Bewertung des Energieaufwandes für die Nutzenübergabe bei Warmwasserheizungen, PhD-Thesis, University Stuttgart, 1999
7. Kremonke A., Richter W.: Energetische Kennwerte von Heizungsanlagen - Wärmeabgabe und Regelung, Forschungsbericht, TU Dresden, 1997
8. Seifert, J.: Zum Einfluss von Luftströmungen auf diethermischen und aerodynamischen Verhältnisse in und an Gebäuden, PhD - Thesis, TU Dresden, 2005
9. Seifert, J., Felsmann, C. Richter, W.: Ganzheitlicher energetischer Vergleich von Heizungsanlagen für Niedrigenergiehäuser Teil 1 + 2, Forschungsbericht, TU Dresden, 2004
10. EN 60675, Household electric direct-acting room heaters - Methods for measuring performance (IEC 60675:1994) (Побутові електричні кімнатні обігрівачі прямої дії. Методи перевірки робочих характеристик).

11. EN 215, Thermostatic radiator valves - Requirements and test methods (Термостатичні клапани радіаторів. Технічні вимоги та методи випробувань).
12. prEN 15500, Control for HVAC applications - Electronic individual zone control equipment (Системи управління для опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Електронне обладнання систем місцевого управління).
13. DIN V 18599-6, Energy efficiency of buildings - Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting (Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання та енергопотреби для опалення, охолодження, гарячого водопостачання та освітлення).
14. EN 1264, Floor heating - Systems and components (Тепла підлога. Системні рішення та обладнання).
15. EN 12828, Heating systems in buildings - Design for water-based heating systems (Системи опалення будівель. Проектування систем водяного опалення).
16. EN 14336, Heating systems in buildings - Installation and commissioning of water based heating systems (Системи опалення будівель. Монтаж та налагодження систем водяного опалення).
17. EN 15232, Energy performance of buildings - Impact of Building Automation, Controls and Building Management (Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями).
18. EN 15316-2-3, Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 2-3: Space heating distribution systems (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-3. Теплорозподілення в системі опалення).

Код УКНД 91.140.10

Ключові слова: виділення теплоти, розрахунковий період, потреба в енергії, первинна енергія, поставлена енергія, енергоефективність, споживання енергії, допоміжна енергія, відновлена енергія, системні тепловтрати, еквівалентна внутрішня температура, зона, що кондиціонується.