



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

Росен Цеков

ЕНЕРГИЙНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДИ

София
2024

Авторът изказва своята благодарност на всичките си преподаватели, ментори, съветници, рецензенти и поддръжници, без които този труд не би съществувал.

В настоящия труд са представени материали, които могат да бъдат използвани от широк кръг инженери в областта на енергийната ефективност, както и от студенти по дисциплината „Енергийни характеристики на сгради“. Материалите са представени чрез авторското виждане, в съответствие с добрите инженерни практики и съвременните изисквания към енергийната ефективност на сградите, насочени основно към различни подходи и методи при създаване на симулационни компютърни модели на енергийното потребление в сгради.

Изображение на корицата: <https://allpngfree.com/all-png-free-transparent-background-clipart-tknsn>

СЪДЪРЖАНИЕ

Глава 1. Показатели за оценка на енергийните характеристики. Енергийни и екологични характеристики на сградите.....	5
Глава 2. Българската нормативна база по енергийна ефективност в сгради. Основни принципи за намаляване на разходите за енергия в сгради.....	10
Глава 3. Обследване за енергийна ефективност в сгради. Основни задачи. Етапи и съдържание.....	17
Глава 4. Бази данни за енергийното обследване. Видове бази данни. Начини за събиране на данните. Източници на грешки. Анализ на данните. Статистически методи. Анализ на промените в потреблението на енергия във времето. Установяване на основната линия на енергопотребление.....	21
Глава 5. Необходими средства за измерване на топлинни, хидравлични и електрически параметри.....	30
Глава 6. Моделиране и симулиране на енергопотреблението в сгради. Инженерни принципи за определяне на топлинни зони в сграда. Топлинно зонироване на сградата.....	41
Глава 7. Модели на енергийно потребление на сгради за периода на отопление.....	48
Глава 8. Моделиране на системи за охлаждане.....	54
Глава 9. Моделиране на системи за осигуряване на обработен пресен въздух.....	59
Глава 10. Моделиране на системи за битово горещо водоснабдяване.....	62
Глава 11. Моделиране на осветление, уреди, помпи и вентилатори	65

Глава 12. Моделиране на системи за оползотворяване на възобновяеми източници на енергия и интегриране в енергийния модел на сградата.....	65
Глава 13. Калибриране на модела. Нормализиране на модела. Специфични особености при моделиране на енергоспестяващи мерки.....	80
Глава 14. Показатели за икономическа оценка на енергийни проекти.....	91
Глава 15. Сертификати за енергийни характеристики на сгради. Образци за нови и за съществуващи сгради, нормативен ред и правила за сертифициране. Изготвяне на сертификатите за енергийни характеристики на сгради.....	109

ГЛАВА 1

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ОЦЕНКА НА ЕНЕРГИЙНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ЕНЕРГИЙНИ И ЕКОЛОГИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДИТЕ

1.1 Показатели за оценка на енергийните характеристики

Енергийните характеристики на сградите се оценяват чрез различни показатели, дефиниращи енергийната ефективност на сградите.

Показателите на енергийните характеристики на сградите се изчисляват или измерват като количествени числови стойности, характеризиращи енергийно преобразуване или потребление на енергия.

В зависимост от вида на оценката за енергийно потребление показателите на енергийните характеристики на сградите биват частични и общи и се класифицират в три основни групи:

Група 1 – частични показатели, характеризиращи енергопреобразуващите и енергопреносните свойства на елементите на конструкцията и на елементите на системите за осигуряване на микроклимата:

- а) коефициент на топлопреминаване през външните стени ($U, W/m^2K$);
- б) коефициент на топлопреминаване на прозорците ($U, W/m^2K$);
- в) коефициент на топлопреминаване на покрива ($U, W/m^2K$);
- г) коефициент на топлопреминаване на пода ($U, W/m^2K$);
- д) коефициент на полезно действие на генератора на топлина и/или студ ($\eta, \%$);
- е) коефициент на трансформация на генератора на топлина и/или студ;
- ж) коефициент на полезно действие на преноса на топлина от източника до отоплявания и/или охлаждадения обем на сградата ($\eta, \%$);

Група 2 – частични показатели, характеризиращи енергопотреблението на технологичните процеси за отопление, охлаждане, вентилация и гореща вода за битови нужди:

- а) топлинни загуби от топлопреминаване към околната среда (kW);
- б) топлинни притоци от топлопреминаване от околната среда (kW);
- в) специфични топлинни загуби от топлопреминаване (W/m^2);
- г) специфични топлинни притоци от топлопреминаване (W/m^2);
- д) топлинни загуби от инфилтрация на външен въздух (kW);
- е) специфични топлинни загуби от инфилтрация (W/m^2);
- ж) общи топлинни загуби/притоци (kW);
- з) общи специфични топлинни загуби/притоци (W/m^2);

- и) топлинна мощност на системата за отопление (kW);
- к) годишно потребление на енергия за отопление (kWh);
- л) годишно потребление на енергия за охлаждане (kWh);
- м) специфично потребление на енергия за отопление (kWh/m²);
- н) специфично потребление на енергия за охлаждане (kWh/m²);
- о) топлинна мощност на системата за вентилация (kW);
- п) годишен разход на енергия за вентилация (kWh);
- р) специфично потребление на енергия за вентилация (kWh/m²);
- с) топлинна мощност на системата за гореща вода (kW);
- т) специфично потребление на енергия за гореща вода (kWh);
- у) специфично потребление на енергия за гореща вода (kWh/m²);

Група 3 – общи показатели, характеризиращи енергопотреблението на сградата като цяло (обща енергийни характеристики):

а) обща топлинна мощност за отопление, охлаждане, вентилация и гореща вода (kW);

б) обща специфична топлинна мощност за отопление, охлаждане, вентилация и гореща вода (kW/m²);

в) обща електрическа мощност за отопление, охлаждане, вентилация, гореща вода, осветление и уреди (kW);

г) обща специфична електрическа мощност за отопление, охлаждане, вентилация, гореща вода, осветление и уреди (kW/m²);

д) обща специфична електрическа мощност за уреди, потребяващи енергия (W/m²);

е) общо годишно потребление на енергия за отопление, охлаждане, вентилация, гореща вода, осветление и уреди (kWh);

ж) общо специфично годишно потребление на енергия за отопление, охлаждане, вентилация, гореща вода, осветление и уреди (kWh/m²);

з) общо годишно потребление на енергия за отопление и вентилация (Wh/m³.DD).

В зависимост от начина на определянето им показателите на енергийни характеристики са:

1. изчислени – базирани на изчислени енергийни характеристики по методите на EPB стандарти и/или национални изчислителни методи;

2. измерени – базирани на измерени енергийни характеристики.

В зависимост от целите, за които се извършва оценката на показателите на енергийни характеристики, енергийните характеристики се определят като:

1. проектни енергийни характеристики, изчислени с проектни данни за сградата и стандартен набор от условия за енергийното потребление и климатични данни;

2. енергийни характеристики по „екзекутив“, изчислени с данни за сградата след строителството преди въвеждането ѝ в експлоатация и стандартен набор от условия за енергийното потребление и климатични данни;
3. експлоатационни енергийни характеристики, изчислени или измерени при обследване на сградата.

1.2 Енергийни и екологични характеристики на сградите

Енергийните характеристики на сграда отразяват типичното потребление на енергия на сградата и се определят въз основа на:

1. изчислено енергопотребление – за нови сгради;
2. действително измерено и изчислено енергопотребление – за съществуващи сгради.

При оценката на енергийните характеристики се прилага интегриран подход към: елементите на конструкцията, техническите сградни инсталации, влиянието на обитателите и режимите параметри, вътрешните топлинни източници, параметрите на микроклимата и външните климатични условия, като оценката се прави на цялата сграда или на отделни части от нея, които имат различно предназначение при спазване на условията за сертифициране на цяла сграда или на части от сградата, така както са определени в ЗЕЕ.

Типичното потребление на енергия е резултат от съвместното влияние на най-малко следните компоненти, които се включват в енергийния баланс на сградата:

1. ориентацията, размерите и формата на сградата;
2. техническите характеристики на ограждащите и вътрешните елементи на конструкцията, в т.ч.:
 - а) действителни топлинни, оптически и радиационни характеристики: топлинен капацитет, топлопроводност и топлинно съпротивление, енергопреминаване, характеристики на пасивно отопление, охлаждащи компоненти, топлинни мостове;
 - б) въздухопропускливост;
3. системите за генериране на топлина и студ, ефективностите и загубите в разпределителните мрежи на тези системи (с използване на конвенционални източници на енергия или високотехнологични генерационни системи, вкл. за комбинирано производство на електричество и топлина, в т.ч. основани на оползотворяване на топлината на газ, системи за оползотворяване на енергия от биомаса и други възобновяеми източници, в т.ч. фотоелектрически и топлинни, системи за оползотворяване на топлина и студ от отработен въздух, термopомпи и др.);
4. системите за отопление и гореща вода за битови нужди, включително изолационните им характеристики, ефективности и загуби в разпределителните мрежи;

5. системите за охлаждане (вкл. основани на приложението на иновативни хладилни агенти или основани на използване потенциала на топлина от слънчева енергия или друга високоефективна технология);

6. системите за принудителна вентилация, естествената вентилация чрез инфилтрация и аерация;

7. осветителните инсталации, вкл. вградено осветление, естественото осветление;

8. пасивните слънчеви системи и слънчевата защита;

9. вътрешните топлинни условия, включително проектните параметри на вътрешния въздух;

10. външните климатични условия;

11. вътрешните енергийни товари и енергийният разход на оборудване и уреди, потребяващи енергия.

В зависимост от техническите изисквания, за които е предназначена, енергийната характеристика (EP) на дадена сграда може да се определи и изрази по един от следните начини:

1. като частична енергийна характеристика – включваща един от показателите на енергийните характеристики:

$$(1.1) EP = P,$$

2. като частична енергийна характеристика – включваща съвкупност от няколко показателя на енергийните характеристики:

$$(1.2) EP = \{P_j, j = 1, 2, \dots, m\},$$

m – общият брой на избраните показатели;

3. като обща (интегрирана) енергийна характеристика за годишно потребление на енергия, базирана на типичното потребление на енергия и изразена като общо или като специфично годишно потребление на енергия (kWh/год./kWh/m².год.):

$$(1.3) EP = \{P_i, i = 1, 2\}, \text{ където:}$$

P, P_j и P_i са показатели описани в т.1.1.

Общата (интегрирана) енергийна характеристика може да се определи като потребна (доставена) енергия и/или като първична енергия за сградата.

- потребната енергия се определя на две нива като нетна и като брутна потребна енергия в зависимост от границите на енергийния баланс на сградата, съгласно Наредба РД 02-20-3/09.11.2022 г., Приложение1 - Национална методика за изчисляване на енергийните характеристики в сгради.

Брутната потребна енергия на сграда има екологичен еквивалент, който се определя съгласно:

$$(1.4) EM_{P,CO_2e} = \left(\sum_{i=1}^m Q_i K_{CO_2e,i} \right) \cdot 10^{-6}$$

Стойността на енергийната характеристика като първична енергия се определя, като всяка една съставляваща на потребната енергия се увеличи със съответстващите ѝ загуби за добив/производство и пренос съгласно:

$$(1.5) E_{P,nren} = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot f_{P,nren,i}, \text{ kWh}$$

3. Фактори на емисиите на парникови газове

Факторите на емисиите на парникови газове се изразяват в kg CO₂ еквивалент на kWh и могат да включват и еквивалентните емисии на други парникови газове като метан, водни пари и т.н. Стойностите на коефициента на екологичен еквивалент KCO_{2e} за различни енергийни ресурси са представени в таблица 1.1.

Таблица. 1.1.

Вид енергиен ресурс/енергия	f_{Pnren}	f_{Pren}	f_{Ptot}	K_{CO2e}
	-			g CO ₂ /KWh
Изкопаеми горива				
Твърдо	1,1	0	1,1	360
Течно	1,1	0	1,1	290
Газообразно	1,1	0	1,1	220
Биогорива				
Биогориво твърдо	0,2	1	1,2	40
Биогориво течно	0,5	1	1,5	70
Биогориво газообразно	0,4	1	1,4	100
Централизирано топлоснабдяване				
Топлина от централизирано топлоснабдяване	1,3	0	1,3	290
Електричество от отдалечен източник				
Електричество	2,3	0,2	2,5	486
Енергия, подавана от носител на място и в близост				
Слънчева – PV електричество	0	1	1	0
Слънчева - термална	0	1	1	0
Вятърна	0	1	1	0
От околната среда:Гео-, аеро-, хидротермална	0	1	1	0

ГЛАВА 2

БЪЛГАРСКАТА НОРМАТИВНА БАЗА ПО ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ В СГРАДИ. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА РАЗХОДИТЕ ЗА ЕНЕРГИЯ В СГРАДИ

2.1 Национална нормативна уредба на ЕЕ на сгради

Закон за устройство на територията (ЗУТ) в чл. 169 определя икономията на енергия и топлосъхранение като едно от седемте основни изисквания при проектиране, изпълнение и поддържане на строежите наред с механично съпротивление и устойчивост; безопасност в случай на пожар; хигиена, здраве и околна среда; достъпност и безопасност при експлоатация; защита от шум; устойчиво използване на природните ресурси.

Според **Наредба № 4 от 21.05.2001 г. за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти** част „Енергийна ефективност“ е неразделна част на инвестиционния проект (във фаза идеен, технически и работен проект), въз основа на който се издава разрешение за строеж на сгради с изискване за поддържане на микроклимат с определени параметри.

Част „Енергийна ефективност“ към инвестиционните проекти се разработват при спазване изискванията на Глава IV от **Наредба № РД-02-20-3 от 9.11.2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради** /обн., ДВ, бр. 92 от 18.11.2022 г., посл. изм. ДВ, бр. 3 от 10.01.2023 г., с нея се отменя Наредба № 7 за енергийна ефективност, топлосъхранение и икономия на енергия в сгради/

Част „Енергийна ефективност“ съдържа обяснителна записка, изчисления и графични схеми.

На фаза идеен проект част "Енергийна ефективност" съдържа: обяснителна записка с общо описание на сградата, което включва: предназначение на сградата и нормативни изисквания към параметрите на микроклимата в зависимост от предназначението, местонахождение, вкл. климатичната зона съгласно картата от приложение № 3, общи геометрични характеристики, когато са известни (разгъната застроена площ, отопляема площ, площ на пода на охлаждащи пространства, обща климатизирана площ, етажност, режим на обитаване; идейно решение за вида и структурата на ограждащите елементи; Изчисления по чл. 51; Графични схеми на най-характерните ограждащи елементи на конструкцията, въз основа на които е изчислен обобщеният коефициент на топлопреминаване за сградата; на схемите се показват структурите на плътните елементи на конструкцията с информация за топлофизичните им характеристики и дебелини, а по преценка

на проектанта - и друга продуктова и/или техническа информация, която е известна на идейната фаза на проектиране.

На фаза технически и работен проект част "Енергийна ефективност" съдържа: Описание на сградата, включващо предназначение, местонахождение, ориентация, режими на обитаване, общи геометрични характеристики, в т. ч. отопляема площ, площ на пода на пространството, което се охлажда, климатизирана площ, брутен и нетен обем на сградата, геометрични и топлофизични характеристики на ограждащите елементи на конструкцията, систематизирани по видове и по небесна ориентация; Параметри на вътрешния климат в зависимост от категорията на топлинната среда и режимите на обитаване на сградата; Зони на сградата (отоплявани и/или охлаждаани) с режимите им на обитаване, определени по критериите в приложение № 1; Проектно допускане/условия за среднопретеглен брой на обитателите (в т. ч. и потенциалните посетители), определен като едновременно дневно присъствие; Систематизирано описание на източниците на топлинни печалби в сградата/зоните по функционални групи и заложените за тях проектни условия за режими на работа и едновременни мощности; Енергиен баланс на сградата, съставен по компоненти и системи, потребляващи енергия съгласно изискванията на наредбата; Оценка на възможностите за оползотворяване на възобновяема енергия; Общо и специфично годишно потребление на енергия, изчислено по потребна и по първична енергия; Клас на енергопотребление на проектираната сграда; Всички енергийни характеристики, изискващи се за издаване на сертификат за енергийните характеристики на нова сграда и необходими за извършване на оценка за съответствие на инвестиционния проект с изискванията за енергийна ефективност, определени в наредбата.

Част „Енергийна ефективност“ на инвестиционния проект на сграда подлежи на оценка, която включва:

1. проверка на обхвата, съдържанието и съответствието на изчисленията в част "Енергийна ефективност" с изискванията на наредба № РД-02-20-3 и националната изчислителна методика от приложение № 1 към наредбата;

2. оценка за постигнатата съгласуваност между част "Енергийна ефективност" и други проектни части с оглед недопускане постигане на енергийни характеристики за сметка на и в нарушение на технически изисквания, свързани с други основни изисквания към строежите, чл. 169, ал. 1 от ЗУТ;

3. наличието в част "Енергийна ефективност" на всички геометрични и енергийни характеристики, изискващи се за издаването на сертификат за енергийни характеристики на нова сграда преди въвеждането на сградата в експлоатация.

Оценката за съответствие се оформя във вид на самостоятелен доклад, който се подпечатва с печата на юридическото лице, изпълнител на оценката, и се подписва от управителя и от консултантите по енергийна ефективност в състава на юридическото лице, изпълнител на оценката.

Наредба № РД-02-20-3 от 9.11.2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради е основен нормативен акт при извършване на оценка за енергийна ефективност на сгради. Тя се прилага при:

- проектиране на нови сгради – жилищни и за обществено обслужване и оценяване на съответствието на инвестиционни проекти с изискванията за енергийна ефективност на сградите, както беше посочено по-горе;

- проектиране, свързано с постигане на изискванията за енергийна ефективност при основно обновяване, основни ремонти, преустройства, реконструкции, надстрояване и пристрояване на съществуващи сгради;

- обследване и сертифициране за енергийна ефективност на сгради съгласно изискванията, определени в Закона за енергийната ефективност (ЗЕЕ);

- проектиране и обследване за енергийна ефективност на сгради - културни ценности, включени в обхвата на Закона за културното наследство, доколкото подобряването на енергийните характеристики на ограждащите елементи и/или на техническите системи в тези сгради не води до нарушаване на архитектурните и/или художествените характеристики на сградите.

- изчисляване на енергийните характеристики на производствени сгради, за които националната методика по чл. 1, т. 2 може да се приложи в случаите, в които са поставени изисквания за поддържане на микроклимат с определени параметри. В този случай Наредба №РД-02-20-3 има ограничено приложение, доколкото производствените сгради в общия случай са част от производствени системи и изискванията, за които изискванията на енергийна ефективност се уреждат с други нормативни актове.

Наредбата не се прилага за: спомагателни, стопански, обслужващи и второстепенни постройки на допълващото застрояване по смисъла на чл. 20, ал. 3 от Закона за устройство на територията (ЗУТ); Текущ ремонт в сгради или в части от тях, както и при вътрешни преустройства и ремонти на самостоятелни обекти или помещения в съществуващи сгради, при които извършваните строителни и монтажни работи (СМР) по елементи на конструкцията и/или по системите за поддържане на микроклимата не променят енергийните им характеристики спрямо състоянието преди ремонта.

С Наредба № РД-02-20-3 от 9.11.2022 г. се определят:

А/ Показателите на енергийните характеристики (ЕРВ показатели) и изискванията към енергийните характеристики на сградите;

Б/ Националната изчислителна методика за оценка на енергийните характеристики на сградите, която се прилага задължително за всички сгради,

които подлежат на сертифициране за енергийна ефективност. Методиката е представена в приложение №1 към Наредбата;

В/ Скалата на класовете на енергопотребление с числови граници за различни по предназначение категории сгради и минималните изисквания за енергийна ефективност в съответствие със скалата за съответната категория сгради;

Г/ Изискванията за енергийна ефективност към инвестиционните проекти на сгради, които бяха разгледани по-горе.

Класовете на енергопотребление се изразяват в 7-степенна стъпаловидна скала с фиксирани числови граници на първичната енергия EP_{min} и EP_{max}, от най-нисък клас "G" - съответстващ на най-лоша енергийна ефективност, до най-висок клас "A" - съответстващ на най-добра енергийна ефективност. EP е общата (интегрирана) енергийна характеристика - "специфично годишно потребление на енергия" (kWh/m².год.) на сградата. Общата (интегрирана) енергийна характеристика на сградата включва годишното потребление на енергия за отопление, охлаждане, вентилация, гореща вода за битови нужди, осветление и уреди, потребяващи енергия, отнесен към един квадратен метър от общата климатизирана площ на сградата.

Границите на класовете на енергийна ефективност са различни за всяка категория сгради (като пример на фигура 2.1 са представени класовете на енергийна ефективност за жилищни сгради):

Клас	EP _{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	ЕДНОФАМИЛНИ ЖИЛИЩНИ СГРАДИ	Клас	EP _{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	МНОГОФАМИЛНИ ЖИЛИЩНИ СГРАДИ
A	Не се дефинира	EP <	83		A	Не се дефинира	EP <	90	
B	83	≤ EP <	166		B	90	≤ EP <	180	
C	166	≤ EP <	203		C	180	≤ EP <	235	
D	203	≤ EP <	240		D	235	≤ EP <	290	
E	240	≤ EP <	300		E	290	≤ EP <	363	
F	300	≤ EP <	360		F	363	≤ EP <	435	
G	360	≤ EP	Не се дефинира		G	435	≤ EP	Не се дефинира	

Фиг. 2.1. Класове на енергопотребление на едно и многофамилни жилищни сгради

жилищни сгради: еднофамилни и многофамилни (жилищни блокове);

нежилищни сгради - сгради за обществено обслужване: административни сгради (офиси); сгради за образование и наука - училища, университети, детски градини и детски ясли; сгради в областта на здравеопазването: лечебни заведения за болнична помощ (всички видове болници), лечебни заведения за извънболнична помощ, медицински центрове;

сгради в областта на хотелиерството, ресторантьорството и общественото хранене; сгради в областта на търговията (сгради за търговски услуги на едро и дребно); сгради за спорт; други видове сгради, потребители на енергия - сгради в областта на културата и изкуствата.

Постигнатата енергийна ефективност на съществуващи сгради, чието предназначение не попада в категориите сгради със скала с регламентирани числови граници на класовете (сгради за обществено обслужване в областта на транспорта - жп гари, автогари, сгради на летища и др.), се оценява по скала с индивидуални граници на класовете, които се изчисляват за конкретната сграда.

Съответствието с изискванията за енергийна ефективност на сградите се приема за изпълнено, когато:

➤ **Нови** сгради от съответната категория са проектирани с близко до нулево потребление на енергия, което по дефиниция от ЗЕЕ значи, че енергопотреблението, определено като първична енергия отговаря на **клас „А“** за съответния вид сграда и най-малко 55 % от потребената (доставената) енергия за отопление, охлаждане, вентилация, гореща вода за битови нужди и осветление е енергия от възобновяеми източници, разположени на място на ниво сграда или в близост до сградата. (Това изискване е в сила от 01.01.2024 г.)

➤ **Съществуващи** сгради от съответната категория, които са **заети от публични органи**, трябва да имат потребление на първична енергия най-малко в съответствие с **клас "В"** съгласно изискванията на Наредбата.

➤ **Съществуващи** сгради от съответната категория, които **не са заети от публични органи**, трябва да имат потребление на първична енергия най-малко в **клас "В"** съгласно изискванията на Наредбата. Допуска се, когато с обследване за енергийна ефективност е доказана техническа и/или функционална неосъществимост за изпълнение на изискването, потреблението на първична енергия да съответства на клас **"С"**.

При обследване за енергийна ефективност на сградите задължително се предлага пакет от енергоспестяващи мерки, след изпълнението на който сградата достига съответствие с изискването за близко до нулево потребление на енергия. Пакетът от мерки се изпълнява, когато при доказаната му техническа и икономическа осъществимост предлага най-добрата алтернатива за ефективност на разходите за енергия в сравнение с други предложени пакети от мерки за сградата.

2.2. Основни принципи за намаляване на разходите за енергия в сгради

Наредба № Е-РД-04-3 от 04.05.2016 г. за допустимите мерки за осъществяване на енергийни спестявания в крайното потребление,

начините на доказване на постигнатите енергийни спестявания, изискванията към методите за тяхното оценяване и начините за потвърждаването им (обн., ДВ, бр. 38 от 20.05.2016 г., посл. изм. ДВ, бр. 102 от 23.12.2022г.) С тази наредба се определят допустимите мерки за осъществяване на енергийни спестявания в крайното потребление на енергия; начините за доказване на постигнатите енергийните спестявания; изискванията към методите за оценяване на енергийните спестявания; начините за потвърждаване на постигнатите енергийните спестявания, условията, редът и формата за издаване, прехвърляне и отмяна на удостоверения за енергийни спестявания.

Методики за оценяване на енергийни спестявания, утвърдени със заповеди на министъра на енергетиката, които могат да се използват за доказване на енергийни спестявания от мерки, приложени в периода 2021 – 2030 в съответствие с изискванията на чл. 20а, ал. 5 от ЗЕЕ:

- Методика за оценяване на енергийни спестявания в резултат на енергийни консултации на домакинства, утвърдена със Заповед № Е-РД-16-99/16.02.2022 г. на министъра на енергетиката

- Методика за оценяване на енергийни спестявания в резултат на инсталиране на интелигентни системи за измерване и контрол (smart meter) за домакинства, утвърдена със Заповед № Е-РД-16-100/16.02.2022г. на министъра на енергетиката

- Методика за оценяване на енергийни спестявания в резултат на монтаж на нов високоефективен газов котел или подмяна на съществуващ от по-нисък клас, утвърдена със Заповед № Е-РД-16-86/14.02.2022г. на министъра на енергетиката

- Методика за оценяване на енергийните спестявания след смяна на горивната база с природен газ (газификация), утвърдена със Заповед № Е-РД-16-90/15.02.2022г. на министъра на енергетиката

- Методика за оценяване на енергийните спестявания при преминаване към централизирано топлоснабдяване, утвърдена със Заповед № Е-РД-16-93/15.02.2022г. на министъра на енергетиката

- Методика за оценяване на енергийните спестявания при управление на енергията в абонатна станция, утвърдена със Заповед № Е-РД-16-91/15.02.2022г. на министъра на енергетиката

- Методика за оценяване на енергийните спестявания при монтиране на сензори за контрол на осветлението, утвърдена със Заповед № Е-РД-16-95/15.02.2022г. на министъра на енергетиката

- Методика за оценяване на енергийните спестявания при подмяна на съществуващи инсталации за битово горещо водоснабдяване с нови инсталации, които са напълно изолирани за съществуващи клиенти на

топлопреносни предприятия, утвърдена със Заповед № Е-РД-16-386/24.06.2022 г. на министъра на енергетиката

- Методика за оценяване на енергийните спестявания при подмяна и топлоизолиране на съществуващи инсталации за топла вода за БГВ, с присъединяване на нови клиенти за топлофикационните дружества, утвърдена със Заповед № Е-РД-16-385/24.06.2022 г. на министъра на енергетиката

- Методика за оценяване на енергийните спестявания при преустройство от вертикални двутръбни към хоризонтални двутръбни отоплителни инсталации с индивидуално измерване на консумираната енергия, утвърдена със Заповед № Е-РД-16-384/24.06.2022 г. на министъра на енергетиката

Методиките са достъпни на <https://www.seea.government.bg/bg/metodiki/2-uncategorised/10209-aktualizirani-metodiki>

ГЛАВА 3

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ В СГРАДИ. ОСНОВНИ ЗАДАЧИ. ЕТАПИ И СЪДЪРЖАНИЕ

3.1. Основни задачи

Условията и редът за извършване на обследване за енергийна ефективност на сгради в експлоатация са дефинирани в Наредба № Е-РД-04-2 от 16 декември 2022 г. Обследването за енергийна ефективност на сграда в експлоатация има за предмет:

1. идентификация на сградните ограждащи елементи на конструкцията и системите за осигуряване на микроклимата, измерване и изчисляване на енергийните характеристики, анализ и определяне на потенциала за намаляване на разхода на енергия;

2. разработване на мерки за повишаване на енергийната ефективност и/или мерки за оползотворяване на енергия от възобновяеми източници, приложими за конкретната сграда в района на нейното местонахождение;

3. технико-икономическа оценка на мерките за повишаване на енергийната ефективност и на съотношението „разходи – ползи“;

4. оценка на емисиите CO₂, които ще бъдат спестени в резултат на прилагането на мерки за повишаване на енергийната ефективност.

Обследването на сграда в експлоатация обхваща:

1. средствата за измерване и контрол на енергийните потоци в сградата;

2. системите за изгаряне на горива и преобразуване на входящите в сградата енергийни потоци, в т.ч. от възобновяеми източници;

3. топлопреносните системи – водни, парокондензни, въздушни;

4. електроснабдителните системи;

5. осветителните системи;

6. системите за осигуряване на микроклимата;

7. системите за гореща вода за битови нужди;

8. елементите на конструкцията на сградата (ограждащи и вътрешни).

3.2. Етапи и съдържание

Обследването за енергийна ефективност протича следните основни етапи:

1. подготвителен етап, по време на който се извършват: оглед на сградата; събиране и обработка на първична информация за сградата и за разход на енергия по видове горива и енергии и финансови разходи за енергия

за представителен предходен период от време, но не по-малко от три календарни години, предхождащи обследването;

2. етап на установяване на енергийните характеристики на сградата, по време на който се извършват: анализ на съществуващото състояние и енергопотреблението; изготвяне на енергийни баланси, определяне на базовото енергопотребление, анализ на текущото и базовото енергийно потребление, определяне на видовете измервания, които е необходимо да се направят в сградата, за да се установят характеристиките по основното ѝ предназначение към момента на обследването, както и експлоатационните параметри на техническите системи, потребяващи енергия; измервания за събиране на данни и подробна информация, необходима за инженерни изчисления на енергийните характеристики на ограждащите конструкции и елементи на сградата и за енергопреобразуващите процеси и системи; обработване и детайлизиран анализ на данните, събрани от измерванията в сградата, и систематизирането им по начин, позволяващ изчисляване на енергийните ѝ характеристики в съответствие с методиката от приложение № 1 в наредбата по чл. 31, ал. 4 от ЗЕЕ; анализ на съществуващата система за управление на енергопотреблението; изчисляване на енергийните характеристики на сградата и определяне на потенциала за тяхното подобряване; идентифициране на наличните възобновяеми източници на място, в близост и отдалечено от конкретната сграда и оценка на възможния дял на оползотворяването им в първичното потребление на енергия на сградата;

3. етап на разработване на мерки за повишаване на енергийната ефективност и/или мерки за оползотворяване на енергия от възобновяеми източници, по време на който се извършват: изготвяне на списък от мерки с оценен енергоспестяващ ефект за повишаване на енергийната ефективност; определяне на годишния размер на енергоспестяването за всяка мярка, остойностяване на единични мерки, подреждане на мерките по показател "срок на откупуване"; формиране на пакети от енергоспестяващи мерки, определяне на годишния размер на енергоспестяването за всеки пакет с отчитане на взаимното влияние на отделните мерки в пакета, технико-икономическа оценка на всеки от пакетите от мерки, определяне на класа на енергопотребление, съответстващ на изпълнението на всеки пакет, в т.ч. на инвестициите за неговото изпълнение; сравнителен анализ на оценените пакети от мерки и определяне на икономически целесъобразния пакет от енергоспестяващи мерки за достигане на нормативно определения минимален клас на енергопотребление по скалата на класовете на енергопотребление за съответната категория сгради, към която сградата принадлежи по предназначение; избор на пакет от енергоспестяващи мерки, съгласуван с възложителя, въз основа на който ще бъде издаден сертификатът за енергийни

характеристики на сградата; анализ и оценка на количеството спестени емисии CO₂ в резултат на разработените мерки за повишаване на енергийната ефективност – оценката се извършва по потребна енергия и поотделно за всеки от разработените пакети с енергоспестяващи мерки;

4. заключителен етап, по време на който се извършват: изготвяне на доклад и резюме за отразяване на резултатите от обследването; представяне на доклада и резюмето на собственика на сградата или управителя на етажната собственост/сдружението на собствениците.

В процеса на обследването на енергията от възобновяеми източници се оценява като алтернатива на доставената енергия от невъзобновяеми източници по съотношението "разходи – ползи" и включва: идентифициране на енергопреобразуващите и енергопреносните системи за оползотворяване на енергия от възобновяеми източници, приложими за конкретната сграда; техническа оценка за съвместимост, осъществимост и функционалност на наличните системи за генериране на топлина и/или студ в сградата и системите за електроснабдяване със системи за оползотворяване на енергия от възобновяеми източници, които могат да се оползотворят на място, в близост или отдалечено от сградата; събиране на информация за наличния потенциал на слънчевата енергия за района на местонахождение на сградата и за други възобновяеми източници на енергия в района на сградата; изчисляване на първичната невъзобновяема енергия, първичната възобновяема енергия и общата първична енергия за сградата по методиката от приложение № 1 на наредбата по чл. 31, ал. 4 от ЗЕЕ; определяне на дела на възобновяемата енергия в общия енергиен баланс на сградата по първична енергия; определяне на прогнозната стойност на инвестициите за оползотворяване на енергията от възобновяеми източници в сградата; изчисляване на спестените емисии CO₂ в резултат на включването на източници на възобновяема енергия.

Резултатите от обследването за енергийна ефективност се отразяват в доклад и резюме.

Докладът съдържа най-малко:

Обща информация за сградата и собствеността, местоположението и адреса, година на първоначално въвеждане в експлоатация, собственик на сградата, лицето, отговорно за възлагане на обследването, неговата длъжност и данни за контакт; Подробно описание на сградата, включително режими на обитаване, брой обитатели, конструкция, енергоснабдяване, информация за извършвани ремонти, история за извършени предходни обследвания и за изпълнени енергоспестяващи мерки, когато е приложимо;

Анализ и оценка на състоянието на енергийните им характеристики на сградните ограждащи конструкции и елементи; Данни и доказателства за извършени измервания, анализ и оценка на енергийните характеристики при съществуващото състояние на системите за производство, пренос,

разпределение и потребление на енергия в количество и обем, съответстващи на сложността на системите и необходими за установяване на техническото им състояние и ефективност; Енергиен баланс на сградата и базово енергопотребление за основните енергоносители; Клас на енергопотребление въз основа на изчислената стойност на общата интегрирана енергийна характеристика специфично годишно потребление на енергия в kWh/m² по базово енергопотребление; Оценка на специфичните възможности за намаляване на разхода за енергия; Подробно описание с технико-икономически анализ на мерки за повишаване на енергийната ефективност, групирани в най-малко два пакета, единият от които за достигане на техническите изисквания за сграда с близко до нулево потребление на енергия; Клас на енергопотребление (прогнозен) в резултат от прилагането на всеки предложен пакет от енергоспестяващи мерки; сравнителен анализ на икономическата ефективност на всеки от пакетите с енергоспестяващи мерки; Сравнителна оценка на годишното количество спестени емисии CO₂ за всеки предложен пакет енергоспестяващи мерки и оценка по показател за инвестиционните разходи за 1 тон спестени емисии CO₂; Заключение и препоръки, когато е приложимо. Когато с обследването за енергийна ефективност се цели доказване на постигнати енергийни спестявания, докладът по ал. 1 съдържа и оценка на количеството спестена енергия в сградата в резултат на изпълнение на енергоспестяващи мерки, предписани с предходно обследване, прието за базово.

Резюмето се изготвя по утвърден образец, който не може да се допълва, изменя или съкращава от лица извършили обследването.

ГЛАВА 4

БАЗИ ДАННИ ЗА ЕНЕРГИЙНОТО ОБСЛЕДВАНЕ. ВИДОВЕ БАЗИ ДАННИ. НАЧИНИ ЗА СЪБИРАНЕ НА ДАННИТЕ. ИЗТОЧНИЦИ НА ГРЕШКИ. АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ. СТАТИСТИЧЕСКИ МЕТОДИ. АНАЛИЗ НА ПРОМЕНИТЕ В ПОТРЕБЛЕНИЕТО НА ЕНЕРГИЯ ВЪВ ВРЕМЕТО. УСТАНОВЯВАНЕ НА ОСНОВНАТА ЛИНИЯ НА ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

Събирането и структурирането на информацията за текущото потребление на енергия в сградите, определянето на базовата линия на енергийното потребление и правилната оценка на потенциалните енергоспестяващи мерки са от изключителна важност в процеса на енергийно обследване. Подхода на обработката и анализа на входящата информация е обвързан със следните основни дейности:

1. Идентифициране на информационните източници: Определя се, какви видове информация са важни за конкретната сграда. Тази информация е свързана основно с начините на топло/студо и електроснабдяване.

2. Структуриране на данните: Определя се структура за съхранение на данните, която да бъде последователна и лесно разбираема. Това може да включва създаване на бази данни, таблици и файлови структури, които да отразяват различните аспекти в енергоснабдяването в сградата. Данните трябва да са точни, актуални и пълни.

3. Анализ на данните: Включва създаване на отчети, графики, таблици и статистически анализи.

4. Визуализация на данните: Трябва да се използват графични инструменти за визуализация за представяне на данните по разбираем начин. Визуалното представяне улеснява бързото и точно разбиране на ключовите трендове и показатели.

4.1. Видове бази данни

Събирането на информация (бази данни) за енергиен анализ за конкретна сграда включва разнообразни видове данни, които предоставят картина на енергийното потребление, ефективността и взаимодействието между различните системи и процеси.

Данните трябва да включват информация за поне тригодишен период.

1. Енергийни данни:
 - Потребление на електричество: Данни за потреблението на електроенергия на различни системи, устройства и процеси.
 - Потребление на топлина/студ: Събиране на данни за потреблението на топлина за отопление, охлаждане и други процеси (напр. енергия за битово горещо водоснабдяване).
2. Операционни данни:
 - Събиране на информация за работата на различните уреди с и без влияние на топлинния баланс - дневна продължителност на работа, режим на използваемост в седмичен план, режим на едновременна работа на различните групи уреди.
 - Осветление: Данни за състоянието и енергийната ефективност на осветлението, типове лампи и сензори в помещенията. Данни за външното осветление.
3. Данни за оборудването:
 - Ефективност на оборудването: Събиране на данни за енергийната ефективност на електрически компресори, двигатели, помпи, и други устройства (коефициенти на трансформация – SCOP, SEER, и др.).
 - Технически спецификации: събиране на информация за всички параметри на техническите системи и характеристиките на системите за отопление и охлаждане в сградата (отоплителни, вентилационни, хладилни и др. инсталации).
4. Данни за топлофизичните характеристики на външните, а при необходимост и на вътрешните сградни ограждащи елементи:
 - коефициенти на топлопреминаване през външните стени (W/m^2K);
 - коефициенти на топлопреминаване през прозорците (W/m^2K);
 - коефициенти на топлопреминаване през покрива (W/m^2K);
 - коефициенти на топлопреминаване през пода (W/m^2K).
5. Информация за топлофизичните характеристики на сградната изолация, ако има такава.
6. Финансови данни:
 - Разходи за енергия: Данни за разходите за електрои топлинна енергия за определен поне тригодишен период.
7. Данни за доставчици на енергия:
 - Тарифи и цени: Информация за цените на енергията, тарифите и начините на фактуриране.
8. Климатични данни:
 - Необходими са данни за средномесечни външни температури за всяка година от разглеждания период.
 - Необходимо е да се направи оценка на влиянието на климатичните условия върху нуждите от отопление и охлаждане.

4.2. Начини за събиране на данните. източници на грешки

Необходимите данни се събират в подготвителния етап на обследването, по време на който се извършва освен събиране и обработка на първична информация за сградата свързано с топлофизичните характеристики на ограждащите елементи, така и за разхода на енергия по видове горива и енергии, както и финансови разходи за енергия за представителен предходен период от време, но не по-малко от три календарни години, предхождащи обследването.

Информацията е базирана на счетоводна документация, която се предоставя от Възложителя на обследването. От изключителна важност за точност в бъдещите анализи на енергийното потребление е установяване на достоверността на данните. Основни грешки допускани в практиката са:

1. Грешки в информацията за закупени и потребени количества горива. Често закупени горива през отчетния период не се потребяват за отопление и/или БГВ, а се потребяват в следващ отчетен период – календарна година или отоплителен период. Аналогично в отчетния период могат да бъдат използвани енергоносители от предходен отчетен период.

2. Грешки при отчитане на потребеното електричество. Тези грешки се формират в периода на отчитане на електромерите, като по този начин част от потребеното електричество в даден месец се отчита в следващия месец.

3. Грешки от некоректно определяне на топлината на изгаряне на използваните енергоносители. Коректно е тя да бъде оценена в съответствие на сертификатите на доставчиците на тези енергоносители.

Реално, за най-коректна информация, може да се счита топлина и електричество, отчетени в точни дати по топломери и/или електромери. За елеминиране на възможните грешки и получаване на ясна и точна картина на реалното енергопотребление в сградата се разработват детайлни годишни и месечни анализи със съответните графични интерпретации.

Примерна таблица за изходна информация (регистриран разход) е представена в Таблица 4.1.

В Таблица 4.1 е представен разход на потребена електроенергия (измерена от електромер) и горивото при топлинен източник – котел за една календарна година.

За определяне на изразходваната енергия се използват характеристики на горивото по предоставени сертификати, в случая :

$QI = 10\ 000\ \text{kcal/kg}$ – топлина на изгаряне на горивото посочена в сертификата на горивото;

$\rho = 850\ \text{kg/m}^3$ – плътност на горивото.

Таблица 4.1. Изходна информация

Месец	Дни	Средно-месечна температура на външния въздух	Денградуси	Електроенергия		Гориво		
						Леко гориво		
-	бр.	°C	k.day	kWh	лв.	кг.	kWh	лв.
1	31	2,9	561,10	9 440,00	1 195,00	13 275,00	154 388,25	18 057,00
2	28	-1,6	632,80	12 700,00	1 614,00	10 894,00	126697,22	15470,00
3	31	4,6	508,40	9 600,00	1 216,00	12 570,00	146 189,10	18 604,00
4	6	10,0	66,00	5 570,00	725,00	10 056,00	116951,28	12168,00
5		19,0		5 200,00	663,00			
6		23,6		4 340,00	550,00			
7		24,4		3 500,00	532,00			
8		25,6		3 900,00	593,00			
9		17,8		4 020,00	611,00			
10	4	12,7	33,20	4 460,00	678,00	5 047,00	58696,61	6157,00
11	30	7,9	393,00	15 580,00	2 377,00	10095,00	117 404,85	14 760,00
12	31	1,1	616,90	16 060,00	2 451,00	11 485,00	133 570,55	16 605,00
ОБЩО	161		2811,40	94 370,00	13 205,00	73 422,00	853 897,86	101 821,00

Количеството произведена топлина (Q , kWh) се привежда към референтен период от време - отоплителен сезон и/или календарна година по една от формулите:

$$(4.1) \quad Q = m \cdot H_x \cdot \eta_{\text{сез}}, \text{ kWh}; \quad H_x [\text{kWh/kg}];$$

$$(4.2) \quad Q = m \cdot H_x \cdot \eta_{\text{сез}} / 3600, \text{ kWh}; \quad H_x [\text{kJ/kg}];$$

$$(4.3) \quad Q = m \cdot H_x \cdot 1,163 \cdot \eta_{\text{сез}} / 1000, \text{ kWh}. \quad H_x [\text{kcal/kg}].$$

където:

H_x - долната топлотворна способност на горивото, kJ/kg.

m - количество потребено гориво (в годишен план), kg

$\eta_{\text{сез}}$ - сезонна ефективност на котела - отношението на отчетената топлина, произведена от котела (с отчитане на загубите от излъчване) към топлината внесена с гориво.

При течно гориво и разход предоставен в литри е необходимо да се отчете и плътността на горивото.

Определянето на количеството топлина за загряване на вода за битови нужди (при липса на топломер) се извършва по формулата:

$$(4.4) \quad Q = V \cdot c_p \cdot (t_{\text{гв}} - t_{\text{св}}) / 3600, \text{ kWh}$$

където:

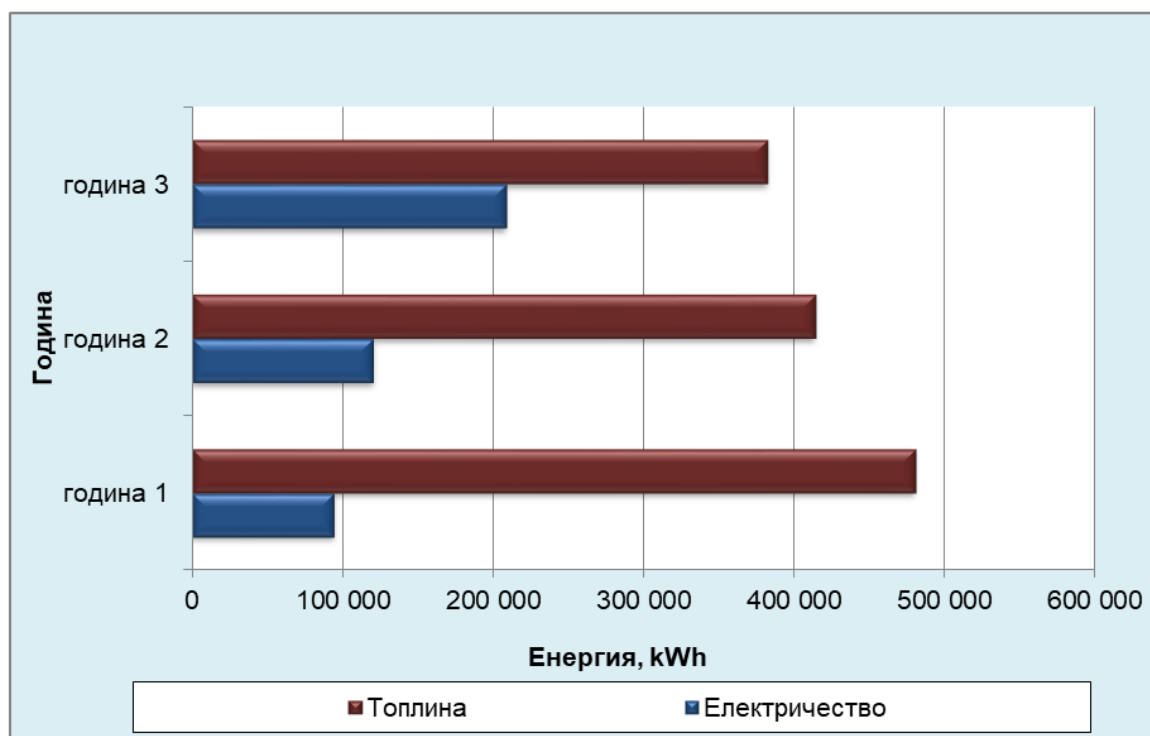
V - потребено количество вода за БГВ, kg; c_p - специфичен топлинен капацитет на водата, kJ/(kg.K), $t_{\text{гв}}$ - температура на горещата вода за битови цели, °C, $t_{\text{св}}$ - температура на студената вода на входа на БГВ, °C.

4.3. Анализ на данните. статистически методи. Анализ на промените в потреблението на енергия във времето. установяване на основната линия на енергопотребление

В процеса на анализ, след коректна обработка на първичната информация с цел получаване на ясна картина на енергийното потребление на конкретна сграда се разработват годишни и месечни анализи, представени най-често в графична форма с конкретни описателни експертизи.

4.3.1. Анализи и графични интерпретации на годишното потребление на енергия

На фигури 4.1 и 4.2 са представени графично сравнителни анализи на потребление на енергия в конкретна сграда. От представените анализи ясно може да се добие представа, че в три годишния период се наблюдава тренд към намаляване на потреблението на топлина от първата към третата година, но за сметка на повишено потребление на електричество. Тези изводи са предпоставка за уточняване на причините за това и правилен избор на представителна година, отразяваща най-коректно реалното енергопотребление в сградата, което да бъде основа за последващо определяне на базова линия и създаване на енергиен модел на сградата. Една възможност за изобразяване на дяловете на потребените енергийни ресурси за всяка година от анализирания период е представена на фигура 4.2.



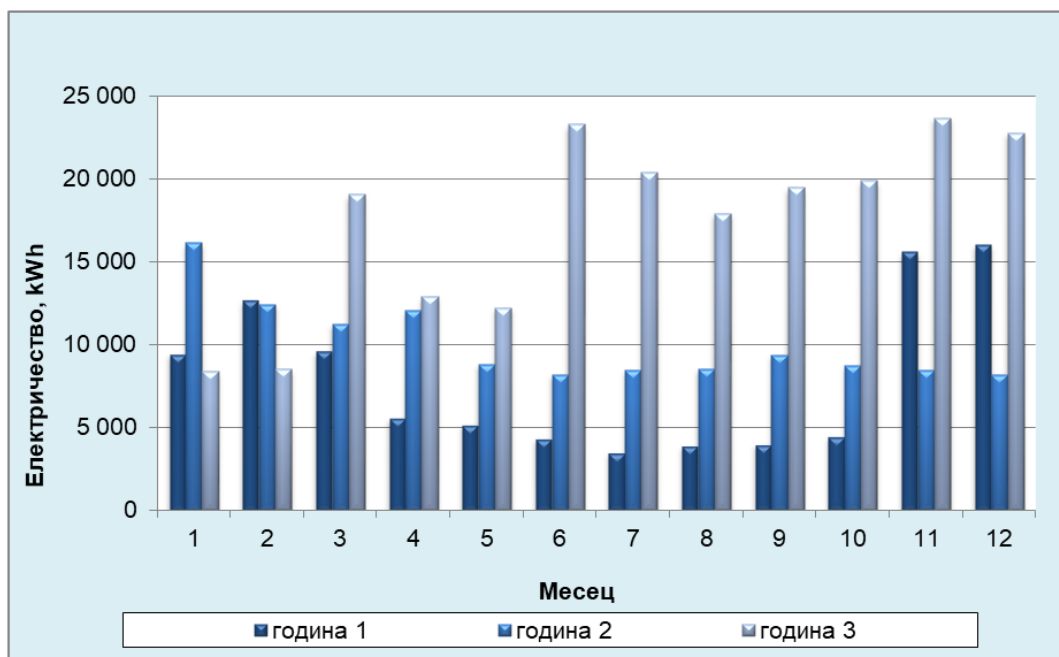
Фиг. 4.1. Разпределение на потребената енергия по години



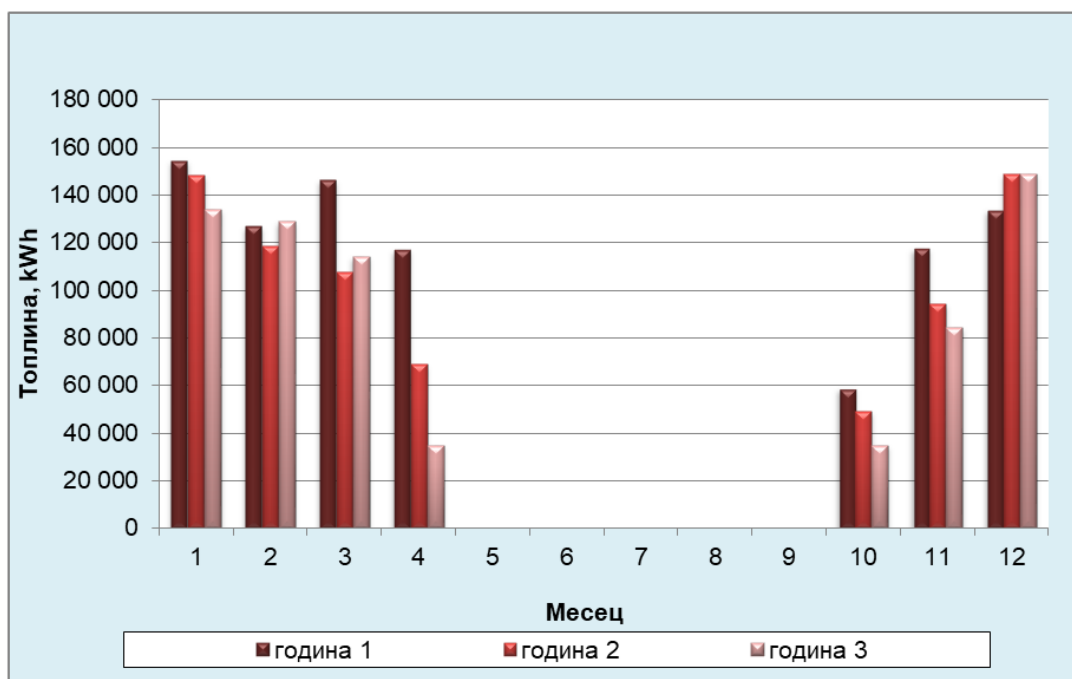
Фигура 4.2. Разпределение по енергоносители

4.3.2. Анализи с графични интерпретации на месечното потребление на енергия

За правилен избор на представителна година задължително се разработват сравнителни анализи на месечното потребление на енергия в тригодишния анализиран период. Целта на тези анализи е да се установят месечните флукуации в потреблението на енергия и оценка на зависимости в съответствия с външните климатични условия и режими на работа в сградата. Примери за такива анализи са представени на фигури 4.3 и 4.4.



Фигура 4.3. Месечно потребление на електричество за тригодишния период



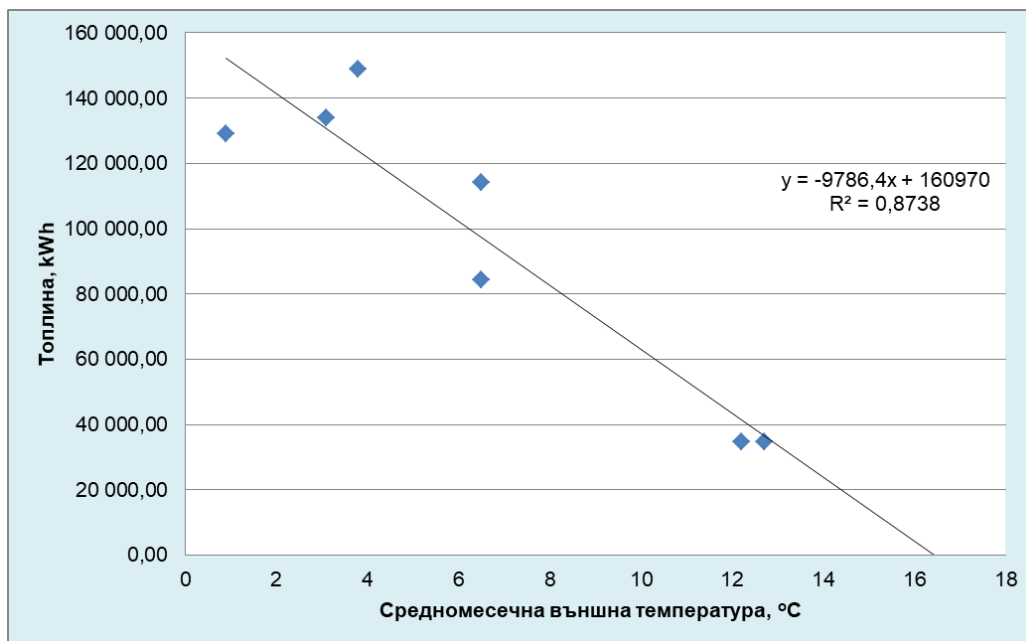
Фигура 4.4. Месечно потребление на топлина за тригодишния период

Всички представени до момента примерни анализи са основани на типично потребление само на електричество и топлина за отопление. Разбира се енергийният баланс на една сграда може да бъде формиран от по-голям брой енергийни ресурси, на които също трябва да бъдат структурирани подобни анализи. В много от случаите информацията за потребена топлина може да е съвкупност от енергия за отопление и енергия за БГВ. В тези случаи се използват различни техники за диференциране на тези енергийни пера, чрез различни статистически методи основани на средномесечно потребление на топлина през летните и зимни месеци.

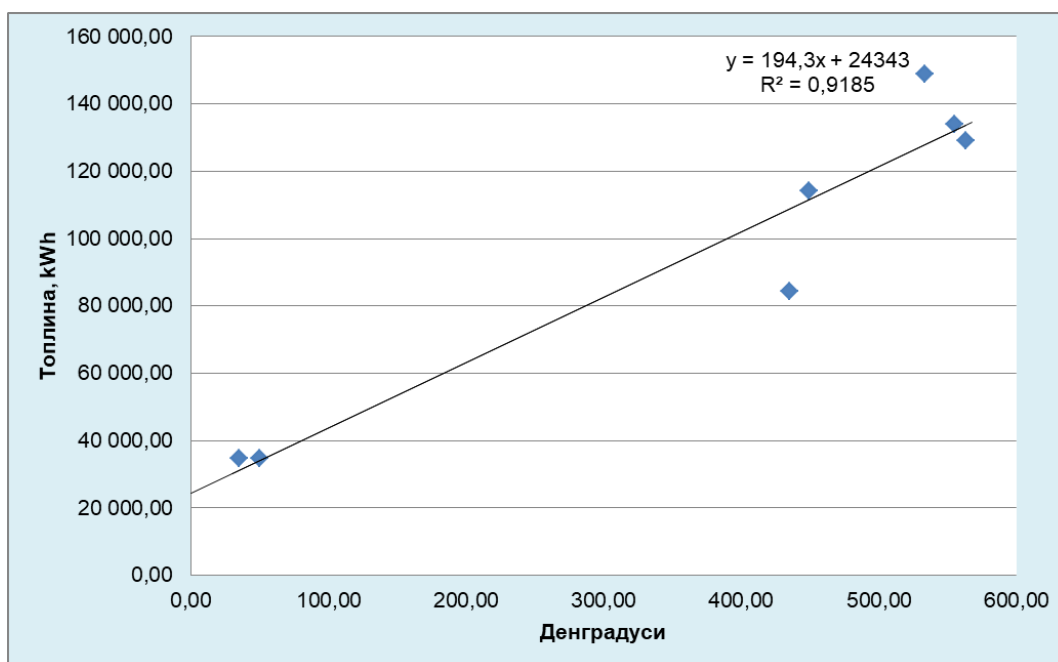
На основата на всички до момента коментирани анализи, по експертна оценка се избира представителна година, при която потреблението на енергия отразява най - реалистично състоянието на съществуващите компоненти на енергийния баланс, в т.ч. режими на работа на уреди, осветление, присъствие на обитатели, както и топлофизичните характеристики на външните ограждащи елементи.

За избраната представителна година задължително се разработват месечни анализи на потреблението на енергия за изясняване на всички детайли на енергийния баланс на сградата. В процеса на тези анализи задължително се разработват и корелационни зависимости на потребената топлина и електричество в съответствие с външните средномесечни външни температури и интегралния показател „отоплителни денградуси“. Тези зависимости определят основната (базова) линия на енергопотребление, която е важна за създаване на симулационен модел в компютърна среда и реално отразява управлението на топлинните процеси в съответствие с външните

климатични условия. Примери за базови линии са представени на фигури 4.5, 4.6 и 4.7. Съществените показатели, които могат да се определят по основните линии на енергопотребление са свободните членове в уравнението, показател за дяла на средномесечно потребление на енергия, независимо от външните климатични условия. Друг основен статистически фактор е средноквадратичното отклонение (R^2) – показател за степента на корелация между потребената енергия и климатичните фактори.

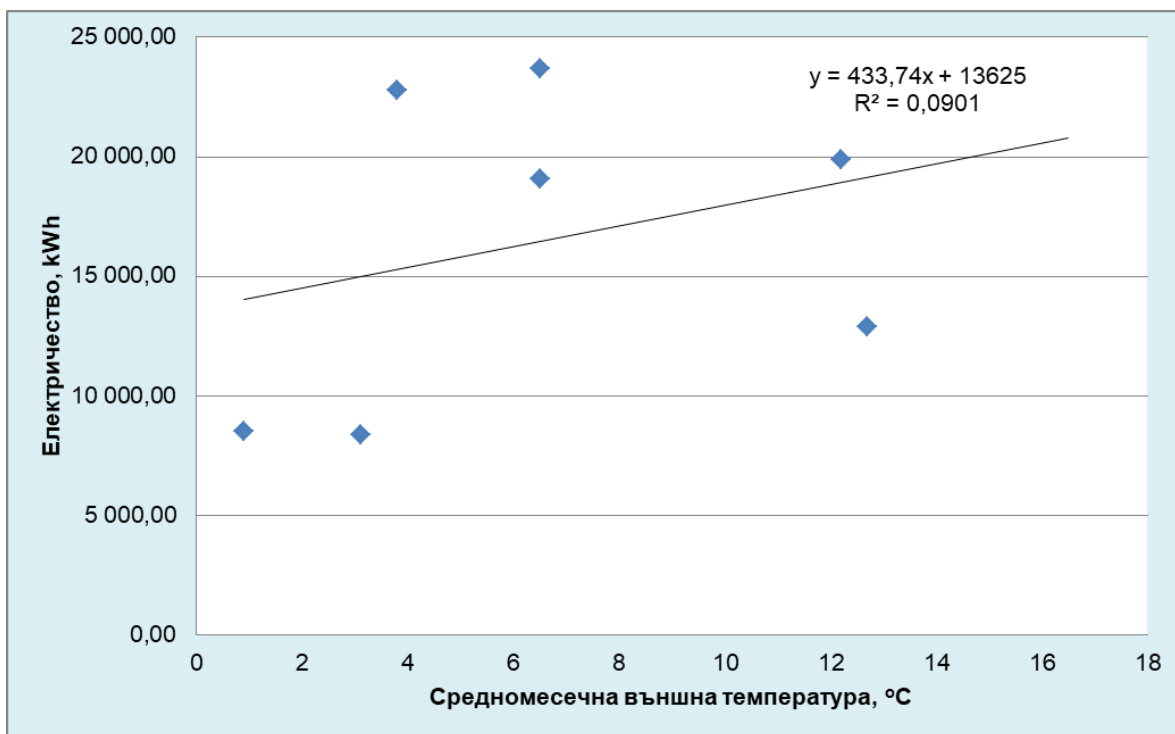


Фигура 4.5. Корелационна зависимост на потребената топлина в съответствие със средномесечната външна температура



Фигура 4.6. Корелационна зависимост на потребената топлина в съответствие с денградусите

Задължително се представя и корелационна зависимост на потребеното електричество в съответствие със средномесечната външна температура за оценка дали електричество се използва и за отопление.



Фигура 4.7. Корелационна зависимост на потребеното електричество в съответствие със средномесечната външна температура

ГЛАВА 5

НЕОБХОДИМИ СРЕДСТВА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ТОПЛИННИ, ХИДРАВЛИЧНИ И ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ПАРАМЕТРИ

5.1. Въведение

Измерването е последователност от експериментални действия за определяне на числената стойност на дадена величина. За реализиране на измерването се използват различни технически средства с нормирани метрологични свойства. Методите на измерване представляват съвкупност от правила, с които се определят принципите и средствата за измерване.

5.1.1. Клас на точност

Служи за оценка на средствата за измерване. Под клас на точност се разбира обобщена характеристика, определена от границите на допустимата основна и допълнителна грешка, а също и от други свойства, които влияят върху точността. Класът на точност се изразява с число, което съответства на допустимата максимална основна грешка. Колкото е по-малко числото, което означава класа на точност на средството за измерване, толкова е по-малка границата на допустимата му основна грешка.

- Основна грешка

Това е грешката на средството за измерване при нормални условия на измерване. Тези условия са посочени от завода производител, например температура и влажност на околната среда, липса на магнитни полета и др.

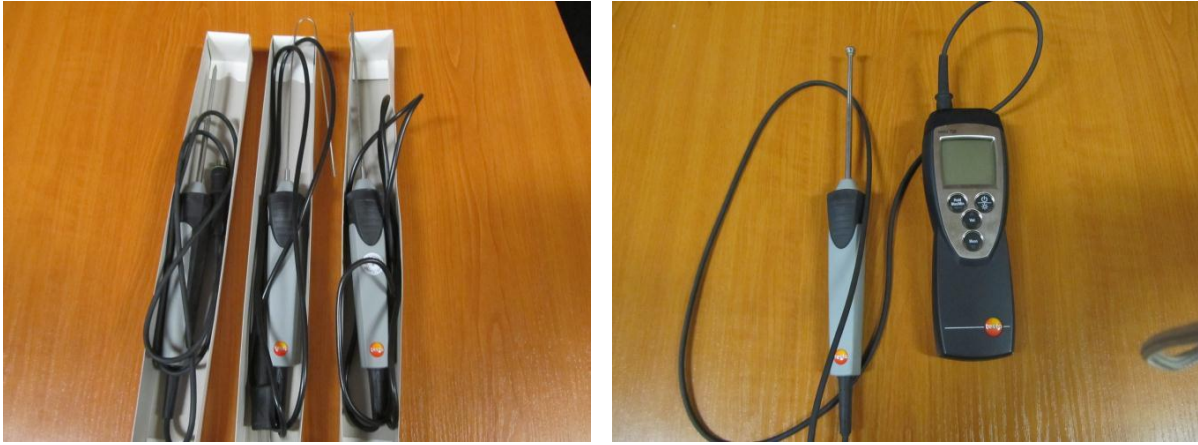
- Допълнителна грешка

Допълнителната грешка на средството за измерване, която е предизвикана от изменението на i -тата влияеща величина, се изразява във вид на приведена грешка в проценти спрямо нормиращата стойност

5.2. Технически средства за измерване на топлинни, хидравлични и електрически параметри

5.2.1. Средства за измерване на температури

- комбиниран електронен термометър (с комплект сменяеми датчици) за контактно измерване на повърхностна температура и температура на флуиди от -20 до $+200$ ° C, (фиг.5.1).



Фиг. 5.1. Видове контактни термометри

Спектър на приложение:

- ✓ измерване на повърхностна температура на повърхностите на котела при определяне на топлинните загуби от излъчване;
- ✓ за определяне на температурата в тръби и тръбопроводи или в отоплителните секции за контрол на топлоносителя;
- ✓ температурната разлика при входа и изхода на охлаждащите агрегати и топлообменните апарати;
- ✓ измерване на температура на флуиди.

Особености при измерване:

Повърхностите трябва да бъдат чисти, без мазнини, прах и други материали. При нужда, наслоени бои се отстраняват.

– инфрачервен термометър за дистанционно измерване на повърхностна температура от -20 до +300 °С, (фиг.5.2).



Фиг. 5.2. Инфрачервен термометър

Спектър на приложение:

- ✓ безконтактно дистанционно измерване на повърхностна температура на повърхностите на котела при определяне на топлинните загуби от излъчване;
- ✓ за определяне на температурата в тръби и тръбопроводи или в отоплителните секции за контрол на топлоносителя;
- ✓ оценка на качеството на топлинни изолации.

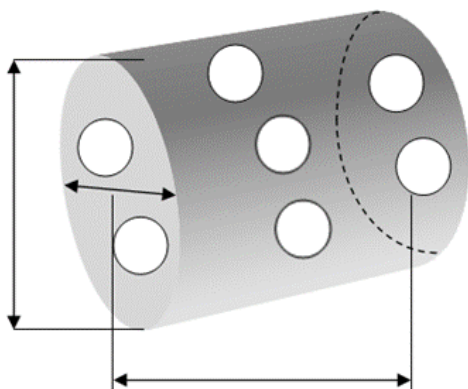
Особеност при измерване:

Необходимо е уредът да се настрои с коректна степен на чернота!

Метод за измерване на повърхностна температура на котела

За определяне на топлинните загуби в котела от излъчване на място се измерва повърхностната му температура чрез следната процедура:

Разделя се обвивката на котела на условни елементарни повърхности, (фиг.5.3):



Фиг. 5.3. Точки на измерване

- 2 за неизолирани части;
- 8 за изолирани части.

За всяка елементарна повърхност i :

- определят се площите A_i ;
- измерва се повърхностната им температура $\Theta_{ge,i}$.

В някои случаи се налага измерване на температури до 2000°C . Тогава се използват инфрачервени пирометри.

5.2.2. Средства за измерване на състав на димни газове:

– дигитален газоанализатор за определяне съдържанието на кислород, въглероден окис и въглероден двуокис в изходящите от горивен процес газове.

Използва се за проверка на настройката и определяне на ефективността на горивния процес.

Основните параметри, които се отчитат, са:

1. температурата на изходящите газове;
2. излишъкът на кислород;

3. съдържанието на въглероден окис и въглероден двуокис;
4. ефективността на горивния процес.

Особености при измерване:

Необходимо е предварително да се зададат:

1. Местоположение и наименование на обекта;

2. Вид гориво;

3. Вид измерване:

- параметри на димни газове;
- диференциално налягане;
- диференциална температура;
- параметри визуализирани на дисплея;
- измерване скорост на въздушния поток с тръба на Пито.

5.2.3. Средства за измерване на скорост на въздух

– средство за измерване на скорости на въздух в канали и изтичане от решетки до 20 m/s;

– термоанемометър за измерване на скорост на въздуха от 0 до 5 m/s и температура от -20 до +50 °C.

Видове

1. Дроселиращи устройства

При стандартизирани или калибрирани дроселни устройства се използват течностни манометри (например, с U-видна тръба, вертикална тръба, проекционен, микроанемометър и манометър с наклонено рамо) или електронни манометри.

2. Статични устройства

Местните скорости по-големи от 2 m/s във въздухопроводи се измерват с помощта на чувствителни елементи, свързани с течностни манометри или с чувствителни елементи с директно отчитане. Тръбите на Prandtl и Pitot (Прандтл-Пито) се използват като първични чувствителни елементи.

3. Крилчати анемометри

Крилчатите анемометри могат да се използват за скорости по-големи от 1 m/s.

5. Термоанемометри и термични чувствителни елементи

Прилагат се за скорости по-големи от 0,2 m/s. Термичните чувствителни елементи са особено подходящи за ниски скорости (< 3 m/s).

Използват се за измерване на:

- дебита на въздуха;
- температурата на външния въздух;
- температурата на подавания в отопляемия/охлаждан обем въздух;
- скоростта на въздуха в характерни точки на охлаждания обем.

Преди измерване с този тип измервателни уреди е важно да се осигури:

1. избор на характерни точки на измерване в прави участъци и сечения на въздуховодите с цел постигане на коректни резултати;
2. осигуряване на достатъчно продължително измерване с цел темпериране на измервателните сензори (при термоанемометрите);
3. осигуряване на липса на външни фактори по време на измерванията.

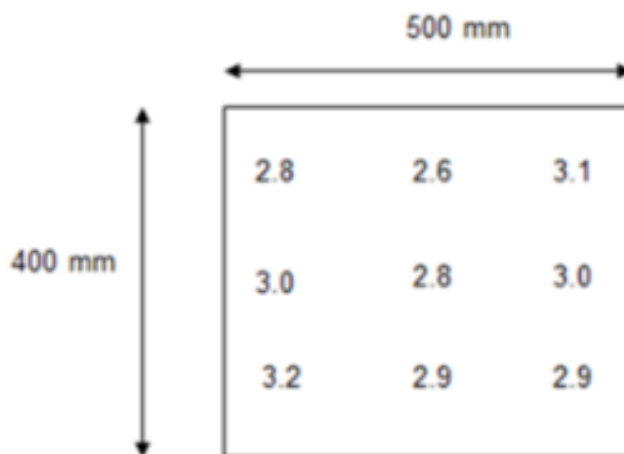
Измерване на дебита на въздуха

Измерването може да се извърши:

- ✓ в напречното сечение на въздухопровода;
- ✓ в напречното сечение на камера или устройство;
- ✓ на изхода на вентилационното устройство.

Измерване на дебита на въздуха в напречното сечение на въздухопровода.

Ако е на разположение съответното сечение за измерване, измерването може да се извърши във въздухопровода. В противен случай може да се използва напречно сечение в централно въздухообработващо съоръжение за определяне на средната скорост на въздуха. Такова измерване може да се направи, когато има равномерен дебит и правилно напречно сечение. Директното измерване на изхода на вентилационното устройство е възможно, само ако се касае за проста конструкция (например, дюза с известно напречно сечение).



Фиг. 5.4. Пример за измервателна мрежа

В съществуващите инсталации равномерно разпределение на потока в напречното сечение на въздухопровода е рядкост. Оттук се налага обикновено да се раздели сечението на достатъчен брой по-малки сечения и в така образуваната “измервателна мрежа”, да се измери скоростта в ограничен брой точки и при отчитане на съответните площи, да се определи средната скорост за сечението. Пример за измервателна мрежа е представен на фиг. 5.4. При

измерванията с измервателна мрежа е важен броят на точките за измерване и точността на измервателното устройство.

$$(5.1) V=A[m^2]*V_{cp}[m/s]*3600; [m^3/h]$$

Измерване на дебита на въздуха в напречното сечение на камера или устройство

Това измерване е възможно, само ако присъствието на човека или измервателния уред имат пренебрежимо влияние върху дебита на въздуха и сечението за измерване.

Охладителната или отоплителна секция не трябва да работи, защото неравномерното разпределение на температурата може да предизвика допълнителни грешки. Необходимо е да бъде проверено направлението на течението, като се изисква потокът да е равномерен. Сечението за измерване също трябва да се дели на отделни полета.

Измерване на изхода на въздуха при вентилационни устройства

Разпределението на скоростта при вентилационните устройства е толкова неравномерно, че не е възможно да се определи дебитът на въздуха с помощта на измервателна мрежа.

Този метод може да се използва, само когато има прости в геометрично отношение, напречни сечения като дюзи.

5.2.4 Средства за измерване електрически параметри

Измерването на мощността най-често се извършва с ватметри уреди, чието показание е пропорционално на мощността. Тези уреди имат две входни величини: едната е пропорционална на тока във веригата на товара, а другата - на напрежението върху товара. Съществуват електродинамични, феродинамични и електрометрични ватметри, както и ватметри, изградени на основата на умножителни схеми.

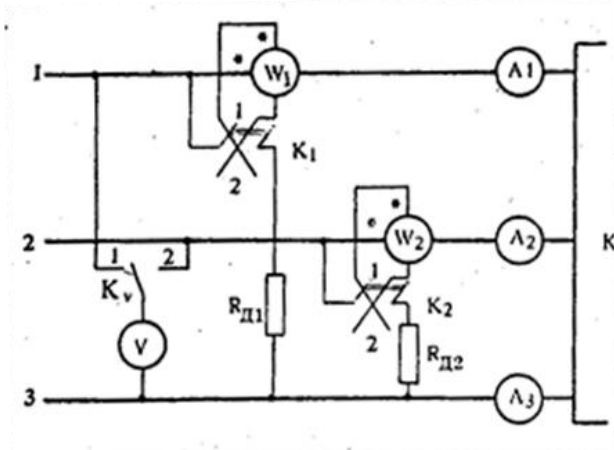
– комбиниран прибор (волтмер – ампермер – ватметър) – 200/600 V; 2/200 A.

Тези многофункционални измервателни уреди се използват основно за моментна оценка на реалните електрически параметри на помпи и вентилатори на климатични инсталации и вентилационни уредби.

Електрическата мощност се измерва или директно чрез ватметър или индиректно чрез потребената енергия (електромер) за единица време, посредством отчитане показанията на електромера преди и след извършване на измерванията.

- За 1-фазни двигатели мощността се определя по метода с 1 ватметър.
- За съпротивително натоварване (нагревател) е достатъчно да се измери мощността чрез измерване на тока и напрежението.

- За правотокови двигатели мощността се определя чрез измерване на тока и напрежението.
- За трифазни електрически нагреватели и двигатели, мощността трябва да се определи или чрез метода с два ватметъра (при несиметрични консуматори), или чрез един трифазен ватметър, (фиг.5.5).



Фиг. 5.5. Пример за свързване на два ватметъра

Измерването на електрическата енергия в сградите може да е търговско и контролно.

Търговското измерване се извършва в точката на присъединяване на електроснабдителната система на сградата към мрежата на доставчика на електрическата енергия. Това измерване служи за заплащане на употребената електрическата енергия от предприятието към съответния търговец на електрическа енергия.

Контролното измерване на електрическата енергия и на други нейни показатели се извършва в електроснабдителната система на сградата, която е негова собственост.

5.2.5. Средства за измерване на осветеност: – светломер

Използва се с цел установяване на това, дали се осигурява нормална осветеност в работните зони.

За оценка на интензитета на вътрешните светлинни източници измерванията следва да се провеждат само при условия, недопускащи осветяване от естествен източник на светлина. Оценката на качеството на осветеност в работните зони, независимо, че няма пряк енергоспестяващ ефект, е предпоставка за евентуални мерки по осветителните уредби.

5.2.6. Средства за измерване на геометрични размери – електронни уреди за линейни размери

При обследване за енергийна ефективност почти винаги е необходимо заснемане на геометрични размери на обследваната сграда. Тези измервания са необходими дори и при наличие на електронни чертежи от други заснемания с цел установяване на тяхната достоверност.

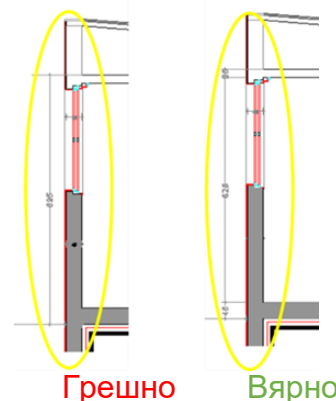
При измерване на малки размери и остъкдени елементи, често се използват и конвенционални лентови рулетки. Необходимо е да се обръща внимание на формата на подпрозоречните дъски, защото при нестандартни изпълнения се допускат сериозни грешки (фиг.5.6).

Основни геометрични понятия

1. "Обща отопляема площ на сграда" е сумата от площите на всички отопляеми пространства в сградата, в т.ч. общата площ на помещенията и пространствата за общо ползване, в случаите, когато не се отопляват, но граничат с отопляеми помещения в сградата. Площите се определят по външните им размери.

2. "Охлаждан обем" е сумата от обемите на пространствата, от които се изнася топлина за поддържане на определена температура.

3. "Общ отопляем обем на сграда" е сумата от обемите на отопляемите пространства в сградата, в т.ч. обемите на помещенията и пространствата за общо ползване, в случаите, когато не се отопляват, но граничат с отопляеми пространства. Обемите се определят по външните им размери.



Фиг. 5.6. Пример за грешно и правилно измерване на линейни размери

5.2.7. Средства за измерване на шум

Шумът е важен физичен фактор на работна среда и е от съществено значение при обследване на климатични и вентилационни инсталации.

Шумомерът е инструмент, с който се измерват звукови нива (ниво на шум) по стандартизиран начин. Шумомерът включва микрофон, главен процесор и отчитащо устройство. Микрофонът преобразува звука в еквивалентен електрически сигнал, който се обработва от инструмента. Обработката включва честотно и времево филтриране (претегляне) на сигнала.

Честотното претегляне настройва начина, по който шумомерът отговаря на различни звукови честоти. Това е необходимо, поради факта, че човешката чувствителност на звук (шум) варира според различните звукови честоти. Най-използваното честотно претегляне е по А-крива, като така се настройва

сигналът по начин, който максимално наподобява на човешкото ухо в средно-обхватните честоти.

Нивото на шума се определя на работните места.

Вън от сградата може да бъде необходимо измерване на шума на места като граници на собственост или на 0,5 m от фасадата на съседния отворен прозорец, като се държи сметка евентуално за всички специални условия.

Необходимо е да се отбележи и нивото на акустичния фон шум отвън, когато инсталацията не работи.

Препоръчаната височина за измерванията отговаря на височината на главата на човека, т.е. 1,1 m за седнали и 1,7 m за правостоящи хора.

5.2.8. Уреди за директно измерване на коефициента на топлопреминаване

Реално това са термохигрометри - уреди за измерване влажността на въздуха, влагосъдържание в материала и точка на роса, но снабдени със специална сонда за определяне на U-фактор, с която се осигурява възможност за определяне на коефициента на топлопреминаване на многослойни конструкции.

Особеност при измерването е относително голямата му продължителност и осигуряване на температурна разлика от двете страни на изследваната структура не по-малко от 15 °C. Влажността на материалите също е с голямо влияние върху точността на получените резултати от измерванията.

5.2.9. Термовизионни камери

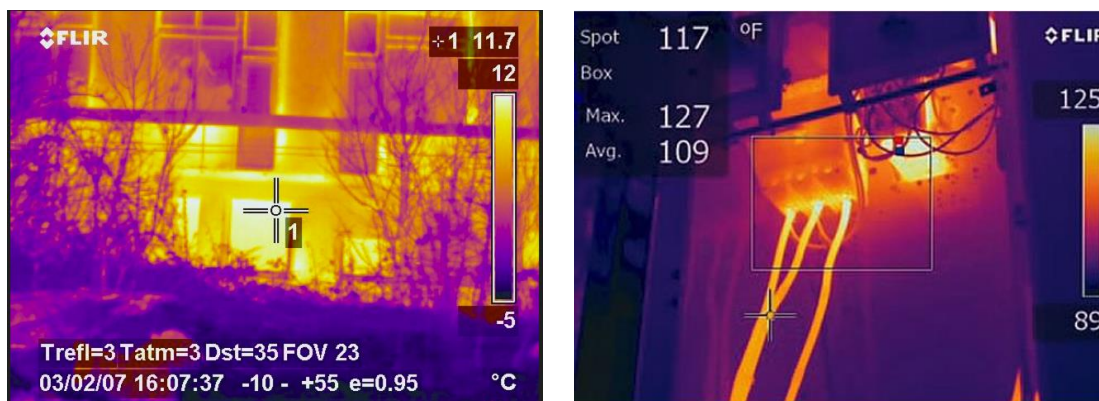
Инфрачервената термовизия е метод за контрол, позволяващ оперативно да се извършва обследване на ограждащи конструкции на сгради, да се локализируют и отстранят скрити дефекти, да се диагностицират машини, агрегати и отделни техни възли безконтактно, без предварителна подготовка.

Необходимите данни се получават нагледно като термографски изображения, а с помощта на специализиран софтуер бързо се откриват и обозначават проблемните зони.

Термографските снимки позволяват да се определят зоните с утечки на топлина, невидими за човешкото око, да се открият проблемите, свързани с повишена топлопроводност, дефекти на топлинната изолация, локализиране на точки на оросяване (свързано с поява на мухъл) и др., (фиг.5.7). Могат да бъдат проверени качеството на монтаж на дограма, на монтаж на изолация на сграда и т.н.

Термографските изследвания позволяват бързо да се предвидят комплекс от действия за намаляване на топлинните загуби, водещо до намаляване на разходите за отопление.

При газоснабдени обекти методът може да се използва за заснемане на газовото трасе и така може да се открива пропуск на газ. Един газопровод минава през най-различни места и няма начин да се разбере, ако има някакво малко изтичане на газ, което води до значими разходи на енергоносител. С термовизионната камера се прави снимка и се вижда облакът, който за простото око е неуловим.



Фиг. 5.7. Термографски снимки

5.2.10. Логери

Тези уреди осигуряват възможност да се добие цялостна картина за изменението на температурата и влажността на въздуха в обследвания обект за продължителен период от време.

Измерванията дават информация за действието на системите при овлажняване или изсушаване, както и да се провери коректността на настройка на автоматиката в съответствие с изменението на външната температура.

Във връзка с измерването на влажността на въздуха, температурата на въздуха трябва да бъде измервана на същото място.

Резултатите от измерванията може да бъдат използвани за проверка, дали са спазени съществените технически изисквания за влагоустойчивост, въздухопропускливост, водонепропускливост, защото сградните ограждащи конструкции и елементи на отопляеми сгради с продължителна относителна влажност на въздуха се изчисляват и на влажностен режим.

От съществено значение е подборът на място за поставяне на логерите.

В случай на измерване във въздухопроводи и на климатични системи, работещи при подналягане, трябва да се избегнат грешки, дължащи се на инфилтрация на въздуха от помещението. Мястото на поставяне на уредите следва да бъде избрано внимателно, с цел избягване на директно слънчево облъчване и влияние на други фактори.

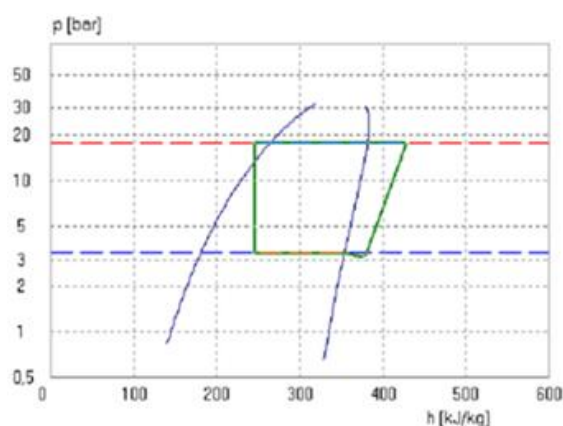
5.2.11. Дигитални уреди за хладилни/студови системи

Използват се за изследване на динамичните характеристики на хладилни машини в работен режим. Целта е да са определи ефективността на системите за студопроизводство, (фиг.5.8).

Съвременните уреди са снабдени със сензори за измерване на високо, ниско налягане и температури. Осигуряват възможност за:

- изчисляване на прегряване и преохлаждане в реално време;
- температурно компенсирани тест за херметичност.

При известни входно-изходни температури и налягания на изпарение и кондензация, както и електрическата мощност на агрегата, може да бъде определен моментният коефициент на полезно действие на съответния хладилен агрегат. От особено голямо значение при настройката на тези средства за измерване е определянето на надморската височина на обследвания обект, външната температура, както и хладилният агент.



Фиг. 5.8. Цикъл на Карно изразен в $\lg P$ - h диаграма

5.2.12. Ултразвукови разходомери

Принципът на измерване на тези уреди е основан на транзитния диференциален метод, базиран на измерване на времето за преминаване на ултразвуков сигнал на участък от тръбопровода. Правят се две измервания по посока на скоростта на потока и срещу скоростта. Дебитът е пропорционален на разликата на измерените времена. Тези уреди са особено полезни за установяване на наличие на течове на флуиди в сградни и промишлени системи.

Друга сфера на приложение намират при наличието на много клонове на разпределителните мрежи и необходимост от разделяне на потреблението на енергия.

ГЛАВА 6

МОДЕЛИРАНЕ И СИМУЛИРАНЕ НА ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕТО В СГРАДИ. ИНЖЕНЕРНИ ПРИНЦИПИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТОПЛИННИ ЗОНИ В СГРАДА. ТОПЛИННО ЗОНИРАНЕ НА СГРАДАТА

6.1. Същност и възможности на моделното изследване на сгради

Същността на моделното изследване на сгради е получаване на действително необходимата енергия за поддържане на микроклимата в сградата чрез компютърна среда, сравняване с референтния разход на енергия за сградата и при необходимост – определяне на възможни енергоспестяващи мерки, осигуряващи удовлетворяване на нормативно определени изисквания за микроклимат за конкретния тип сгради.

Различните характеристики на сградните ограждащи елементи, проектираните инсталации с тяхната специфика и съвместна работа за осигуряване на различни параметри на микроклимата, прави задачата за оценката на годишния разход на енергия в конкретната сграда, специфична експертна задача.

Създаването на компютърен модел на енергийното потребление на дадена сграда се базира на предварителни интервюта, измервания и изчисления и дава възможност за многовариантност при разработка на различни инженерни решения за постигане на определени задачи, в т.ч. разработка на различни мерки за подобряване на енергийна ефективност, оценка на съвместното влияние на мерките и достигане на оптимални резултати, целящи намаляване на разходите на и за енергия и съответно достигане на нормативните изисквания за разход на енергия в съответствие със спецификата на сградите.

Основен показател за оценка на енергийното потребление в сградите, е интегралният показател „специфичен годишен разход на енергия“, kWh/m²год. Този показател се изчислява чрез създаване на симулационен компютърен модел, който се разработва за всяка от предварително определените топлинни зони. Моделите, вкл. изчислителният алгоритъм, който ги описва, се разработват по Методиката за изчисляване на показателите за разход на енергия и на енергийните характеристики на сгради, регламентирана в националното законодателство с Наредба № РД-02-20-3 от 9 ноември 2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради,

издадена на основание Закона за устройство на територията (ЗУТ). В основата на методиката е залегнала концепцията за изчисляване на месечен и годишен енергиен баланс на сградата като интегрирана система.

Топлинно зонироване на сградата се налага в случаите, когато в отопляемия/охлажданния обем на сградата има пространства с различно функционално предназначение, различен режим на обитаване и различни параметри на микроклимата, топло-студоснабдяване на пространствата от различни технически системи.

За всяка зона се разработва отделен симулационен модел, който описва годишния разход на енергия за конкретната зона с нейната специфична геометрия, топлинен и енергиен баланс. При използване на такъв подход, топлоснабдяването/ студоснабдяването във всяка топлинна зона, съответно разходът на енергия за зоната се оценяват индивидуално.

При разработване на компютърните модели на зоните се отчита индивидуалното влияние в изследваната зона на:

- ✓ Топлинните загуби и топлинните притоци от топлопреминаване през ограждащите елементи на зоната, чрез коефициентите на топлопреминаване.

- ✓ Топлинните загуби и топлинните притоци от вентилация, вследствие на смяната на въздуха в помещенията с външен въздух чрез кратността на инфилтрацията или чрез механична вентилация.

- ✓ Топлинните печалби от слънчевото греене през прозрачните ограждащи елементи, чрез коефициентите на енергопреминаване.

- ✓ Топлинните печалби от вътрешни топлинни източници, от работата на електрически уреди и изкуственото осветление, чрез едновременната мощност на идентифицираните групи уреди и функционалните им режими на работа.

- ✓ Топлоотдаването от хората чрез отчитане на метаболитната и латентна топлина, отнесена към един квадратен метър от отопляемата/охлажданата площ на сградата.

- ✓ Ефективностите на техническите системи, осигуряващи параметрите на микроклимата във всяка зона и в сградата като цяло, чрез коефициентите на полезно действие на всяка от използваните системи за отоплени/охлаждане, степента на рекулперация в зоните, в които са изпълнени системи с оползотворяване на топлина на отработен въздух; нивото на енергийния мениджмънт и управлението на топлинните процеси, чрез коефициентите, които ги описват.

- ✓ Външният климат в района на местонахождение на сградата, чрез денградусите на годината, избрана за представителна и денградусите на климатичната зона, в която сградата попада.

6.2. Инженерни принципи за определяне на топлинни зони в сграда. основи и особености на софтуера за моделно изследване на енергийното потребление на сгради

Основните принципи за диференциране на различни топлинни зони са:

1. Определяне на топлинни зони в съответствие с различно функционално предназначение.

Този подход се използва при установяване на части от сграда с коренно различно функционално предназначение – например многофункционална сграда с магазини, офиси и кинозала. В този случай, режимът на ползване на отделните части е различен и следва зонироване на части от сградата със сходен режим на обитаване.

2. Определяне на топлинни зони в съответствие с различни системи за топло- и студоснабдяване.

Принципът е в сила, когато са установени части от сградата осигурявани от различни системи за топло- и студоснабдяване, работещи с поддържане на различни режимни параметри. Ако системата е една, но има възможност за настройка на различни температурни параметри в различни части от сградата (VRV, VRF), също следва сградата да бъде зонирвана. Принципът се прилага и в случаите, когато се предвиждат системни енергоспестяващи мерки, свързани с различни части от сградата – напр. въвеждане на вентилационна система в част от сградата, където не е имало такава.

3. Определяне на топлинни зони в съответствие с различни сградни ограждащи елементи и потенциални мерки за енерго спестяване.

Методът се прилага при набелязани мерки за енергоспестяване, свързани със сградни ограждащи елементи – по този начин компютърният модел осигурява възможност за оценка на енергоспестяващия ефект само за конкретната зона и за сградата като цяло.

4. Определяне на топлинни зони в съответствие с еднаква небесна ориентация на външните ограждащи елементи.

Методът се използва основно в случаите, когато се изисква охлаждане. В тези случаи, небесната ориентация е с голямо значение от гледна точка на топлинните загуби и печалби, от една страна, а от друга, се осигурява възможност за оценка на независими системи за отопление и охлаждане в съответствие с небесната ориентация на външните ограждащи елементи.

5. Определяне на топлинни зони в съответствие с изискване за осигуряване на параметри на микроклимата.

Този подход е в сила при наличие на изискване за осигуряване на еднакви параметри на микроклимата в режим на отопление и охлаждане, при които температурната разлика между пространствата в един режим е по-малка от 4К.

6. Определяне на топлинни зони, в съответствие с еднакъв режим на обитаване.

Възможностите за сградно зонироване са многобройни и са свързани с определена специфика на съответната сграда. Общо за всички подходи е, че е необходимо зоните да бъдат определени със своите геометрични и топлофизични характеристики, както и всички технически системи, които ги обслужват.

Когато описаните принципи не може да се изпълнят, е необходимо да се извърши „топлинно куплиране“ на съседните зони, т.е. отчитане на топлообмена между зоните. Необходимите параметри за топлинното куплиране са: коефициентът на топлопреминаване през вътрешния граничен ограждащ елемент, площта на този елемент, температурите в двете съседни зони и въздухообменът между тях.

При топлинно зонироване на сградата се прилагат следните правила:

а) отопляемата/ охлаждащата площ на зоната е разгънатата площ на пода на зоната, определена по външни размери откъм страната на ограждащите елементи, граничещи с външния въздух, и по оста на симетрия на вътрешните вертикални гранични ограждащи елементи;

б) площта на вътрешните вертикални гранични ограждащи елементи се определя по вътрешни размери;

в) за периода на отопляване средната температура в зоната се определя по формулата:

$$(6.1) \quad \theta_{i,H} = \frac{\sum_s V_s \theta_{i,s,H}}{\sum_s V_s}$$

където:

$\theta_{i,s,H}$ е температурата на въздуха в отопляваното пространство s , °C;

V_s - обемът на отопляваното пространство s , определен по външни размери, m^3 .

За периода на охлаждане средната температура се определя по формулата:

$$(6.2) \quad \theta_{i,C} = \frac{\sum_s V_s \theta_{i,s,C}}{\sum_s V_s}$$

където:

$\theta_{i,s,C}$ е проектната температура на въздуха в охлаждащото пространство s , °C;

V_s - обемът на охлаждащото пространство s , определен по външни размери, m^3 .

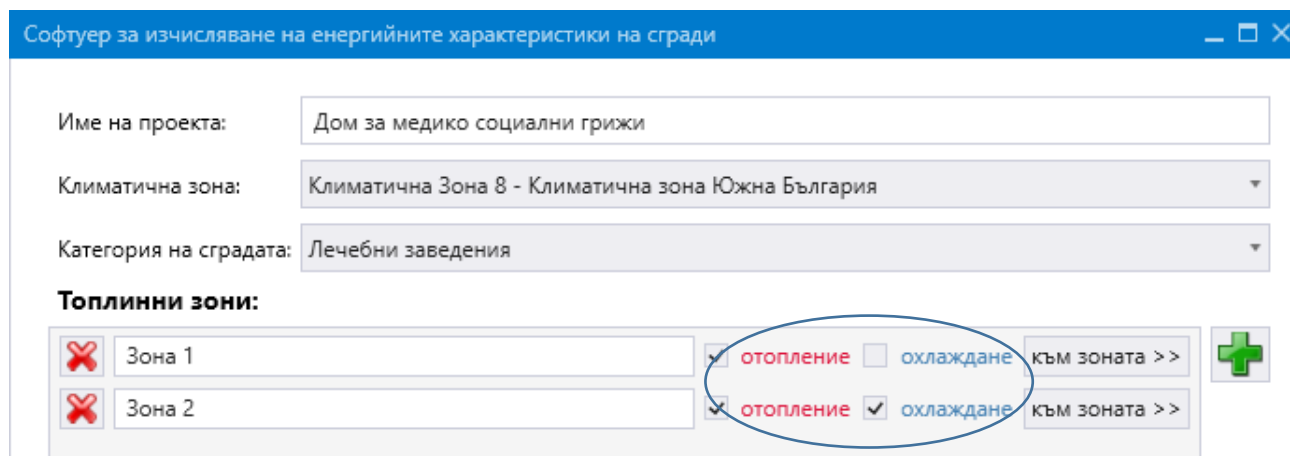
Когато зоната съдържа пространства с различен режим на използване, различни вътрешни топлинни източници, продължителност на осветление и продължителност на вентилация, се използват осреднени по площ стойности на параметрите.

Енергиен модел на системата за битово горещо водоснабдяване се създава за сградата като цяло.



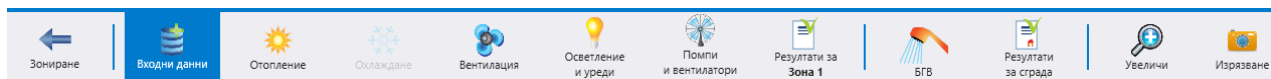
Фиг. 6.1. Начален екран от програмата

Началният екран на софтуера, (фиг.6.1) дава възможност за създаване на нов проект или зареждане на съществуващ. При избиране на втората опция се осигурява възможност за редактиране на вече разработен проект и създаване на алтернативни симулации.



Фиг. 6.2. Начални данни за проекта

В този екран се задават и предварително определените зони и техният режим – отопление и/или охлаждане (фиг.6.2).



Фиг. 6.3. Основна лента с инструменти

На фиг.6.3 е представен екран от софтуера, осигуряващ възможност за избор на модул за симулация на съответната система. Първо се въвеждат общите входни данни за всяка една зона поотделно.

Въвеждат се топлофизичните характеристики на ограждащите елементи по посоки, като за всички непрозрачни елементи се отразяват съответните степен на чернота (ϵ) и коефициент на поглъщане (α). Осигурена е възможност за въвеждане на предварително изчислени линейни и точкови топлинни мостове, (фиг.6.4).

В горната част се отразяват актуалните характеристики на ограждащите елементи, а в долната, характеристиките в съответствие с потенциалните енергоспестяващи мерки. По аналогичен начин се въвеждат данни за подовете и покривите на зоната (сградата).

Север Северозток Исток Югозток Юг Югозапад Запад Северозапад
Потребител: Росен Цекоев № на удостоверение: Актуално състояние

Външни стени							Вътрешни стени				Прозорци				
A, m ²	U, W/m ² K	TM	Σ(L·U) W/K	Σ X W/K	ε	α	A, m ²	U, W/m ² K	Vout, °C		A, m ²	U, W/m ² K	g	ε	
									Зима	Лето					
312.7	1.610	TM	0.00	0.00	0.91	0.40	0.0	0.000	0	0	150.4	2.630	0.49	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.6	2.630	0.44	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	44.2	2.630	0.48	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	9.9	2.000	0.53	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.0	0.000	0.00	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.0	0.000	0.00	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.0	0.000	0.00	0.5	
общо	U equ	общо	общо	ε equ	α equ		общо	U equ			общо	U equ	g equ	ε equ	
312.7	1.610	0.00	0.00	0.91	0.40		0.0	0.000			205.1	2.600	0.49	0.50	

След ECM

Външни стени							Вътрешни стени				Прозорци				
A, m ²	U, W/m ² K	TM	Σ(L·U) W/K	Σ X W/K	ε	α	A, m ²	U, W/m ² K	Vout, °C		A, m ²	U, W/m ² K	g	ε	
									Зима	Лето					
312.7	0.300	TM	0.00	0.00	0.91	0.40	0.0	0.000	0	0	150.4	1.400	0.49	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.6	1.400	0.44	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	44.2	1.400	0.48	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	9.9	1.400	0.53	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.0	0.000	0.00	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.0	0.000	0.00	0.5	
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.0	0.000	0.00	0.5	
общо	U equ	общо	общо	ε equ	α equ		общо	U equ			общо	U equ	g equ	ε equ	
312.7	0.300	0.00	0.00	0.91	0.40		0.0	0.000			205.1	1.400	0.49	0.50	

Фиг. 6.4. Данни за ограждащи елементи на зоната (сградата)

Енергийните модели се разработват в три състояния.

- Актуално състояние – отразява енергийното потребление към момента на обследване на сградата и е в зависимост от състоянието на системите и регистрирания разход на енергия за представителната година.

- Нормализирано състояние (базов разход) – отразява потреблението на енергия, в съответствие с нормативните изисквания за съответната система. Прямо базовия разход на енергия за сградата се оценява потенциалът за спестяване на енергия и съвместният ефект на енергоспестяващите мерки,

съобразени с функционалното предназначение на сградата и инсталираните системи за отопление и охлаждане.

- Състояние след енергоспестяващи мерки (ЕСМ) - отразява потреблението на енергия в съответствие с предвидените мерки.

ГЛАВА 7

МОДЕЛИ НА ЕНЕРГИЙНО ПОТРЕБЛЕНИЕ НА СГРАДИ ЗА ПЕРИОДА НА ОТОПЛЕНИЕ

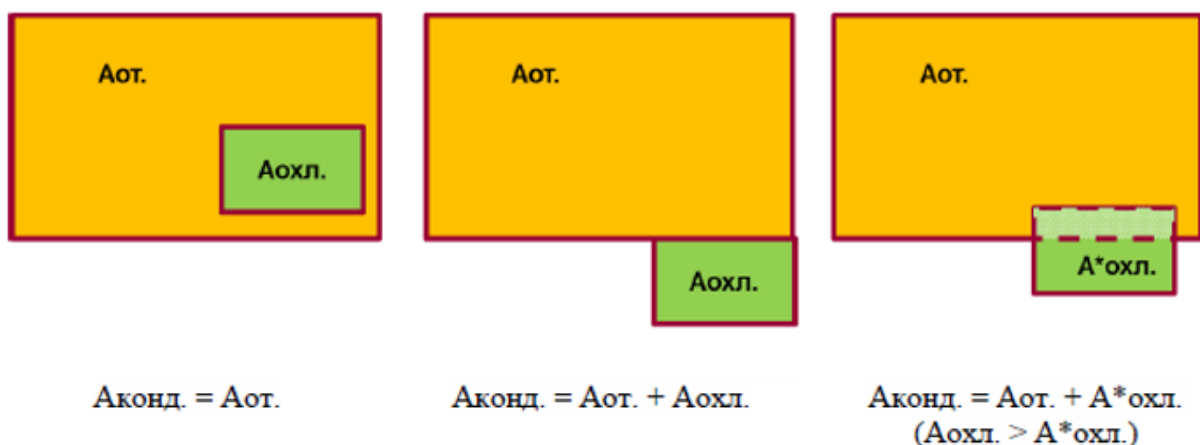
7.1. Подход и особености при създаване на модели на енергийно потребление на сгради за периода на отопление

При създаване на модел на енергийно потребление на сграда в режим на отопление следва да се спазват няколко основни принципа:

1. Определят се геометричните и топлофизични характеристики на външните прозрачни и непрозрачни ограждащи елементи за сградата като цяло и диференцирано за всяка една предварително дефинирана зона, в съответствие с коректно определен критерии за зонирание. Изчисленията на топлофизичните характеристики следва да са разработени в съответствие с НАРЕДБА № РД-02-20-3 от 9 ноември 2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради. Площта на външните ограждащи елементи се определя по външни размери в съответствие с БДС EN ISO 13789.

2. Определя се общата кондиционирана площ на сградата по външни размери, а при сграда с повече от една зона се определя кондиционираната площ за всяка зона поотделно, като се отчита възможността от обща площ с други зони. Най-често отопляемата площ е равна на охлаждаемата. В този случай, кондиционираната площ е равна на отопляемата.

Ако отопляемата площ не е равна на охлаждаемата, са възможни три типични случая:



Фиг. 7.1. Типични случаи при $A_{от} \neq A_{ох}$

3. Брутният кондициониран обем се определя по външни размери. Той е предпоставка за определяне на нетния кондициониран обем, който се

изчислява в съответствие с Наредба № РД-02-20-3 от 9 ноември 2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради.

4. Изчисляват се всички компоненти на енергийния баланс в т.ч :

4.1. Електрически уреди с и без влияние на топлинния баланс и изкуственото осветление чрез:

- едновременна мощност на идентифицираните групи уреди, осветители и функционалните им режими на работа.

4.2. Вентилационни системи, осигуряващи обработен пресен въздух чрез:

- работен режим;
- дебит на пресния въздух;
- температура на подаване;
- ефективност на рекулерация и др.

4.3. Система за осигуряване на гореща вода за битови нужди

- годишно потребление на смесена вода с температура 37,5 °С.

4.4. Теплоотдаване от обитателите с отчитане на метаболитната и латентна топлина.

4.5. Определят се ефективностите на техническите системи, осигуряващи параметрите на микроклимата във всяка зона и в сградата като цяло - чрез коефициентите на полезно действие на всяка от използваните системи за отопление/охлаждане, нивото на енергийния мениджмънт и управлението на топлинните процеси - чрез коефициентите, които ги описват.

4.6. По регистриран разход на енергия за предходен тригодишен период се разработва енергиен баланс с максимално точно разпределение на енергията за отделните енергийни компоненти. В повечето случаи е възможно предварително разпределение на енергията за отопление, БГВ и електричество, потребено за конкретен период. Една от годините от периода, описваща реалното енергийно потребление в сградата, се избира за представителна за последващо създаване на енергиен модел на сградата.

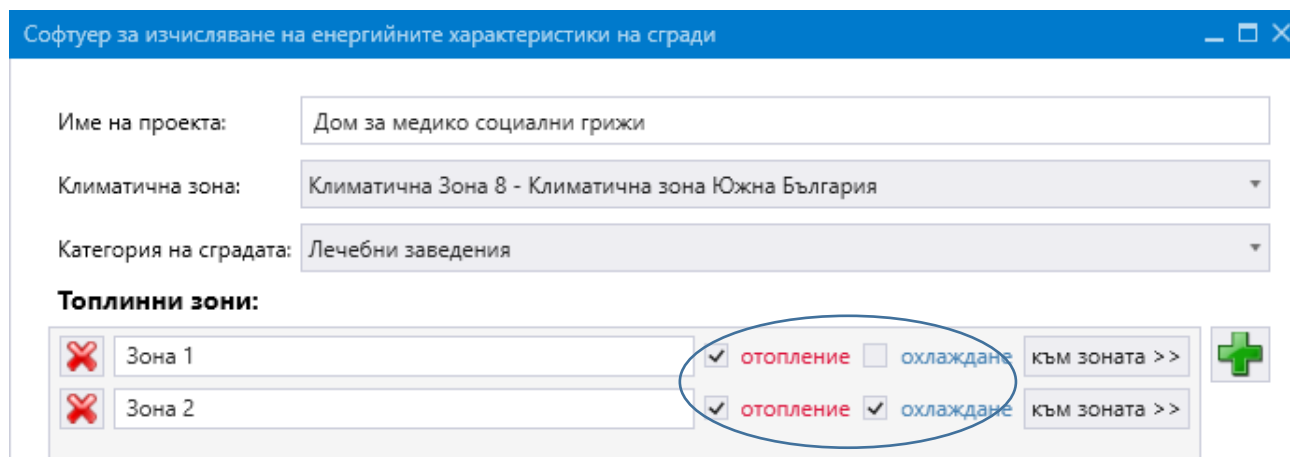
7.2. Моделиране на разхода на енергия и взаимното влияние на системите за отопление и вентилация при сгради с една и с повече от една топлинни зони

7.2.1 Входни данни

Началният екран на софтуера дава възможност за създаване на нов проект или зареждане на съществуващ. При избиране на втората опция се осигурява възможност за редактиране на вече разработен проект и създаване на алтернативни симулации.

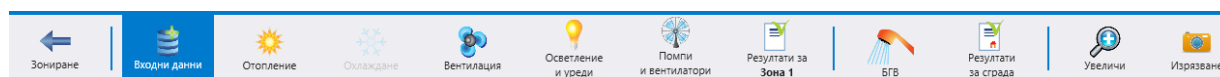


Фиг. 7.2. Начален екран от програмата



Фиг. 7.3. Начални данни за проекта

След направен избор за вида проект, се записва име на проекта, отразява се климатичната зона, в която попада обследваната сграда, както и нейната категория. В този екран се задават и предварително определените зони и техният режим – отопление и/или охлаждане.



Фиг. 7.4. Основна лента с инструменти

На фиг.7.4 е представен екран от софтуера, осигуряващ възможност за избор на модул за симулация на съответната система. Първо се въвеждат общите входни данни за всяка една зона поотделно.

Общи данни		Ограждащи елементи		
Кондиционирана площ (m ²)	2 507.0	Актуално След ЕСМ		
Обща площ с други зони (m ²)	0.0	Външни стени (m ²)	719.3	719.3
Нетен кондициониран обем (m ³)	6 728.0	Прозорци (m ²)	490.3	490.3
Общ обем с други зони (m ³)	0.0	Покрив (m ²)	454.3	454.3
Ефективен топлинен капацитет (Wh/m ² K)	45.83	Под (m ²)	344.5	344.5
Явна метаболитна топлина (W/m ²)	4.66	Празници в месеца (без съботи и недели)		
Латентна метаболитна топлина (W/m ²)	1.37	Януари	0	
Отоплителен сезон		Февруари	0	
Начален ден	21	Март	0	
Начален месец	Октомври	Април	0	
Последен ден	5	Май	0	
Последен месец	Април	Юни	0	
		Юли	0	
		Август	0	
		Септември	0	
		Октомври	0	
		Ноември	0	
		Декември	0	

Фиг. 7.5. Общи данни за зоната (сградата)

Въвеждат се топлофизичните характеристики на ограждащите елементи по посоки (фиг. 7.6), като за всички непрозрачни елементи се отразяват съответните степен на чернота (ϵ) и коефициент на поглъщане (α). Осигурена е възможност за въвеждане на предварително изчислени линейни и точкови топлинни мостове.

Както се вижда от фиг. 7.6, екранът от програмата е разделен на две части. В горната част се отразяват актуалните характеристики на ограждащите елементи, а в долната – характеристиките, в съответствие с потенциалните енергоспестяващи мерки. По аналогичен начин се въвеждат данни за подовете и покривите на зоната (сградата).

Север Северозток Изток Ю Югоизток Ю Югозапад Запад Северозпад														
Актуално състояние														
Външни стени						Вътрешни стени				Прозорци				
A, m ²	U, W/m ² K	ZL/W	ZX/W/K	ϵ	α	A, m ²	U, W/m ² K	Зима	Лето	A, m ²	U, W/m ² K	g	ϵ	
312.7	1.610	TM	0.00	0.00	0.91	0.40	0.0	0.000	0	0	150.4	2.630	0.49	0.5
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.6	2.630	0.44	0.5
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	44.2	2.630	0.48	0.5
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	9.9	2.000	0.53	0.5
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.0	0.000	0.00	0.5
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.0	0.000	0.00	0.5
общо	U еqui	общо	общо	ϵ еqui	α еqui	общо	U еqui				общо	U еqui	g еqui	ϵ еqui
312.7	1.610			0.91	0.40	0.0	0.000				205.1	2.600	0.49	0.50
След ЕСМ														
Външни стени						Вътрешни стени				Прозорци				
A, m ²	U, W/m ² K	ZL/W	ZX/W/K	ϵ	α	A, m ²	U, W/m ² K	Зима	Лето	A, m ²	U, W/m ² K	g	ϵ	
312.7	0.300	TM	0.00	0.00	0.91	0.40	0.0	0.000	0	0	150.4	1.400	0.49	0.5
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.6	1.400	0.44	0.5
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	44.2	1.400	0.48	0.5
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	9.9	1.400	0.53	0.5
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.0	0.000	0.00	0.5
0.0	0.000	TM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.000	0	0	0.0	0.000	0.00	0.5
общо	U еqui	общо	общо	ϵ еqui	α еqui	общо	U еqui				общо	U еqui	g еqui	ϵ еqui
312.7	0.300			0.91	0.40	0.0	0.000				205.1	1.400	0.49	0.50

Фиг. 7.6. Данни за ограждащи елементи на зоната (сградата)

След въвеждане на строителните и топлофизични характеристики на ограждащите елементи на зоната се въвеждат основните режимни параметри (графици) на обитаване, отопление и вентилация – фиг.7.7.

График обитатели						
	Актуално		Нормализирано състояние		След ЕСМ	
	Начало	Край	Начало	Край	Начало	Край
Работни дни	0:00	24:00	0:00	24:00	0:00	24:00
Съботи	0:00	24:00	0:00	24:00	0:00	24:00
Недели	0:00	24:00	0:00	24:00	0:00	24:00

График вентилация						
	Актуално		Нормализирано състояние		След ЕСМ	
	Начало	Край	Начало	Край	Начало	Край
Работни дни	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Съботи	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Недели	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00

График отопление						
	Актуално		Нормализирано състояние		След ЕСМ	
	Начало	Край	Начало	Край	Начало	Край
Работни дни	0:00	24:00	0:00	24:00	0:00	24:00
Съботи	0:00	24:00	0:00	24:00	0:00	24:00
Недели	0:00	24:00	0:00	24:00	0:00	24:00

Фиг. 7.7. Режимни параметри

Режимните параметри се определят в реално време!

След въвеждане на общите характеристики на зоната (сградата), се разработват симулационни модели на различните системи.

За отчитане на взаимното влияние на системите се спазва принцип на симулация от „дясно-наляво“ – фиг.7.4. Този принцип се спазва за всяка една зона, като **системата за битово горещо водоснабдяване се симулира за сградата като цяло.**

Калибриране и нормализиране на енергийния модел-общи сведения

Калибриране и нормализиране са основни процедури при създаване на енергийния модел на конкретна сграда. В общия случай, калибрирането и последващото нормализиране на енергийния модел са процедури, които се извършват след въвеждане на всички общи, геометрични и топлофизични характеристики на всички зони, определящи обследваната сграда като цяло. Този подход е допустим, ако всички зони се осигуряват от общи системи за отопление, поддържащи еднакви параметри на микроклимата.

В случаите на отопление в отделните зони, осигурявано от една или повече системи, но при различни параметри на микроклимата, настройването на модела (калибриране) се разработва за всяка зона поотделно.

ГЛАВА 8

МОДЕЛИРАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА ОХЛАЖДАНЕ

8.1. Подход и особености при създаване на модели на енергийно потребление на сгради за периода на охлаждане

При създаване на модел на енергийно потребление на сграда в режим на охлаждане се спазват основните принципи на създаване на модел на енергийно потребление на сграда в режим на отопление.

Основна разлика при създаване на енергийния модел в режим на охлаждане е предварителната оценка на съществуващите системи за охлаждане.

Енергиен модел на охлаждане се създава само в случаите, когато е установено поддържане на охлаждане, независимо дали е свързано с охладителна инсталация, или охлаждане с обработен въздух при ясно дефинирани режимни параметри и ефективност на техническите системи, осигуряващи охлаждане.

Ефективността на охлаждащите системи се установява чрез измервания и изчисления на процесите.

В случаите, когато са установени климатични системи със субективен режим на ползване, разходът на енергия за охлаждане се определя в общия баланс на потребление на електричество, а самото потребление се симулира в модела на уредите без влияние на топлинния баланс.

В процеса на нормализация при режим охлаждане се симулира работата на охладителни и вентилационни системи за охлаждане, ако в процеса на обследване е установено наличието на неработещи такива, или се предвижда въвеждане на нови, съвременни системи за охлаждане като енергоспестяваща мярка (ЕСМ). В тези случаи се симулират охладителни системи с характеристики, характерни за времето на построяване и типа на сградата. Целта е осигуряване на възможност за оценка на разхода на енергия в бъдещо състояние, след ЕСМ.

8.2. Модели за оценка на разхода на енергия при комбинирано действие на системи за охлаждане

След направен избор за вида проект, се записва име на проекта, отразява се климатичната зона, в която попада обследваната сграда, както и нейната категория. В този екран се задават и предварително определените зони и техният режим – отопление и/или охлаждане.

Софтуер за изчисляване на енергийните характеристики на сгради

Име на проекта: Дом за медико социални грижи

Климатична зона: Климатична Зона 8 - Климатична зона Южна България

Категория на сградата: Лечебни заведения

Топлинни зони:

Зона 1 отопление охлаждане към зоната >>

Зона 2 отопление охлаждане към зоната >>

Фиг. 8.1. Начални данни за проекта

8.2.1 Модел на охлаждане в зона (сграда)

Всички процедури на създаване на енергиен модел на охлаждане са аналогични на създаването на модел на енергийно потребление на сграда в режим на отопление. Когато дадена зона е дефинирана в двата режима – отопление и охлаждане, симулирането на ограждащите елементи и всички останали компоненти на енергийния баланс е общо и за двата режима. Възможно е поради специфика на конкретна зона да се създаде симулация само на режим охлаждане.

Охлаждане						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			0	54	54	
U външни стени, W/m ² K			1.610	1.610	0.300	0,184
U прозорци, W/m ² K			2.630	2.630	1.400	-0,028
U покрив непрозрачен, W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
U под към сутерен/външен въздух, W/m ² K			0.701	0.701	0.701	
Коефициент на енергопреминаване			0.498	0.498	0.498	
U тавани към съседна зона, W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
U вътрешни стени, W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
U под над друга зона, W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
Инфилтрация, h ⁻¹			0.00	0.10	0.10	
Проектна температура, °C			0.0	26.0	26.0	
Температура с повишение, °C			0.0	31.0	31.0	
Относителна влажност, %			0.0	60.0	60.0	
Дебит за охлаждане с необработен вѐн, в-х, m ³ /hm ²			0.00	0.00	0.00	
Нетна енергия без приносите, kWh/m²			97.65	5.33	9.30	
Приноси от охлаждане с необр. вѐн в-х, kWh/m²			0.00	0.00	0.00	
Приноси от вентилация, kWh/m²			0.00	0.39	0.39	
Нетна енергия, kWh/m²			97.65	4.94	8.92	
Енергиен източник 1 (EI1)	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	
Дял, %			0	100	100	
Ефективност на отдаване, %			0	94	98	-0,006
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0	95	98	-0,004
Автоматично управление, %			0	94	98	-0,006
Енергиен мениджмѐнт (EM) и поддръжка, %			0	96	98	-0,003
Ефективност на генератора на студ 1, %			0	290	510	0,082
Потребна енергия (EI1), kWh/m²			0.00	2.12	1.90	
Енергиен източник 2 (EI2)	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	
Дял, %			0	0	0	
Ефективност на отдаване, %			0	0	0	
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0	0	0	
Автоматично управление, %			0	0	0	
Енергиен мениджмѐнт (EM) и поддръжка, %			0	0	0	
Ефективност на генератора на студ 2, %			0	0	0	
Потребна енергия (EI2), kWh/m²			0.00	0.00	0.00	
Обща ефективност на генериране на студ, %			0	290	510	
Обща потребна енергия, kWh/m²			0.00	2.12	1.90	0,220

Фиг. 8.2. Симулация на охлаждане в зона

Аналогично на симулацията на отоплението в конкретна зона или сграда, софтуерът позволява симулация на два енергийни източника на студ за всяка зона. Въвеждат се:

1. Инфилтрация, която може да бъде различна от тази симулирана в режима на отопление. Характерно е, че през охладителния период субективната отваряемост на прозорците е по-кратковременна от тази през отоплителния;

2. Проектна температура – това е настроената стойност на температурата, подържана от системите за охлаждане в присъствено време;

3. Температура с повишение – това е температурата, която се установява в помещенията след изключване на системите за охлаждане, в съответствие със зададения експлоатационен режим – график (фиг. 8.3).

4.

График обитатели						
	Актуално		Нормализирано състояние		След ЕСМ	
	Начало	Край	Начало	Край	Начало	Край
Работни дни	0:00	0:00	8:00	17:00	8:00	17:00
Съботи	0:00	0:00	8:00	17:00	8:00	17:00
Недели	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00

График вентилация						
	Актуално		Нормализирано състояние		След ЕСМ	
	Начало	Край	Начало	Край	Начало	Край
Работни дни	0:00	0:00	8:00	17:00	8:00	17:00
Съботи	0:00	0:00	8:00	17:00	8:00	17:00
Недели	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00

График охлаждане						
	Актуално		Нормализирано състояние		След ЕСМ	
	Начало	Край	Начало	Край	Начало	Край
Работни дни	0:00	0:00	8:00	17:00	8:00	17:00
Съботи	0:00	0:00	8:00	17:00	8:00	17:00
Недели	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00

График вентилране с външ.въздух без термична обработка						
	Актуално		Нормализирано състояние		След ЕСМ	
	Начало	Край	Начало	Край	Начало	Край
Работни дни	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Съботи	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Недели	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00

Фиг. 8.3. Графици в режим охлаждане

5. Всички параметри на енергийните източници се дефинират аналогично на симулацията на отоплителния режим.

Съществена разлика спрямо модела на отоплението е осигурената възможност за моделиране на охлаждане с необработен външен въздух. Това е много популярна мярка в случаите, когато е възможно осигуряване на циркулация на външен въздух през нощта, което води до значително облекчаване на охладителните инсталации в присъствено време. Този процес

се симулира с конкретен часов график и специфичен дебит на необработения въздух.

8.3. Оценка на моделите в режим охлаждане

В съответствие със спецификата на обследваната сграда и в съответствие с набелязаните енергоспестяващи мерки, е възможно да се разработят различни варианти на енергийни модели.

Ако се симулира съществуваща система за охлаждане, е достатъчно тя да бъде симулирана в актуалното състояние на сградата с коректни параметри, а разходът на потребна енергия се определя от общия енергиен баланс и процеса на калибриране на модела. Трябва да се отчете и взаимното влияние на системите за обработка на пресен въздух и системата за охлаждане на въздуха в помещенията, независимо дали те работят на изпарителен принцип, или са водоохлаждащи агрегати.

Енергия за:	Потребна енергия							
	Реф. с-ти 1 kWh/m ²	Реф. с-ти 2 kWh/m ²	Текущо състояние		Нормализирано съст.		След ЕСМ	
			kWh/m ²	kWh/year	kWh/m ²	kWh/year	kWh/m ²	kWh/year
Отопление			197.958	539 830.762	194.749	531 080.460	34.654	94 501.428
Охлаждане			0	0	0.171	465.370	0.153	416.968
Вентилация (отопление)			0	0	0.093	252.301	0.033	89.599
Вентилация (охлаждане)			0	0	0.011	29.860	0.006	15.143
БГВ			25.621	69 869.272	25.621	69 869.272	25.621	69 869.272
БГВ(Помпи)			0.175	477.770	0.175	477.770	0.175	477.770
Помпи и вентилатори			3.378	9 210.718	3.378	9 210.718	3.378	9 210.718
Осветление			8.058	21 973.369	13.010	35 479.581	13.010	35 479.581
Уреди влияещи на топлинния баланс			4.993	13 616.018	4.993	13 616.018	4.993	13 616.018
Уреди невяляещи на топлинния баланс			34.629	94 433.676	34.629	94 433.676	34.629	94 433.676
Други			0	0	0	0	0	0
Общо			274.812	749 411.586	276.830	754 915.026	116.652	318 110.174

Фиг. 8.4. Потребна енергия в сградата

В представения пример е показана концепция за симулация на охлаждане в сграда, в която не е изградена система за охлаждане, но в бъдещо състояние, в съответствие с изискванията за поддържане на микроклимат, се предвижда въвеждане на високоефективно охлаждане. Оценката на постигнатия ефект се прави в съответствие на резултатите, изчислени от програмния продукт (фиг.8.5).

Едни от най-често използваните съвременни системи за охлаждане, позволяващи различни концепции и възможности за симулиране са:

1. Многозонови климатични системи с директно изпарение на хладилния агент.

Тези системи са подходящи за климатизиране, както на няколко помещения - зони, така и на цели сгради. Характерно за тях е възможността за поддържане на различни режимни параметри в различните зони, възможността

за присъединяване към вентилационни системи и енерговъзстановяващи блокове.

2. Водоохлаждащи агрегати.

При тези системи охлаждането се осъществява с флуид. Най-често този флуид е воден разтвор на етиленгликол, който не позволява замръзването на флуида при отрицателни температури и добавки, предотвратяващи корозията в системата.

4 Вентилация - Охлаждане		
Ефективност на отдаване ЕИ1	0,000	0,000
Ефективност на разпределителната мрежа ЕИ1	0,000	0,000
Автоматично управление ЕИ1	0,000	0,000
Ефективност на генератора на студ ЕИ1	0,004	10,908
Общо	0,004	10,908
4 Охлаждане		
U външни стени	0,015	40,905
U прозорци	-0,002	-5,454
Ефективност на отдаване ЕИ1	0,000	0,000
Ефективност на разпределителната мрежа ЕИ1	0,000	0,000
Автоматично управление ЕИ1	0,000	0,000
Енергиен мениджмънт(ЕМ) и поддръжка ЕИ1	0,000	0,000
Ефективност на генератора на студ ЕИ1	0,007	19,089
Общо	0,02	54,54

Фиг. 8.5. Постигнат енергоспестяващ ефект

ГЛАВА 9

МОДЕЛИРАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА ОБРАБОТЕН ПРЕСЕН ВЪЗДУХ

9.1. Модел на системи за осигуряване на обработен пресен въздух в режим отопление

Енергийните модели на системите за осигуряване на обработен пресен въздух се разработват в три състояния в зависимост от наличието и състоянието им.

Актуално състояние

При наличие на работеща система за осигуряване на обработен пресен въздух се създава модел, основан на измерени и сигурни данни за специфичния дебит и температура на подаване на пресния въздух, както и всички останали режимни и технически параметри. Данните, на базата на които се създава този модел са основани на преки измервания, анализи и изчисления с цел коректно установяване на реалните работни и технически параметри на приточната вентилация във всяка една зона в сградата. В процеса на анализа е необходимо да се установи и ефективността на системата за оползотворяване на топлината на изхвърляния въздух (рекуперация). Енергийният модел има възможност и за анализиране на двустепенна термодинамична рекуперация, като за тази цел е необходимо да се определят температурната разлика за загряване на въздуха във втора степен, варираща между 4 и 8 °С, както и минималната крайна температура на отработения въздух с обичайни стойности между 3 и 5 °С.

Нормализирано състояние

Изчисленията се разработват в съответствие с изискванията в Наредба 15 за технически правила и нормативи за проектиране, изграждане и експлоатация на обектите и съоръженията за производство, пренос и разпределение на топлинна енергия при оценка на необходимото количество пресен въздух в съответствие с конкретната зона/сграда.

Ако температурата на подаване и/или дебита, както и всички останали режимни параметри, установени при началното създаване на енергийния модел са по-високи от нормативно изискуемите, те не се променят, а спрямо тях се търси потенциал за енергийни спестявания, който се отразява в колона „След ЕСМ“.

Вентилация - отопление						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			35	35	35	
Дебит, m ³ /hm ²			1.000	1.000	1.000	
Температура на подаване, °C			27.0	27.0	21.0	0,535
Относителна влажност на подавания въздух, %			40.0	40.0	40.0	
Ефективност на първа степен на рекуперация, %			50.0	50.0	50.0	
Ефективност на втора степен на рекуперация, %			0.0	0.0	0.0	
Темп. разлика на загряване на въздуха във втора степен(от 4 до 8), °C			4.0	4.0	4.0	
Минимална крайна температура на отработения въздух(от 3 до 5), °C			3.0	3.0	3.0	
Енергия за загряване на въздуха, kWh/m²			3.23	3.23	2.00	
Енергиен източник 1 (EI1), %	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	
Дял, %			100	100	100	
Ефективност на отдаване, %			100	100	100	
Ефективност на разпределителната мрежа, %			100	100	100	
Автоматично управление, %			97	97	97	
Енергиен мениджмънт (ЕМ) и поддръжка, %			96	96	96	
Ефективност на генератора на топлина, %			350	350	350	
Потребна енергия (EI1), kWh/m²			0.99	0.99	0.61	
Енергиен източник 2 (EI2), %	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	
Дял, %			0	0	0	
Ефективност на отдаване, %			0	0	0	
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0	0	0	
Автоматично управление, %			0	0	0	
Енергиен мениджмънт (ЕМ) и поддръжка, %			0	0	0	
Ефективност на генератора на топлина 2, %			0	0	0	
Потребна енергия (EI2), kWh/m²			0.00	0.00	0.00	
Обща ефективност на генериране на топлина, %			350.0	350.0	350.0	
Принос към отоплението, kWh/m²			0.15	0.15	-0.58	
Обща потребна енергия, kWh/m²			0.99	0.99	0.61	0,379

Фиг. 9.1. Модел на приточната вентилация

9.2. Модел на системи за осигуряване на обработен пресен въздух в режим охлаждане

Логиката на създаване на енергиен модел на вентилационните системи, осигуряващи обработен охладен пресен въздух, е аналогична на зимния режим. Системите се симулират чрез:

- работен режим;
- дебит на пресния въздух;
- температура на подаване;
- параметри на енергийния източник.

При летен режим не се симулира рекуперация.

На фигура 9.2 е представена симулация на вентилация в режим охлаждане при условие, че в състояние няма работеща система, но в бъдеще се предвижда въвеждане на система за осигуряване на пресен въздух с цел осигуряване на нормативните изисквания. Системата е симулирана като конвенционална, базова с параметри характерни за типа зона/сграда с нормативните изисквания към времето на нейното построяване в нормализирано състояние за да може да се направи съпоставка със съвременна високоефективна система.

Вентилация - охлаждане						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			0	54	54	
Дебит, m ³ /hm ²			0.000	1.000	1.000	
Температура на подаване, °C			0.0	24.0	24.0	
Относителна влажност на подавания въздух, %			0.0	60.0	60.0	
Енергия за охлаждане на въздуха, kWh/m²			0.00	0.32	0.32	
Енергия за загряване на въздуха, kWh/m²			0.00	0.24	0.24	
Енергия за изсушаване на въздуха, kWh/m²			0.00	-0.12	-0.12	
Енергиен източник 1 (EI1)	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	
Дял, %			0	100	100	
Ефективност на отдаване, %			0	94	98	0,005
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0	95	98	0,004
Автоматично управление, %			0	94	98	0,005
Енергиен мениджмънт (ЕМ) и поддръжка, %			0	96	96	
Ефективност на генератора на студ 1, %			0	290	510	0,053
Потребна енергия (EI1), kWh/m²			0.00	0.14	0.07	
Енергиен източник 2 (EI2)	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	
Дял, %			0	0	0	
Ефективност на отдаване, %			0	0	0	
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0	0	0	
Автоматично управление, %			0	0	0	
Енергиен мениджмънт (ЕМ) и поддръжка, %			0	0	0	
Ефективност на генератора на студ 2, %			0	0	0	
Потребна енергия (EI2), kWh/m²			0.00	0.00	0.00	
Обща ефективност на генериране на студ, %			0.0	290.0	510.0	
Принос към охлаждането, kWh/m²			0.00	0.39	0.39	
Обща потребна енергия, kWh/m²			0.00	0.14	0.07	0,067

Фиг. 9.2. Модел на вентилацията в режим охлаждане

ГЛАВА 10

МОДЕЛИРАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА БИТОВО ГОРЕЩО ВОДОСНАБДЯВАНЕ

Модел на система за битово горещо водоснабдяване се разработва за сградата като цяло.

Актуално състояние

В случаите, в които битовото горещо водоснабдяване (БГВ) се осигурява от централизирана система е достатъчно енергийния модел да се приведе в пълно съответствие с регистрирания разход на енергия, отчетена от търговските уреди за измерване. Често битовото горещо водоснабдяване се осъществява с помощта на електрическа или друга инсталация за производство на гореща вода.

Необходимия разход на смесена вода се определя по следния начин:

$$(10.1) Q = \dot{Q} \cdot t = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta\theta, \text{ J}$$

където:

Q – потребена електроенергия за БГВ, J;

\dot{Q} – електрическа или топлинна мощност на бойлера, W;

t – време, s;

V – обем на подгрята вода, m^3 ;

ρ – плътност на водата, kg/m^3 ;

c_p – специфичен топлинен капацитет на водата, J/kgK;

$\Delta\theta$ – температурна разлика, K.

След преобразуване на горната формула за годишното потребление на гореща вода в литри се получава:

$$(10.2) V = \frac{\dot{Q} \cdot d \cdot h \cdot 3600 \cdot 1000}{\rho \cdot c_p \cdot (t_{\text{см.в.}} - t_{\text{ст.в.}})}, \text{ l/y}$$

където:

V – годишен разход на смесена вода, l/y;

d – работни дни на БГВ за година, бр.;

h – работни часове на БГВ за ден, h;

ρ – плътност на водата, kg/m^3 ;

c_p – специфичен топлинен капацитет на водата, J/kgK;

$t_{\text{см.в.}}$ – температура на смесената вода, °C;

$t_{\text{ст.в.}}$ – температура на студената вода, °C.

$$(10.3) v = \frac{V}{A_{\text{от}}}, \text{ l}/\text{m}^2\text{y}$$

където:

v – специфичен годишен разход на смесена вода за БГВ, l/m²y;

$A_{\text{конд}}$ – кондиционирана площ, m^2 .

Нормативен разход на смесена вода за битови нужди (Нормализирано състояние)

Нормативният разход на смесена вода за битови нужди се изчислява в съответствие с Приложение No.3, към чл.18, ал.2 от нормите за „Проектиране, изграждане и експлоатация на сградни ВиК инсталации” от Наредба No.4 / 17.06.2005 г. на МРРБ., от което се определя средно денонощното потребление на гореща вода ($55\text{ }^{\circ}\text{C}$) за обитателите в съответния тип сгради. Необходимо е това количество гореща вода да се преизчисли, като смесена вода за битови нужди с температура $37,5\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$(10.4) \quad ((I_{\text{г.вода/ден/човек по норми}} * (55-37,5)/(37,5-10)) + I_{\text{г.вода/ден/човек по норми}}) \times \text{брой хора} \times \text{брой дни в годината} / \text{кондиционирана площ, [l/m}^2\text{y]}.$$

За коректно създаване на енергийният модел на системата за БГВ е необходимо да се въведат работния режим и едновременната мощност на рециркулационните помпи – фиг. 10.2. в месечен или годишен план.

Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Годишно потребление, $\text{l/m}^2\text{year}$			548.00	1010.00	1 010.00	
Температурна разлика, $^{\circ}\text{C}$			37.5	37.5	37.5	
Гореща вода по водомер, m^3			0.0	0.0		
Смесена вода годишно, m^3			1 494.4	2 754.3	2 754.3	
Нетна енергия, kWh/m^2			23.38	43.09	43.09	
Енергия от слънчева система за БГВ, kWh/m^2			0.00 ☀	0.00 ☀	0.00 ☀	
Необходима енергия, kWh/m^2			23.38	43.09	43.09	
Енергиен източник 1 (EI1)	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	
Дял на енергиен източник, %			100.0	100.0	100.0	
Ефективност на разпределителната мрежа, %			98.0	98.0	98.0	
Автоматично управление, %			97.0	97.0	97.0	
Енергиен мениджмънт (EM) и поддръжка, %			96.0	96.0	96.0	
Ефективност на генератора на топлина, %			100.0	100.0	100.0	
Потребна енергия (EI1), kWh/m^2			25.62	47.22	47.22	
Енергиен източник 2 (EI2)	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	
Дял, %			0.0	0.0	0.0	
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0.0	0.0	0.0	
Автоматично управление, %			0.0	0.0	0.0	
Енергиен мениджмънт (EM) и поддръжка, %			0.0	0.0	0.0	
Ефективност на генератора на топлина 2, %			0.0	0.0	0.0	
Потребна енергия (EI2), kWh/m^2			0.00	0.00	0.00	
Ефективност на генериране на топлина, %			100.0	100.0	100.0	
Потребна енергия, kWh/m^2			25.62	47.22	47.22	0,000

Фиг. 10.1. Модел на системата за БГВ

Помпи (БГВ)						
По месеци <input type="radio"/> Месечно <input checked="" type="radio"/> Годишно						
Отопление						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ECM	Спестяване
Работен режим, h/week			168	168	168	
Едновременна мощност, W/m ²			0.02	0.02	0.02	
Потребна енергия, kWh/m²			0.08	0.08	0.08	0,000
Годишно						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ECM	Спестяване
Работен режим, h/week			168	168	168	
Едновременна мощност, W/m ²			0.02	0.02	0.02	
Потребна енергия, kWh/m²			0.18	0.18	0.18	0,000

Фиг. 10.2. Модел на рециркуляционните помпи

ГЛАВА 11

МОДЕЛИРАНЕ НА ОСВЕТЛЕНИЕ, УРЕДИ, ПОМПИ И ВЕНТИЛАТОРИ

В процеса на създаване на енергийни модели на осветлението, уредите, помпите и вентилаторите – основни елементи в енергийния баланс на сградата е необходимо да се спазват точни правила за правилни изчисления за получаване на изходна информация, дефинираща началните условия за актуално и нормализирано състояние, както и състояние след определяне на ЕСМ на енергийния модел по описаните системи.

Основни дефиниции

1. Осветление: включва всички осветители в кондиционирания и некондиционирания обем на сградата.

Изчислява се на три нива по формула 11.1:

- актуално състояние, при което се включват само работещите осветители;

- нормализирано състояние – привеждат се работно състояние всички осветители, работещи и неработещи с цел възстановяване на нормативната осветеност в съответствие с изискванията за анализираната сграда;

- състояние след ЕСМ – разработват се варианти на енергоспестяващи мерки при съвременни енергоефективни източници на светлина, осигуряващи всички изисквания за енергийна и светлинна ефективност.

2. Уреди с влияние на топлинния баланс на сградата – това са всички консуматори на електричество, инсталирани в кондиционирания обем на сградата, които в процеса на тяхната работа отдават топлина.

3. Уреди без влияние на топлинния баланс на сградата – това са всички консуматори на електричество с отчетен разход на енергия, инсталирани в некондиционирания обем на сградата – сутерени, подпокривни пространства, извън сградни пространства и др. Към тази група се отнасят и осветители в описаните пространства, както и всички локални климатизатори, работещи в субективен режим.

Изчисленията за уредите с и без влияние на топлинния баланс на сградата са аналогични на тези за осветлението

4. Помпи – необходимо е да се диференцират помпите осигуряващи циркулация на топлоносител за отоплителната и вентилационна инсталации в зимен режим и респективно студоносител в летен.

5. Вентилатори – при създаване на модел на вентилаторите трябва да се има предвид, че такъв се създава само на част от тях, а именно на вентилаторите на приточната вентилация, чиито електрически двигатели отдават топлина в кондиционирания обем и се влияят от дефинирания режим на работа на системата за обработен пресен въздух. Всички други вентилатори (смукателни и др.) се симулират като уреди без влияние на топлинния баланс.

$$(11.1) P_{\text{едн}} = \frac{(P_p \cdot h \cdot D)}{A_{\text{конд}} \cdot h_{\text{сг}}} \cdot k_{\text{едн}}, W/m^2$$

където:

$P_{\text{едн}}$ – едновременна мощност, W/m^2 ;

P_p – мощност на групите работещи/неработещи осветители, W ;

$A_{\text{конд}}$ – кондиционирана площ, m^2 ;

$k_{\text{едн}}$ – коефициент на едновременност – отразява едновременната работа на групата осветители за приетия седмичен режим;

h – часове на работа за ден, h ;

D – дни за седмицата, в които се използва осветлението;

$h_{\text{сг}}$ – режим на работа на сградата, часа/седмично ($h/week$)

Изчисленията за уредите с и без влияние на топлинния баланс на сградата са аналогични на тези за осветлението.

$$(11.2) P_{\text{едн}} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_p \cdot h_{\text{ур}} \cdot d_{\text{ур}} \cdot k_{\text{едн}})_i}{A_{\text{конд}} \cdot h_{\text{сг}}} = W/m^2$$

където:

$P_{\text{едн}}$ – едновременна мощност, W/m^2 ;

W_p – мощност на работещите уреди, W ;

$A_{\text{конд}}$ – кондиционирана площ, m^2 ;

$k_{\text{едн}}$ – коефициент на едновременност на група уреди;

$h_{\text{ур}}$ – часове работа на ден, h ;

$d_{\text{ур}}$ – дни от седмицата, в които уредите работят;

$h_{\text{сг}}$ – часове на работа на сградата (седмично), h .

Работния режим на осветлението и уредите се изчислява в седмичен аспект – часа за седмица.

Вентилаторите и помпите се дефинират със специфична мощност:

$$(11.3) P_{\text{едн}} = \frac{P}{A_{\text{конд}}}, W/m^2$$

където:

P – мощност на помпите/вентилаторите, W ;

$A_{\text{конд}}$ – кондиционирана площ, m^2 ;

На фиг. 11.1÷11.5 са представени модели на системите – помпи и вентилатори, осветление, уреди, влияещи и невлияещи на топлинния баланс. При наличие на данни, уредите и осветлението могат да се симулират в месечен или годишен аспект.

Осветление												
Обобщено												
Актуално състояние	4.4 седм.	4.0 седм.	4.4 седм.	0.7 седм.		1.6 седм.	4.4 седм.	4.4 седм.		1.6 седм.	4.3 седм.	4.4 седм.
	Януари	Февруари	Март	Април	Май	Юни	Юли	Август	Септември	Октомври	Ноември	Декември
Работни дни - режим, h/day	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Товар, W/m ²	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Събота - режим, h/day	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Товар, W/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Неделя - режим, h/day	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Товар, W/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Нормализирано състояние	4.4 седм.	4.0 седм.	4.4 седм.	0.7 седм.		1.6 седм.	4.4 седм.	4.4 седм.		1.6 седм.	4.3 седм.	4.4 седм.
	Януари	Февруари	Март	Април	Май	Юни	Юли	Август	Септември	Октомври	Ноември	Декември
Работни дни - режим, h/day	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Товар, W/m ²	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Събота - режим, h/day	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Товар, W/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Неделя - режим, h/day	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Товар, W/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
След ЕСМ	4.4 седм.	4.0 седм.	4.4 седм.	0.7 седм.		1.6 седм.	4.4 седм.	4.4 седм.		1.6 седм.	4.3 седм.	4.4 седм.
	Януари	Февруари	Март	Април	Май	Юни	Юли	Август	Септември	Октомври	Ноември	Декември
Работни дни - режим, h/day	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Товар, W/m ²	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Събота - режим, h/day	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Товар, W/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Неделя - режим, h/day	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Товар, W/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Фиг. 11.1. Модел на работата на осветлението в месечен план

Осветление						
По месеци <input type="radio"/> Месечно <input checked="" type="radio"/> Годишно						
Отопление						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			84	84	84	
Едновременна мощност, W/m ²			1.91	3.14	3.14	
Потребна енергия, kWh/m²			3.83	6.29	6.29	0,000
Годишно						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			84	84	84	
Едновременна мощност, W/m ²			1.91	3.14	3.14	
Потребна енергия, kWh/m²			8.37	13.75	13.75	0,000

Фиг. 11.2. Модел на работата на осветлението в годишен план

Уреди влияещи на топлинния баланс						
По месеци <input type="radio"/> Месечно <input checked="" type="radio"/> Годишно						
Отопление						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			168	168	168	
Едновременна мощност, W/m ²			0.62	0.62	0.62	
Потребна енергия, kWh/m²			2.48	2.48	2.48	0,000
Годишно						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			168	168	168	
Едновременна мощност, W/m ²			0.62	0.62	0.62	
Потребна енергия, kWh/m²			5.43	5.43	5.43	0,000

Фиг. 11.3. Модел на уредите с влияние на топлинния баланс в годишен план

Уреди невлияещи на топлинния баланс

По месеци Месечно Годишно

Отопление						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			168	168	168	
Едновременна мощност, W/m ²			4.3	4.3	4.3	
Потребна енергия, kWh/m²			17.23	17.23	17.23	0,000

Годишно						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			168	168	168	
Едновременна мощност, W/m ²			4.3	4.3	4.3	
Потребна енергия, kWh/m²			37.67	37.67	37.67	0,000

Фиг. 11.4. Модел на уредите без влияние на топлинния баланс в годишен план

Помпи и вентилатори - отопление						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Вентилатори, W/m ²			0.00	0.00	0.00	
Помпи вентилация, W/m ²			0.00	0.00	0.00	
Помпи отопление, W/m ²			0.88	0.88	0.88	
Енергиен мениджмънт (EM) и поддръжка, %			96	96	96	
Потребна енергия, kWh/m²			3.67	3.67	3.67	0,000

Фиг. 11.5. Модел на помпите и вентилаторите

ГЛАВА 12

МОДЕЛИРАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ИЗТОЧНИЦИ НА ЕНЕРГИЯ И ИНТЕГРИРАНЕ В ЕНЕРГИЙНИЯ МОДЕЛ НА СГРАДАТА

12.1. Видове възобновяеми източници на енергия с приложение в сгради

Най-често използваните възобновяеми източници, намиращи приложение в сградите са термopомпени агрегати (термopомпи) и системи за оплзотворяване на слънчева енергия за загряване на вода за битови нужди.

12.1.1. Термopомпи

Това са агрегати, използващи нискотемпературна топлина от различни среди - водни източници в т.ч водни сондажи, атмосферен въздух, земя и отпадна топлина, като повишавайки на температурното и ниво, осигуряват загряване на въздуха в помещенията. Чрез висок коефициент на трансформация, термopомпите определят ниски разходи за енергия в сравнение с конвенционалните източници на топлина. Основните типове са:

1. Въздух-въздух;
2. Вода-въздух;
3. Въздух-вода;
4. Земя – вода;
5. Вода-вода.

В съответствие с Наредба № РД-02-20-3 от 9 ноември 2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради, чл. 17 (7), когато за ефективността на генератора на топлина(термopомпена система)/студ не може да се извлече информация от проектната документация за целите на конкретно изчисление, ефективностите се приемат с референтни стойности, както следва:

1. Термopомпи с функция за отопление от типа „въздух – въздух“-SCOP = 2,6;
2. Термopомпи с функция за отопление от типа „въздух – вода“- SCOP = 2,2;
3. Термopомпи с функция за отопление от типа „вода – вода“- SCOP = 3,5;
4. Система за охлаждане - SEER = 2,2.

SCOP/SEER представляват *сезонни коефициенти на трансформация* на термopомпен агрегат.

В съответствие с :

Чл. 36. (1) от същата наредба, при проектиране на нови инсталации в сгради с генератор на топлина и/или студ термопомпа показателите на енергийни характеристики „годишно потребление на енергия за отопление“ (kWh) и „годишно потребление на енергия за охлаждане“ (kWh) се изчисляват въз основа на стойностите на сезонния коефициент на преобразуване в работен режим – SCOP_{op} за отоплителен период и въз основа на сезонния коефициент на енергийна ефективност в работен режим – SEER_{op} за охладителен период.

(2) За целите на изчисленията по ал. 1 коефициентите SCOP_{op} и SEER_{op} се избират от продуктовата информация за екодизайн съгласно изискванията на приложимия делегиран регламент – мярка по прилагането на Директива 2009/125/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 21 октомври 2009 г. за създаване на рамка за определяне на изискванията за екодизайн към продукти, свързани с енергопотреблението (ОВ L 285, 31.10.2009 г.). Сезонните коефициенти на енергийна ефективност в работен режим – SCOP_{op} и SEER_{op}, отчетени от продуктовата информация за екодизайн на термопомпите, се адаптират към местните климатични условия на дадено географско местоположение в Република България. Адаптирането на стойностите на показателите SCOP_{op} и SEER_{op} се извършва съгласно част осма от приложение № 1 въз основа на методите от БДС EN 15316-4-2 „Енергийни характеристики на сгради. Метод за изчисляване на енергийните потребности и ефективността на системите. Част 4-2: Системи за отопляване на помещения с генериране на топлина, термопомпени системи, модули М3-8-2, М8-8-2“ или по друг приложим национално приет изчислителен метод.

12.1.2. Слънчеви системи за загряване на вода за битови нужди

Активните слънчеви системи работят в силно изразен нестационарен режим. Той се обуславя както от характера на входния енергиен поток (интензитет на слънцето, температура на външният въздух, скорост на вятъра), така и от нестационарността на графика на потребление на гореща вода. Комплектовката на системата зависи от предназначението ѝ и от климата на района, в който ще се използва. За умереноконтинентален климат основните елементи са: слънчеви колектори, акумулатори, допълнителен източник на енергия, топлообменни апарати (ТОА), помпи, разширителни съдове, тръби, арматура и регулиращи устройства.

Принципни схеми за загряване на вода чрез активни слънчеви системи са показани на фиг. 12.1÷12.7 [9, 10, 11, 12].

Директни системи

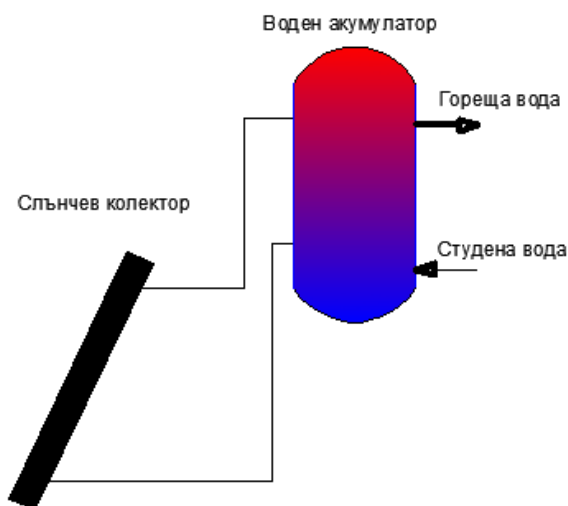
При директните слънчеви системи водата, която акумулира топлина, е същевременно и топлоносител за процеса на отнемане на топлина в слънчевите колектори. Това до голяма степен ограничава продължителността

на работа на тези инсталации, особено в географски райони с умерен и по-студен климат, поради вероятността от замръзване.

Различават се две разновидности на директните системи – директни системи с естествена циркулация (гравитационни) и директни системи с принудителна циркулация.

✓ Директна система с естествена циркулация (фиг. 12.1)

Това е най-простият и съответно най-малко ефективен метод за преобразуване на слънчевата енергия в топлина.

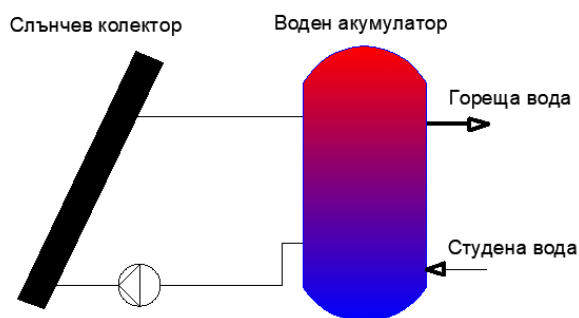


Фигура. 12.1. Директна система с естествена циркулация на свързване на слънчеви колектори

Гравитационните сили, породени от разликата в обемното тегло на водата с различна температура, пораждаат циркулацията на топлоносител през колектора. Задължително условие за правилната работа на системата е акумулаторът да се разположи над колекторите. Предимството на тези системи е, че са независими от електроенергия.

✓ Директна система с принудителна циркулация (фиг. 12.2)

Това са слънчеви системи с принудителното движение на топлоносителя, осигуряващо се от помпи. При тях отпада необходимостта от монтиране на акумулатора над колекторите.



Фигура. 12.2. Директна система с принудителна циркулация

Основните предимства на системите с принудителна циркулация пред тези с естествена циркулация са по-малките диаметри на тръбите, свободното разположение на акумулатора в сградата, по-лесният контрол на температурата, по-бързото отдаване на топлина от колектора в акумулатора, свободното разположение на свързващите тръби и др.

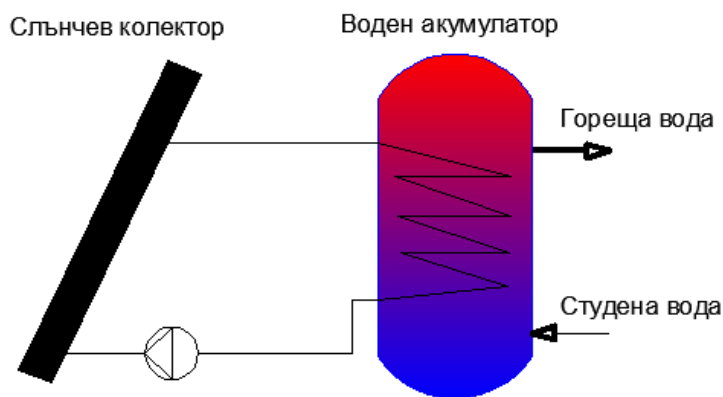
Индиректни системи

Характерното при тези системи е наличието на топлообменен апарат, който разделя флуида за консумация и флуида, който циркулира през колекторите.

Наличието на топлообменен апарат води до увеличаване на топлинното съпротивление в системата. В резултат на това в колектора постъпва топлоносител с по-висока температура, което води до намаляване на топлоотвеждането от абсорбера и до намаляване на ефективността на цялата система.

Разграничават се три основни разновидности на индиректните системи:

- ✓ Индиректни системи с вградена серпентина (фиг. 12.3)
- ✓

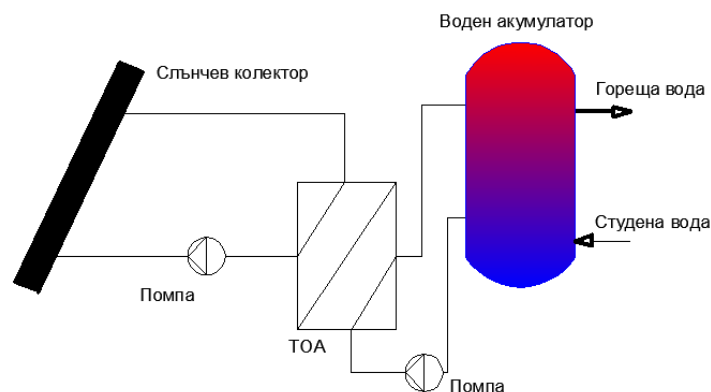


Фигура. 12.3. Индиректна система на свързване на слънчеви колектори

При тези системи влиянието на фактора размесване по време на процеса на внасяне на топлина от слънчевите колектори в топлинния акумулатор върху температурната стратификация, е значително по-малко, отколкото при директните схеми. При тях се осъществява принудително движение на горещ топлоносител от колекторния кръг към долната част на акумулатора и обратно.

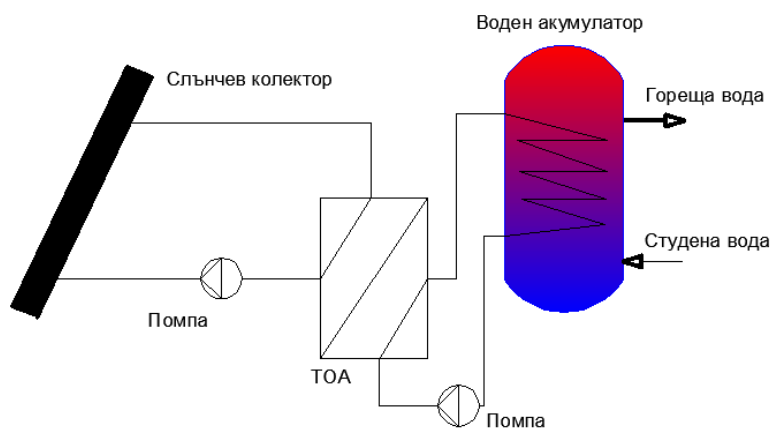
- ✓ Индиректни системи с междинен топлообменен апарат (фиг. 12.4)

При този вариант са възможни топлинни загуби от междинния топлообменник към околната среда. Освен това размесването на водата в акумулатора оказва съществено влияние върху температурната стратификация.



Фигура. 12.4. Индиректна система с междинен топлообменен апарат на свързване на слънчеви колектори

✓ Индиректни системи с вградена серпентина и междинен топлообменен апарат (фиг. 12.5)



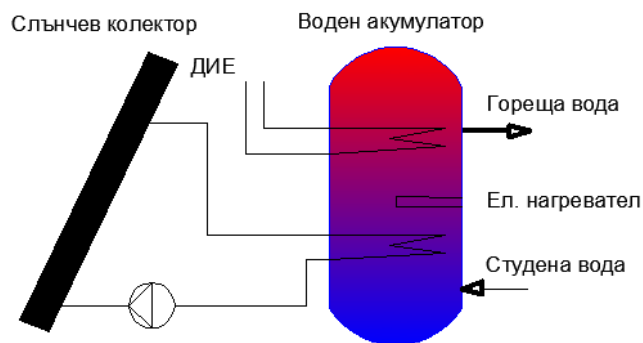
Фигура. 12.5. Индиректна система с вградена серпентина и междинен топлообменен апарат на свързване на слънчеви колектори

При тези системи са обособени два циркуляционни кръга на топлоносителя. Първият кръг е този между колектора и топлообменния апарат. Вторият е кръгът между топлообменника и серпентината, вградена в акумулатора. И в двата циркулира топлоносител, който служи само за пренасяне на топлина и не се консумира. Тези системи са най-надеждни, но и най-неефективни, поради внасянето на две допълнителни топлинни съпротивления по пътя на топлината от колектора към акумулатора, както и консумацията на електроенергия от две циркуляционни помпи.

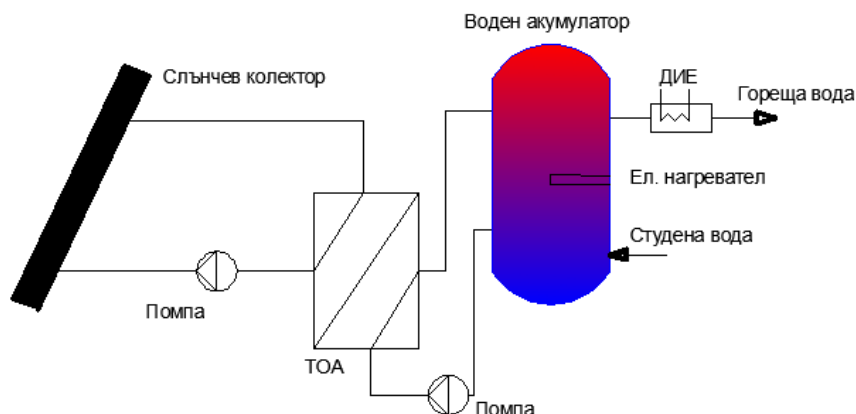
Поливалентни системи

При поливалентните слънчеви системи, освен слънчевата енергия, се използват и други енергийни източници (допълнителни) за загряване на водата.

Допълнителните източници на енергия (ДИЕ) могат да бъдат вградени в акумулатора или да бъдат монтирани на пътя на топлоносителя към консуматора. На фиг. 12.6 и 12.7 са показани примерни схеми на тривалентни системи.



Фигура. 1 Поливалентна система на свързване на слънчеви колектори



Фигура. 12.7. Поливалентна система на свързване на слънчеви колектори

Недостатък на системите с вграден в акумулатора допълнителен източник на енергия пред тези с изнесен е, че подадената енергия води до повишаване на температурата на водата на дъното на акумулатора, т.е. на входа на слънчевия колектор, което понижава ефективността на системата.

Методиката за изчисляване на количеството топлина от преобразуване на слънчевата енергия при загряване на вода за битови нужди е дефинирана в Наредба РД-02-20-3 от 9 ноември 2022, Приложение № 7 към чл. 42 , ал. 6.

Количеството гореща вода за битови нужди се определя в зависимост от предназначението на сградата, режимите на експлоатация и потреблението. Потреблението се определя по показател „средно денонощно потребление“ съгласно Наредба № 4 от 17 юни 2005 г. за проектиране, изграждане и експлоатация на сградни водопроводни и канализационни инсталации (ДВ, бр. 53 от 2005 г.).

За случаите, при които не са нормирани национални стойности за средно денонощно потребление на гореща вода за битови нужди, изчисленията се извършват със стойности по подразбиране от таблица 12.1 съгласно БДС EN 12 831-3.

Таблица 12.1 Стойности за изчисляване на нуждите от битова гореща вода на ден

Тип на сградата	Литри вода за битови нужди на човек на ден
Жилищни сгради (стандартно жилище)	25 – 60
Жилищни сгради (люксови жилища)	60 – 100
Еднофамилни къщи	40 – 70
Апартаментни жилища	25 – 30

Изчисленията по формула 12.1 се извършват с температура на горещата вода не по-малка от 55 °С и с температура на смесената вода в местата на потребление съгласно Наредба № 4 от 17 юни 2005 г. за проектиране, изграждане и експлоатация на сградни водопроводни и канализационни инсталации. Когато няма други данни, температурата на студената вода се приема 10 °С.

При системи за БГВ с топлинен акумулатор (резервоари за гореща вода) се отчитат и топлинните загуби в режим на готовност съгласно таблица 9 към чл. 42. от Наредба РД-02-20-3 от 9 ноември 2022.

При загряване на вода за битови нужди нетната енергия се определя по уравнението:

$$(12.1) Q_w = (\rho c)_w V_w (\theta_w - \theta_o), \text{ kWh}$$

където:

$(\rho c)_w = 1,161 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ е обемно изразеният топлинен капацитет на водата;

V_w - обемът на горещата вода за изчислителния период, m^3 ;

θ_w - температурата на горещата вода, °С;

θ_o - температурата на студената вода, °С.

12.2. Интегриране на възобновяеми източници на енергия в енергийния модел на сградата

12.2.1. Интегриране на термопомпени системи в енергийния модел на сградата

На фиг.12.8 е представен екран от компютърна симулация на замяна на енергиен източник за отопление – конвенционална поливалентна система (топлина от източник котел и топлина от електрически отоплители, работещи на принципа на Джаул-Ленц) със съвременна термопомпена система с висок коефициент на трансформация). Симулацията е разработена в колона „След

ЕСМ“, а постигнатите резултати са показани на фиг. 12.9 и 12.10. Представения подход е реализируем и за трите състояния (състояние, нормализация и след ЕСМ) при създаване на енергийни модели. От представените фигури ясно може да се проследи значимия спад на потребната енергия за отопление, дела на нейната възобновяема съставна част, както и постигнатите спестявания на разходи на и за енергия. Трябва да се отбележи, независимо, че част от необходимата енергия за отопление намалява (разход на енергия), то основната печалба е от спестявания на разходи за енергия, защото добитата от ВЕИ източник енергия се потребява в сградата.

Отопление						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			20	45	45	
U външни стени, W/m ² K			2.642	2.642	2.642	
U прозорци, W/m ² K			3.402	3.402	3.402	
U покрив непрозрачен, W/m ² K			1.030	1.030	1.030	
U под(НПЕ/ОПЕ/външен въздух/земя), W/m ² K			1.026	1.026	1.026	
Коефициент на енергопреминаване			0.507	0.507	0.507	
U вътрешни стени, W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
U тавани към съседна зона, W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
U под(над друга зона), W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
Инфилтрация, h ⁻¹			0.70	0.70	0.70	
Проектна температура, °C			21.7	22.0	22.0	
Температура с понижение, °C			21.7	21.7	21.7	
Нетна енергия без приносите, kWh/m²			192.01	192.90	192.90	
Приноси от вентилация, kWh/m ²			0.00	1.76	1.76	
Приноси от осветление, kWh/m ²			2.84	3.42	3.42	
Приноси от уреди, kWh/m ²			13.89	13.89	13.89	
Нетна енергия, kWh/m²			175.28	175.83	173.83	
Енергиен източник 1 (EI1)	Електричество	Електричество	Промислен газол...	Промислен газол...	Електричество	
Дял на енергиен източник, %			64	64	100	
Ефективност на отдаване, %			100	100	100	
Ефективност на разпределителната мрежа, %			95	95	100	4,486
Автоматично управление, %			94	94	97	2,765
Енергиен мениджмънт(EM) и поддръжка, %			96	96	96	
Ефективност на генератора на топлина, %			85	85	420	116,927
Потребна енергия (EI1), kWh/m²			153.94	152.67	44.45	
Енергиен източник 2 (EI2)	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	
Дял на енергиен източник, %			36	36	0	
Ефективност на отдаване, %			100	100	0	
Ефективност на разпределителната мрежа, %			100	100	0	
Автоматично управление, %			97	97	0	
Енергиен мениджмънт(EM) и поддръжка, %			96	96	0	
Ефективност на генератора на топлина, %			100	100	0	51,253
Потребна енергия (EI2), kWh/m²			67.76	67.20	0.00	
Обща ефективност на генериране на топлина, %			89.58	89.58	470	
Обща потребна енергия, kWh/m²			221.70	219.88	44.45	175,431

Фигура. 12.8 Симулация на съвременна термопомпена система

Енергия за:	Потребна енергия									
	Реф. с-ти 1 kWh/m ²	Реф. с-ти 2 kWh/m ²	Текущо състояние kWh/m ²	Текущо състояние kWh/year	Нормализирано съст. kWh/m ²	Нормализирано съст. kWh/year	След ЕСМ kWh/m ²	След ЕСМ kWh/year	в т.ч. ЕВИ kWh/year	Общо ЕВИ kWh/year
Отопление			221.704	550 712.478	219.877	546 175.295	44.446	110 404.672	0	353 294.951
Охлаждане			0	0	2.808	6 976.093	2.808	6 976.093	0	0
Вентилация (отопление)			0	0	25.939	64 433.347	25.939	64 433.347	0	0
Вентилация (охлаждане)			0	0	0.122	302.236	0.122	302.236	0	0
Помпи и вентилатори			8.256	20 506.662	10.710	26 604.660	10.710	26 604.660	0	0
Осветление			6.269	15 572.551	7.531	18 706.649	7.531	18 706.649	0	0
Уреди влияещи на топлинния баланс			30.636	76 099.824	30.636	76 099.824	30.636	76 099.824	0	0
Уреди невяляещи на топлинния баланс			15.246	37 869.946	15.246	37 869.946	15.246	37 869.946	0	0
Други			0	0	0	0	0	0	0	0
Общо			282.110	700 761.461	312.870	777 168.050	137.439	341 397.427	0	353 294.951

Фигура. 12.9 Екран от симулираното енергийно потребление в сградата преди и след въвеждане на термопомпената система

Енергоспестяващи мерки			
Параметър	kWh/m ²	kWh	
Отопление			
Ефективност на разпределителната мрежа EI1	4,486	11142,443	
Автоматично управление EI1	2,765	6868,952	
Ефективност на генератора на топлина EI1	116,927	290445,982	
Ефективност на генератора на топлина EI2	51,253	127313,247	
Общо	175,431	435770,623	

Фигура. 12.10. Постигнати енергийни резултати

Показаната информация на фиг.12.10 отразява реално енергията, която няма да се заплаща или с други думи с колко ще намалееят средствата, необходими за енергия при отчитане на постигнатите спестявания и цените за енергоносителите.

12.2.2. Интегриране на слънчеви системи за загряване на гореща вода в енергийния модел на сградата

Битово горещо водоснабдяване (БГВ)							
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ECM	Спестяване	
Годишно потребление, l/m ² year			548.00	548.00	548.00		
Температурна разлика, °C			37.5	37.5	37.5		
Гореща вода по водомер, m ³			0.0	0.0			
Смесена вода годишно, m³			1 494.4	1 494.4	1 494.4		
Нетна енергия, kWh/m²			23.38	23.38	23.38		
Енергия от слънчева система за БГВ, kWh/m²			0.00 ☀	0.00 ☀	0.00 ☀		
Необходима енергия, kWh/m²			23.38	23.38	23.38		
Енергиен източник 1 (EI1)	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾		
Дял на енергиен източник, %			0.0	0.0	0.0		
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0.0	0.0	0.0		
Автоматично управление, %			0.0	0.0	0.0		
Енергиен мениджмънт (ЕМ) и поддръжка, %			96.0	96.0	96.0		
Ефективност на генератора на топлина, %			100.0	100.0	100.0		
Потребна енергия (EI1), kWh/m²			25.62	25.62	25.62		
Енергиен източник 2 (EI2)	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾		
Дял, %			0.0	0.0	0.0		
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0.0	0.0	0.0		
Автоматично управление, %			0.0	0.0	0.0		
Енергиен мениджмънт (ЕМ) и поддръжка, %			0.0	0.0	0.0		
Ефективност на генератора на топлина 2, %			0.0	0.0	0.0		
Потребна енергия (EI2), kWh/m²			0.00	0.00	0.00		
Ефективност на генериране на топлина, %			100.0	100.0	100.0		
Потребна енергия, kWh/m²			25.62	25.62	25.62		0,000

Фигура. 12.11. Екран БГВ от енергийния модел на сградата.

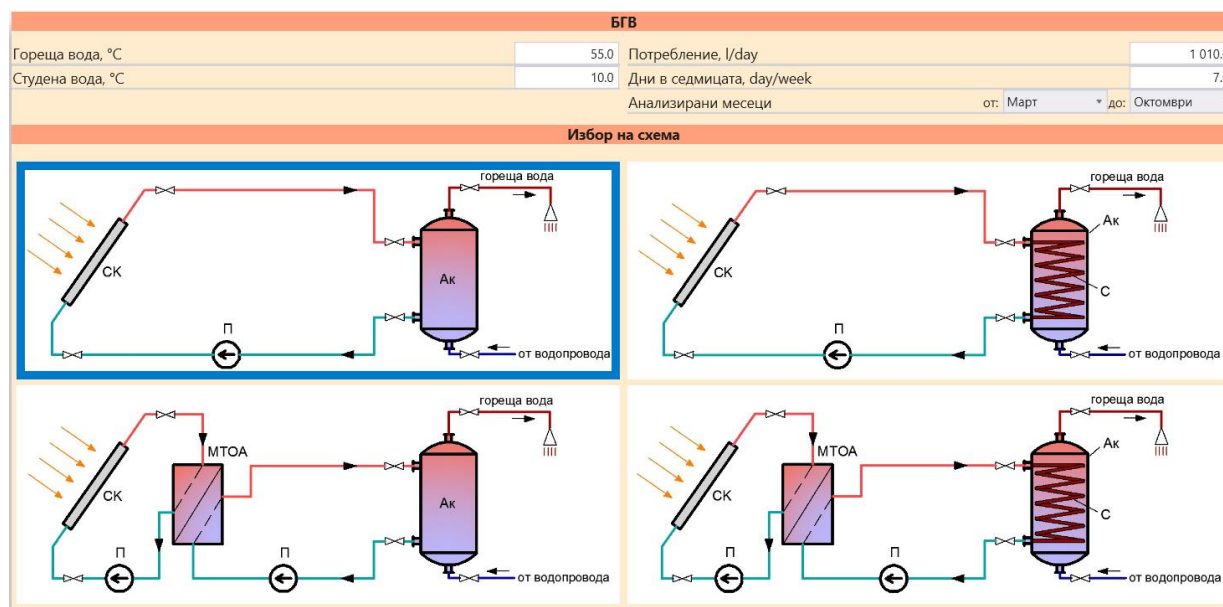
На фиг.12.11 е представен екран от енергиен модел на сградата, от който може да се проследи, че на всяко състояние от симулационния процес е осигурена възможност за симулация на системи за оползотворяване на възобновяема енергия от слънцето.

При вход в този модул се отваря прозорец за симулация (фиг.12.12), в който се избира и въвежда:

1. Температура на гореща вода – стойност по подразбиране 55 °С;
2. Температура на студена вода – стойност по подразбиране 10 °С;
3. Предварително изчислено дневно потребление на смесена вода, l/day ;

4. Дни в седмицата и месеци подлежащи на анализ.

От съществено значение е и правилния избор на схема на съществуващата или предвидена инсталация.



Фигура. 12.12. Екран от симулационния модул

Допълнително се въвеждат характеристиките на компонентите на съществуващата или предвидена слънчева система:

1. Абсорбираща повърхност, m^2 ;
2. Височина на колектора, m
3. $Fr UL, W/m^2K$;
4. $Fr(\tau\alpha)n, W/m^2K$;

където:

FR е коефициент на ефективно отвеждане на топлината от колектора;

UL – коефициент на пълните топлинни загуби на колектора, W/m^2K ;

$(\tau\alpha)n$ – средната месечна приведена поглъщателна способност на колекторите при перпендикулярно лъчение върху повърхността им;

5. Брой прозрачни покрития;
6. Брой колектори;
7. Ъгъл на наклона на колектора, $^\circ$;
8. Отражение на околната среда.

9. Всички характеристики на помпите, водните акумулатори и серпентини.

След въвеждане на всички необходими данни програмния продукт изчислява и визуализира постигнатите резултати (фиг.12.13.)

Характеристики								
Абсорбираща повърхност на колектора, m ²		2.10	Акумулатор					
Височина на колектора, m		2.00	Обем, l					
F_{R,U_L} , W/m ² K		1.00	Помпи, W/m ²					
$F_{R,(τα)_p}$, W/m ² K		1.50						
Брой прозрачни покрития		1						
Брой колектори		5						
Обща площ на колекторите, m ²		10.50						
Ъгъл на наклона, °		40.00						
Отражение на околната среда		0.50						

Резултати								
Месец	Брой дни	\bar{H} kWh/(m ² .ден)	\bar{H}_t kWh/(m ² .ден)	t_m °C	Qбгв,потр kWh	f _m %	Qбгв,сл kWh	Излишък %
Януари								
Февруари								
Март	31	3.19	3.89	6.9	1 638.6	83.8	1 372.8	0
Април	30	4.10	4.24	12.4	1 585.8	89.4	1 418.2	0
Май	31	4.78	4.48	16.4	1 638.6	93.0	1 524.3	0
Юни	30	5.58	5.03	21.0	1 585.8	100	1 597.4	0.7
Юли	31	5.44	5.08	23.8	1 638.6	100	1 662.1	1.4
Август	31	5.48	5.74	23.5	1 638.6	100	1 794.4	9.5
Септември	30	4.26	5.34	19.4	1 585.8	100	1 658.8	4.6
Октомври	31	2.67	4.00	13.6	1 638.6	85.8	1 405.9	0
Ноември								
Декември								

Дял на слънчевата енергия: **94 %**
 Уسوена слънчева енергия за БГВ: **12169.9 kWh**
 Получена топлина от слънцегрееене: **12433.9 kWh**
 Потребна енергия за помпи: **5344.9 kWh**

Фигура. 12.13. Екран от симулационния модул

ГЛАВА 13

КАЛИБРИРАНЕ НА МОДЕЛА. НОРМАЛИЗИРАНЕ НА МОДЕЛА. СПЕЦИФИЧНИ ОСОБЕНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРАНЕ НА ЕНЕРГОСПЕСТЯВАЩИ МЕРКИ

13.1. Калибриране на енергийния модел

Калибриране на енергийния модел означава привеждане на модела, създаден в компютърна среда, в пълно съответствие с реалното и регистрирано към момента на обследването, потребление на енергия в зоните (сградата) с отчитане на външните климатични условия за конкретната представителна година, както и отчитане на взаимното влияние на всички компоненти на енергийния баланс.

Калибрирането на енергийния модел на сградата се извършва по итерационен способ.

Принципи на процеса калибриране на енергийния модел при налични данни за потребено електричество и отопление общо за сградата.

1. Калибриране на електричеството.

След въвеждане на общите данни за зоните (сградата), както и въвеждане на предварително изчислените режимните параметри и едновременна мощност на електрическите консуматори, първата стъпка е калибриране на електричеството, така че симулираният разход на електричество да отговаря максимално точно на регистрирания разход за представителната година. Трябва да се има предвид, че калибрирането на енергийния модел, по отношение на електричеството, е от съществено значение от гледна точка на влиянието на осветлението и уредите с влияние на топлинния баланс върху отоплението и вентилацията в режим на отопление.

При многозонов модел калибрирането се разработва за всички зони.

Таблица. 13.1. Калибриране на електроенергията

Месец	Дни	Средно-месечна температура на външния въздух	Денградуси	Електроенергия		Гориво		
				газъл				
-	бр.	°C	k.day	kWh	лв.	кг.	kWh	лв.
1	31	3,1	554,90	8 359,00	1 421			

2	28	0,9	562,80	8 494,00	1 144			
3	31	6,5	449,50	19 082,00	3 244			
4	6	12,7	49,80	12 882,00	2 190			
5		17,7		12 211,00	2 076			
6		20,1		23 317,00	3 964			
7		22,7		20 405,00	3 469			
8		22,6		17 929,00	3 048			
9		18,6		19 500,00	3 317			
10	4	12,2	35,20	19 906,00	3 390			
11	30	6,5	435,00	23 690,00	3 316			
12	31	3,8	533,20	22 783,00	3 911			
Общо			2620,40	208 558,00	34 490	46 744,8	543 642,02	

Енергия за:	Потребна енергия			
	Реф. с-ти 1 kWh/m ²	Реф. с-ти 2 kWh/m ²	Текущо състояние	
			kWh/m ²	kWh/year
Отопление			197.958	539 830.762
Охлаждане			0	0
Вентилация (отопление)			0	0
Вентилация (охлаждане)			0	0
БГВ			25.621	69 869.272
БГВ(Помпи)			0.175	477.770
Помпи и вентилатори			3.378	9 210.718
Осветление			8.058	21 973.369
Уреди влияещи на топлинния баланс			4.993	13 616.018
Уреди невлияещи на топлинния баланс			34.629	94 433.676
Други			0	0
Общо			274.812	749 411.586

Фиг. 13.1. Симулирано потребено електричество

В представения пример системата за БГВ се осигурява от електрически бойлер. **Системата за БГВ се симулира в отделен модул на софтуерния продукт за сградата като цяло.**

2. Калибриране на отоплението и системата за осигуряване на обработен пресен въздух.

Програмният продукт дава възможност за въвеждане на два различни енергийни източника и изчислява автоматично специфичната потребна енергия, както и приноса на вентилацията към отоплението.

След коректно изчисляване и определяне на разхода за отопление, се изчислява референтният специфичен разход на енергия за отопление по формулата:

$$(13.1) q_{\text{реф}} = \frac{E_{\text{от.предст.год}} \cdot DD_{\text{клим.зона}}}{A_{\text{от}} \cdot DD_{\text{предст.год}}}, \text{ kWh/m}^2$$

където:

$E_{\text{от.предст.год}}$ е регистрираният разход на топлина за представителната година;

$A_{\text{от}}$ – отопляема площ на сградата;

DD – денградуси, изчислени съответно за представителната година и климатичната зона. Денградусите се изчисляват по формулата:

$$(13.2) DD = \text{бр.дни в месеца} * (\Theta_{\text{int}} - \Theta_{\text{ext}}),$$

където

Θ е съответно вътрешната среднообемна температура и външната средномесечна температура.

Моделът се счита за калибриран, когато среднообемната температура, с която са изчислени денградусите и среднообемната температура, зададена в енергийния модел, са еднакви и съответно референтният разход на енергия в изчислителния и симулационния модел също са еднакви - Фиг. 1.10.14. Методът е базиран на итерации. В процеса на калибриране се допуска промяна на инфилтрацията в известни граници, определени по изчислителен и експертен път. Инфилтрацията е показател за средночасовата кратност за въздухообмена в отопляемия нетен обем и се определя основно от отваряемостта и състоянието на прозорците и смукателната вентилация, ако има такава. Трябва да се има предвид, че приточните вентилационни системи имат принос към отоплението.

След първоначалното калибриране се решава проверочна задача (фиг.13.3) за установяване на верността на калибрирането по формулата:

$$(13.3) \sum E_{\text{от.зона1}} + \dots + E_{\text{зонаn}} : \frac{DD_{\text{клим.зона}}}{DD_{\text{предст.год}}} + E_{\text{вент}} = E_{\text{от.предст.год}}$$

Отопление			
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние
Работен режим, h/week			168
U външни стени, W/m ² K			1.610
U прозорци, W/m ² K			2.630
U покрив непрозрачен, W/m ² K			0.000
U под(НПЕ/ОПЕ/външен въздух/земя), W/m ² K			0.701
Коефициент на енергопреминаване			0.498
U вътрешни стени, W/m ² K			0.000
U тавани към съседна зона, W/m ² K			0.000
U под(над друга зона), W/m ² K			0.000
Инфилтрация, h ⁻¹			0.70
Проектна температура, °C			26.5
Температура с понижение, °C			26.5
Нетна енергия без приносите, kWh/m²			220.31
Приноси от вентилация, kWh/m²			0.00
Приноси от осветление, kWh/m²			2.07
Приноси от уреди, kWh/m²			0.00
Нетна енергия, kWh/m²			218.25
Енергиен източник 1 (EI1)	Електричество ▾	Електричество ▾	Промислен газьол... ▾
Дял на енергиен източник, %			100
Ефективност на отдаване, %			94
Ефективност на разпределителната мрежа, %			95
Автоматично управление, %			94
Енергиен мениджмънт(EM) и поддръжка, %			96
Ефективност на генератора на топлина, %			80
Потребна енергия (EI1), kWh/m²			338.54
Енергиен източник 2 (EI2)	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾
Дял на енергиен източник, %			0
Ефективност на отдаване, %			0
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0
Автоматично управление, %			0
Енергиен мениджмънт(EM) и поддръжка, %			0
Ефективност на генератора на топлина, %			0
Потребна енергия (EI2), kWh/m²			0.00
Обща ефективност на генериране на топлина, %			80
Обща потребна енергия, kWh/m²			338.54

Фиг. 13.2. Модел на отоплението

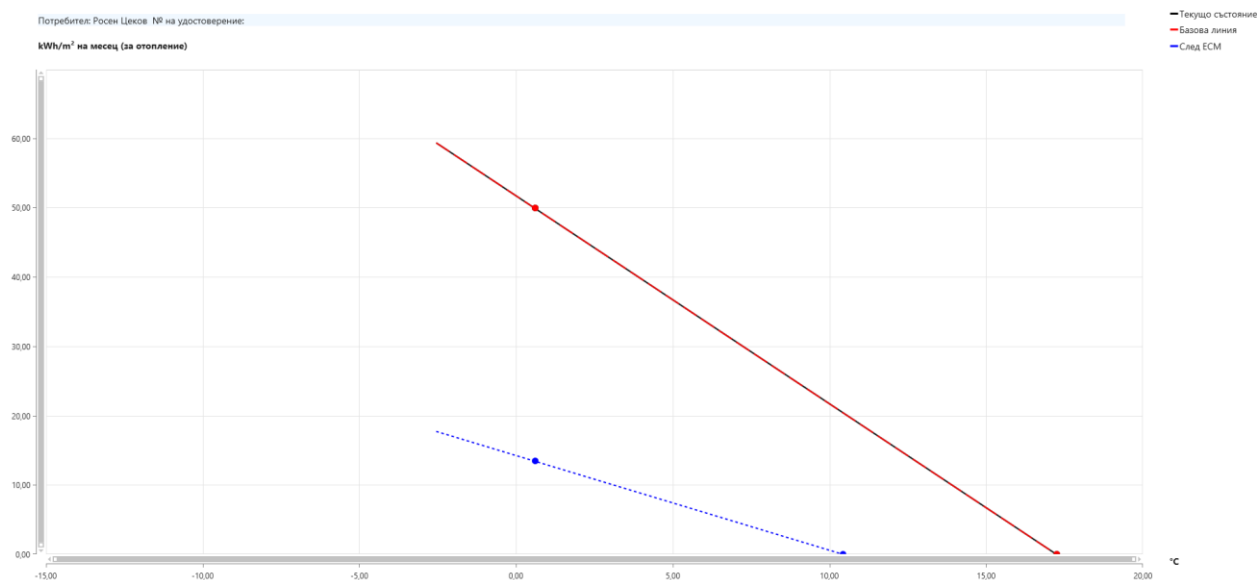
Таблица. 13.2. Калибриране на топлината

Месец	Дни	Средно-месечна температура на външния въздух	Денградуси	Гориво		
				газъол		
-	бр.	°C	k.day	кг.	kWh	лв.
1	31	3,1	554,90			
2	28	0,9	562,80			
3	31	6,5	449,50			
4	6	12,7	49,80			
5		17,7				
6		20,1				
7		22,7				
8		22,6				
9		18,6				
10	4	12,2	35,20			
11	30	6,5	435,00			
12	31	3,8	533,20			
Общо			2620,40	46 744,8	543 642,02	

Енергия за:	Реф. с-ти 1 kWh/m ²	Реф. с-ти 2 kWh/m ²	Потребна енергия	
			Текущо състояние kWh/m ²	kWh/year
Отопление			197.958	539 830.762
Охлаждане			0	0
Вентилация (отопление)			0	0
Вентилация (охлаждане)			0	0
БГВ			25.621	69 869.272
БГВ(Помпи)			0.175	477.770
Помпи и вентилатори			3.378	9 210.718
Осветление			8.058	21 973.369
Уреди влияещи на топлинния баланс			4.993	13 616.018
Уреди невяляещи на топлинния баланс			34.629	94 433.676
Други			0	0
Общо			274.812	749 411.586

Фиг. 13.3. Изчислен и симулиран разход на отопление

Една възможност за калибриране на модела на отопление при наличие на коректни месечни данни за потребление на енергия е по крива, даваща връзката между специфичното седмично потребление на топлина и външната температура.



Фиг. 13.4. ET крива

13.2. Нормализиране на енергийния модел

Нормализирането на разхода на енергия описва базовата линия на енергопотребление на сградата. Процедурата се прилага, чрез нормализиране на температурите в присъствено и неприсъствено време, а също за нормализиране на моделите на осветлението, чрез привеждане на всички инсталирани осветители към нормална работа. Процедурата се прилага и за всички компоненти на енергийния баланс, където е необходимо.

При тази процедура, в режим отопление, се симулира работата на вентилационни системи, ако е установено в процеса на обследване наличието на неработещи такива. Ако се предвижда въвеждане на нови, съвременни системи за вентилация като енергоспестяваща мярка (ЕСМ), се симулират вентилационни системи с характеристики, характерни за времето на построяване и типа на сградата. Целта е осигуряване на възможност за оценка на разхода на енергия в бъдещо състояние, след ЕСМ.

Характерна особеност на нормализацията на модела на отоплението е, че, ако температурата в присъствено време и съответно неприсъствено, определени в процеса на калибриране, са по-високи от нормативно изискуемите за типа сграда, то те не се променят, а се търси потенциал за намаляване на разхода на енергия при симулацията на ЕСМ, чрез настройка или въвеждане на система за автоматично регулиране на топлинните процеси.

Вентилация - отопление				
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние
Работен режим, h/week			0	42
Дебит, m ³ /hm ²			0.000	1.000
Температура на подаване, °C			0.0	21.0
Относителна влажност на подавания въздух, %			0.0	40.0
Ефективност на първа степен на рекуперация, %			0.0	40.0
Ефективност на втора степен на рекуперация, %			0.0	0.0
Темп. разлика на загряване на въздуха във втора степен(от 4 до 8), °C			4.0	4.0
Минимална крайна температура на отработения въздух(от 3 до 5), °C			3.0	3.0
Енергия за загряване на въздуха, kWh/m²			0.00	2.51
Енергиен източник 1 (EI1), %	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾
Дял, %			0	100
Ефективност на отдаване, %			0	94
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0	95
Автоматично управление, %			0	94
Енергиен мениджмънт (ЕМ) и поддръжка, %			0	96
Ефективност на генератора на топлина, %			0	272
Потребна енергия (EI1), kWh/m²			0.00	1.15
Енергиен източник 2 (EI2), %	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾	Електричество ▾
Дял, %			0	0
Ефективност на отдаване, %			0	0
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0	0
Автоматично управление, %			0	0
Енергиен мениджмънт (ЕМ) и поддръжка, %			0	0
Ефективност на генератора на топлина 2, %			0	0
Потребна енергия (EI2), kWh/m²			0.00	0.00
Обща ефективност на генериране на топлина, %			0.0	272.0
Принос към отоплението, kWh/m²			0.00	-1.88
Обща потребна енергия, kWh/m²			0.00	1.15

Фиг. 13.5. Нормализиране на вентилационната система

13.3. Концепции при симулиране на енергоспестяващи мерки

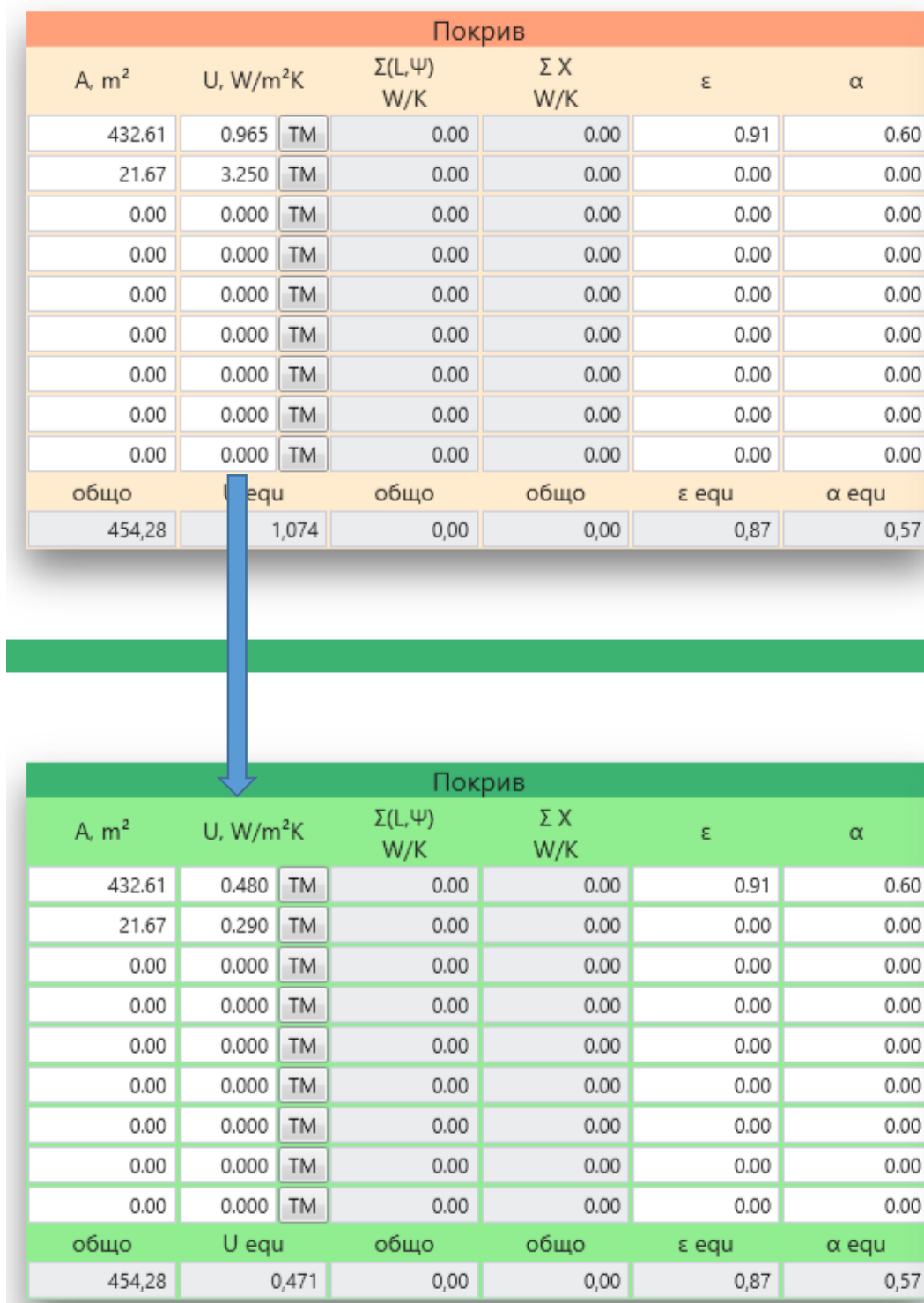
След успешно калибриране и нормализиране на енергийния модел, на обследваната сграда се пристъпва при необходимост към симулиране на енергоспестяващи мерки (ЕСМ). Тази необходимост се обуславя от националните изисквания за енергийна ефективност в сгради. Изготвя се дълъг списък от възможни ЕСМ, съобразени с характерните особености на конкретната сграда, в т.ч сградни ограждащи елементи, системи за поддържане на микроклимат и т.н.

На базата на дългия списък от възможни ЕСМ се съставя концепция и се разработват различни варианти на пакети от ЕСМ с отчитане на взаимното им влияние, така че националните изисквания за енергийна ефективност да са удовлетворени.

Най-често разработвани мерки са:

- мерки по ограждащите конструкции;
- мерки по инсталациите за поддържане на микроклимата и осветлението.

Мерките се симулират в съответните екрани от програмата със съответните топлофизични характеристики на ограждащите елементи и параметри на системите за поддържане на микроклимат, в съответствие с новото състояние на сградата след ЕСМ.



Фиг. 13.6. Симулирани мерки по ограждащи елементи

Отопление						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			168	54	54	
U външни стени, W/m ² K			1.610	1.610	0.300	84,518
U прозорци, W/m ² K			2.630	2.630	11.220	-57,389
U покрив непрозрачен, W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
U под(НПЕ/ОПЕ/външен въздух/земля), W/m ² K			0.701	0.701	0.701	
Коефициент на енергопреминаване			0.498	0.498	0.498	
U вътрешни стени, W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
U тавани към съседна зона, W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
U под(над друга зона), W/m ² K			0.000	0.000	0.000	
Инфилтрация, h ⁻¹			0.70	0.70	0.50	11,974
Проектна температура, °C			26.5	26.5	21.0	16,011
Температура с понижение, °C			26.5	26.5	16.0	64,021
Нетна енергия без приносите, kWh/m²			220.31	220.31	90.49	
Приноси от вентилация, kWh/m²			0.00	-1.88	0.00	
Приноси от осветление, kWh/m²			2.07	2.07	2.01	
Приноси от уреди, kWh/m²			0.00	0.00	0.00	
Нетна енергия, kWh/m²			218.25	220.13	88.48	
Енергиен източник 1 (EI1)	Електричество	Електричество	Промислен газъол...	Промислен газъол...	Електричество	
Дял на енергиен източник, %			100	100	100	
Ефективност на отдаване, %			94	94	98	6,536
Ефективност на разпределителната мрежа, %			95	95	98	4,895
Автоматично управление, %			94	94	98	6,536
Енергиен мениджмънт(ЕМ) и поддръжка, %			96	96	96	
Ефективност на генератора на топлина, %			80	80	370	177,898
Потребна енергия (EI1), kWh/m²			338.54	341.47	26.47	
Енергиен източник 2 (EI2)	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	
Дял на енергиен източник, %			0	0	0	
Ефективност на отдаване, %			0	0	0	
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0	0	0	
Автоматично управление, %			0	0	0	
Енергиен мениджмънт(ЕМ) и поддръжка, %			0	0	0	
Ефективност на генератора на топлина, %			0	0	0	
Потребна енергия (EI2), kWh/m²			0.00	0.00	0.00	
Обща ефективност на генериране на топлина, %			80	80	370	
Обща потребна енергия, kWh/m²			338.54	341.47	26.47	314,999

Фиг. 13.7. Симулирани мерки по системата за отопление

Вентилация - отопление						
Параметър	Референтни стойности 1	Референтни стойности 2	Актуално състояние	Нормализирано състояние	След ЕСМ	Спестяване
Работен режим, h/week			0	42	42	
Дебит, m ³ /hm ²			0.000	1.000	1.000	
Температура на подаване, °C			0.0	21.0	21.0	
Относителна влажност на подавания въздух, %			0.0	40.0	40.0	
Ефективност на първа степен на рекуперация, %			0.0	0.0	75.0	0,845
Ефективност на втора степен на рекуперация, %			0.0	0.0	0.0	
Темп. разлика на загреване на въздуха във втора степен(от 4 до 8), °C			4.0	4.0	4.0	
Минимална крайна температура на обработения въздух(от 3 до 5), °C			3.0	3.0	3.0	
Енергия за загреване на въздуха, kWh/m²			0.00	2.51	1.36	
Енергиен източник 1 (EI1), %	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	
Дял, %			0	100	100	
Ефективност на отдаване, %			0	94	98	0,034
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0	95	98	0,025
Автоматично управление, %			0	94	98	0,034
Енергиен мениджмънт(ЕМ) и поддръжка, %			0	96	96	
Ефективност на генератора на топлина, %			0	272	370	0,220
Потребна енергия (EI1), kWh/m²			0.00	1.15	0.41	
Енергиен източник 2 (EI2), %	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	Електричество	
Дял, %			0	0	0	
Ефективност на отдаване, %			0	0	0	
Ефективност на разпределителната мрежа, %			0	0	0	
Автоматично управление, %			0	0	0	
Енергиен мениджмънт(ЕМ) и поддръжка, %			0	0	0	
Ефективност на генератора на топлина 2, %			0	0	0	
Потребна енергия (EI2), kWh/m²			0.00	0.00	0.00	
Обща ефективност на генериране на топлина, %			0.0	272.0	370.0	
Принос към отоплението, kWh/m²			0.00	-1.88	0.00	
Обща потребна енергия, kWh/m²			0.00	1.15	0.41	0,740

Фиг. 13.8. Симулирани мерки по системата за вентилация

Софтуерният продукт осигурява възможност за отчитане на енергийния баланс на потребна и нетна енергия, както и постигнатите енергийни спестявания за всяка отделна зона и за сградата като цяло.

Потребна енергия										
Енергия за:	Реф. с-ти 1 kWh/m ²	Реф. с-ти 2 kWh/m ²	Текущо състояние		Нормализирано съст.		След ЕСМ		в т.ч. ЕВИ kWh/year	Общо ЕВИ kWh/year
			kWh/m ²	kWh/year	kWh/m ²	kWh/year	kWh/m ²	kWh/year		
Отопление			197,958	539 830,762	194,749	531 080,460	35,861	97 793,206	0	15 721,368
Охлаждане			0	0	0,171	463,370	0,087	237,114	0	0
Вентилация (отопление)			0	0	0,093	252,301	0,033	89,599	0	241,916
Вентилация (охлаждане)			0	0	0,011	29,860	0,006	15,143	0	0
BTV			25,621	69 869,372	25,621	69 869,372	25,621	69 869,372	0	0
BTV(Полими)			0,175	477,770	0,175	477,770	0,175	477,770	0	0
Помпи и вентилатори			3,378	9 210,718	3,378	9 210,718	3,378	9 210,718	0	0
Осветление			8,058	21 973,369	13,010	35 479,581	13,010	35 479,581	0	0
Уреди вляващи на топлинния баланс			4,993	13 616,018	4,993	13 616,018	4,993	13 616,018	0	0
Уреди невляващи на топлинния баланс			34,629	94 433,676	34,629	94 433,676	34,629	94 433,676	0	0
Други			0	0	0	0	0	0	0	0
Общо			274,812	749 411,566	276,830	754 915,026	117,793	321 232,097	0	15 963,285

Разпределение на потребната енергия по енергийни ресурси					
Енергиен ресурс	Реф. стойности 1 kWh/m ²	Реф. стойности 2 kWh/m ²	Текущо състояние kWh/m ²	Нормализирано състояние kWh/m ²	След ЕСМ kWh/m ²
Природен газ			0	0	0
Пропан-бутан			0	0	0
Черни каменни въглища			0	0	0
Лигнитни/кафяви каменни въглища			0	0	0
Дървени пелети, брикети и дърва			0	0	0
Брикети			0	0	0
Промислен газ/въл, петрол и дизел			197,958	194,749	33,726
Централизирано топлинообеспечение			0	0	0
Магнит			0	0	0
Антрацитни въглища			0	0	0

Фиг. 13.9. Потребна енергия

Нетна енергия								
Енергия за:	Реф. с-ти 1 kWh/m ²	Реф. с-ти 2 kWh/m ²	Текущо състояние		Нормализирано съст.		След ЕСМ	
			kWh/m ²	kWh/year	kWh/m ²	kWh/year	kWh/m ²	kWh/year
Отопление			126,664	345 413,840	124,615	339 825,254	31,562	86 070,217
Охлаждане			7,878	21 482,203	0,399	1 087,543	0,409	1 115,401
Вентилация (отопление)			0	0	0,203	553,016	0,110	299,538
Вентилация (охлаждане)			0	0	0,026	69,781	0,026	69,781
Общо			134,542	366 896,044	125,242	341 535,594	32,107	87 554,938

Нетна енергия без приноси								
Енергия за:	Реф. с-ти 1 kWh/m ²	Реф. с-ти 2 kWh/m ²	Текущо състояние		Нормализирано съст.		След ЕСМ	
			kWh/m ²	kWh/year	kWh/m ²	kWh/year	kWh/m ²	kWh/year
Отопление			132,469	361 242,400	132,469	361 242,400	39,170	106 817,369
Охлаждане			7,878	21 482,203	0,430	1 172,367	0,440	1 200,224
Вентилация (отопление)			0	0	0,203	553,016	0,110	299,538
Вентилация (охлаждане)			0	0	0,026	69,781	0,026	69,781
Общо			317,961	382 724,603	228,474	363 037,563	97,622	108 386,913

Фиг. 13.10. Нетна енергия

Енергоспестяващи мерки			
Параметър	kWh/m ²	kWh	
4 Отопление			
— U външни стени	43,483	109012,269	
— U прозорци	48,083	120544,029	
— U покрив непрозрачен	12,666	31754,436	
— Проектна температура	28,236	70788,002	
— Ефективност на отдаване EI1	4,240	10629,604	
— Ефективност на разпределителната мрежа EI1	4,240	10629,604	
— Автоматично управление EI1	4,240	10629,604	
Общо	145,188	363987,549	

Фиг. 13.11. Постигнат ефект от симулирани мерки по системата за отопление

Основни крайни резултати от разработените енергийни модели са оценката на енергийния клас на сградата и оценката на въглеродните емисии в състояние към момента на обследване, по базова линия и след въвеждане на ЕСМ.

Оценката на енергийния клас по базова линия и след въвеждане на ЕСМ, както и оценката на въглеродните емисии в състояние към момента на обследване, по базова линия и след въвеждане на ЕСМ, се разработват чрез изчисления.

Необходимо е да се изчисли количеството първична енергия в двете описани състояния.

„Първична енергия“ е количеството енергия, която не е била обект на процес на превръщане и/или преобразуване. Първичната енергия се определя като „обща първична енергия“ (EP_{tot} , kWh) – представлява сумата на количеството първична енергия от невъзобновяеми източници и количеството първична енергия от възобновяеми източници. „Първична енергия от невъзобновяеми източници“ (EP_{nren} , kWh) е количеството първична енергия за сградата от невъзобновяеми източници. „Първична енергия от възобновяеми източници“ (EP_{ren} , kWh) е количеството енергия, оползотворено от възобновяеми източници. Първичната енергия за определяне на класа на енергопотребление на сграда се определя на база EP_{nren} , kWh, а делът на възобновяемата енергия – на база EP_{tot} .

ГЛАВА 14

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ИКОНОМИЧЕСКА ОЦЕНКА НА ЕНЕРГИЙНИ ПРОЕКТИ

14.1. Въведение

В процеса на анализ за енергийна ефективност на конкретен обект, с цел постигане на националните изисквания за енергийна ефективност, се генерират мерки за повишаване на енергийната ефективност. За установяване на тяхната икономическа целесъобразност, с други думи, оценка на правилността и стопанската ефективност от въвеждането им се разработва технико-икономически анализ. Този подход дава възможност за степенуване на значимостта на мерките, както и възможност за анализ при комбинирането им в икономически рентабилни пакети.

В съответствие с НАРЕДБА № Е-РД-04-2 от 16 декември 2022 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради, неразделна част от доклада от обследване за енергийна ефективност е детайлна технико-икономическа оценка на единичните енергоспестяващи мерки, както и на икономически целесъобразни пакети от тях. Изчисленията на икономическата ефективност и ефикасност за жизнения цикъл на технически решения за съхранение на енергията в сгради се извършват в съответствие с Наредба РД-02-20-3 от 9 ноември 2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради.

14.2. Показатели за икономическа целесъобразност

14.2.1 Разходи за разработване, въвеждане в експлоатация и експлоатация на техническото решение през жизнения му цикъл

Тези разходи включват:

- Разходи до началото на експлоатационния период (инвестиции).

Означение - (I_0) ,

Размерност – лева

Инвестиция от латински означава „влагам“. Това са вложения в активи, от които се очаква да се генерират доходи, а именно очакванията от вложените инвестиции в енергийно ефективно оборудване, в т.ч пасивни и активни системи, е да се постигне пряк, а в някои случаи и косвен, финансов ефект от спестяване на разходи на и за енергия.

Инвестициите се формират като сума от разходи за:

- планиране;

- консултантски услуги;
- проектиране;
- управление на дейностите по осъществяване на мерките;
- дейности по провеждане на обществени поръчки (при необходимост);
 - доставка на необходимите материали, оборудване, машини и съоръжения;
 - строителни и монтажни дейности;
 - осъществяване на строителен надзор;
 - приемане на строителните работи от съответните институции;
 - изпитания на машините и съоръженията;
 - пускане на сградите, машините и съоръженията в експлоатация;
 - обучения на лица, отговорни за експлоатацията на сградата и съоръженията;
 - плащания на данъци и такси, регламентирани в нормативната уредба на страната;
 - други разходи.
- Експлоатационни разходи:
 - разходи за енергия;
 - други експлоатационни разходи:
 - за материали;
 - за поддръжка.

14.2.2 Нетни приходи от експлоатацията на техническото решение (нетни годишни икономии)

Означение - Net Annual Savings (NAS) или (B)

Размерност – лв./година.

В изчисленията, свързани с одитирането за енергийна ефективност, е прието нетните годишни икономии да се формират в два аспекта. Единият аспект се изразява в спестяване на енергия – това е разликата между настоящото (базово) потребление на енергия и бъдещото, след въвеждане на конкретната енергоспестяваща мярка или пакет от мерки. В икономически аспект следва да се отчете и видът на енергоносителите. От това зависят реалните нетни годишни икономии на средства за енергия. Трябва да се отчете и разликата между разходите за експлоатация и поддръжка между настоящо и бъдещо състояние.

Изчислението на нетните годишни икономии (приходи) се изчисляват по формулата:

$$(14.1) B = \sum_i S_i \cdot E_i - \Delta O\&M$$

Където:

B са нетните годишни приходи, лв./годишно;

S_j е спестената енергия с i -тия енергоносител за една година, kWh/годишно;

E_j - цената на i -тия енергоносител, лв./kWh;

$\Delta O\&M$ - промяната в разходите за експлоатация и поддръжка (+ или -), в резултат на въвеждането в експлоатация на техническото решение, лв./годишно.

Пример:

1. В настоящо (базово) състояние – годишно потребление на топлина произведена от генератор - котел на течно гориво (газъл) – 10 MWh, при цена 200 лв./ MWh с ДДС. Разходи за поддръжка-100 лв./год с ДДС.

2. В бъдещо състояние – годишно потребление на топлина произведена от генератор термопомпен агрегат „вода-вода” – 3 MWh, при цена 230 лв./ MWh с ДДС. Разходи за поддръжка-20 лв./год с ДДС.

$$B = (S[\text{MWh}]_r * E[\text{лв/MWh}]_r + PП_r) - (S[\text{MWh}]_{тп} * E[\text{лв/MWh}]_{тп} + PП_{тп})$$

$$B = 10 * 200 + 100 - 3 * 230 + 20 = 2100 - 710 = 1\ 390 \text{ лв./год. с ДДС.}$$

14.2.3 Жизнен цикъл на мерките за повишаване на енергийната ефективност

Размерност – години.

В българското законодателство [12] са залегнали хармонизирани и нехармонизирани срокове на действие и жизнен цикъл на допустимите енергоспестяващи мерки.

Извадка от НАРЕДБА № Е-РД-04-3 от 4.05.2016 г. за допустимите мерки за осъществяване на енергийни спестявания в крайното потребление, начините на доказване на постигнатите енергийни спестявания, изискванията към методиките за тяхното оценяване и начините за потвърждаването им е представена на фиг.14.1.

Примерен списък с допустимите мерки и сроковете на действието им

№	Мерки за повишаване на енергийната ефективност	Срок на действие (години)	
		хармонизирани срокове на действие	нехармонизирани срокове на действие
1	2	3	4
Сектор "Домакинства"			
Технически мерки			
1.	Изолация: сградна обвивка; фасадна изолация	30	
2.	Изолация: сградна обвивка: таванска/сутеренна изолация	20	
3.	Уплътняване на кухини около дограма за повишаване на въздушната плътност на сградата		5

Фиг.14.1 Извадка от примерен списък с допустими мерки

Други понятия, свързани с жизнения цикъл на мерките, са:

- Икономически живот – времето, необходимо на стойността на инвестицията да бъде възстановена от амортизационните отчисления.
- Технически живот – времето, през което предвидените мерки са технически използвани.

14.2.4 Номинален и реален лихвен процент

Означение - Nominal Interest Rate (n_r), Real Interest Rate (r)

Размерност - %

Номиналният лихвен процент е цената, за която банката отпуска кредит за закупуване на необходимото, в случая енергоефективно оборудване. Това е процент от сумата, която банката ще отпусне.

Като се има предвид годишното повишение на цените, или с други думи повишаването на инфлацията, реалният лихвен процент е приблизително равен на номиналния с отчетен (приспаднал) процент на годишната инфлация (b). Връзката между номиналния и реалния лихвен процент се определя по уравнението на Фишер:

$$(14.2) \quad r = \frac{(n_r - b)}{(1 + b)} \cdot 100, \%$$

r – реалният лихвен процент, %;

n_r – номиналният лихвен процент, %;

b – годишна инфлация, %.

Пример:

Номинален лихвен процент – 10 % = 0,1;

Годишна инфлация – 2 % = 0,02;

Тогава:

$$r = \frac{(0,1 - 0,02)}{(1 + 0,02)} \cdot 100 = 7,84, \%$$

При изчисляване на реален лихвен процент се използват стойности за годишна инфлация и номинален лихвен процент от актуална статистическа база данни на Българска държавна банка и Национален статистически институт.

14.2.5 Дисконтирана стойност [13]

Размерност – лева

Когато са вложени средства за въвеждане на енергоспестяващи мерки, нормално е, те да нарастват с времето, поради доходността, която носят. Стойността, до която нараства дадена сума пари в резултат на инвестирането и за един или повече периоди, се нарича бъдеща стойност на тази сума. Бъдещата стойност винаги ще надвишава сегашната, стига доходността да е положителна.

За да се види, каква е бъдещата стойност на дадена сума пари, трябва да се проследи как във времето се натрупва доходът от нея. Нека дадената инвестиция (настояща стойност) е означена с PV (Present value). Ако тази сума бъде инвестирана при доходност от r процента годишно, то след една година сумата ще е нараснала до $PV(1+r)$, а след две години - сумата ще нарасне до $PV(1+r)(1+r)$. Ако с FV (Future value) е означена бъдещата стойност на тази сума, то тя може да се изчисли по формулата:

$$(14.3) FV = PV \cdot (1 + r)^n, \text{ лв}$$

където:

r – годишна доходност (при условие, че годишната доходност е равна на реалния лихвен процент, т.е. това е годишната доходност от направената инвестиция със собствени средства);

n – брой години в периода, за който се изчислява бъдеща стойност.

От инвестиционна гледна точка FV е бъдещата стойност след n -години на сума (инвестиция) - PV, защото, ако сумата PV бъде инвестирана, то това, което може да очаква инвеститорът, е тя да нарасне до размер FV.

Произведението на бъдещата стойност (FV) и коефициент, който се нарича дисконтов фактор ($\frac{1}{(1+r)^n}$), се нарича дисконтиране. Това е множител, с който се дисконтират (осъвременяват) паричните потоци от всяка една година.

$$(14.4) PV = FV \cdot \frac{1}{(1+r)^n}, \text{ лв}$$

14.2.6 Прост срок на откупуване

Означение – Simple Pay Back Period (SPB) или (PB)

Размерност – години.

В инженерната практика, и в частност при изчисленията, свързани с вложените инвестиции за енергоспестяващи мерки, широко се използва понятието прост срок на откупуване. Този показател не отчита реалната лихва, както и стойността на годишните икономии след настъпване на срока на откупуване. Използва се за бърза оценка, за колко време ще се изплати дадена инвестиция, в съответствие с годишните икономии на средства за енергия. При равни спестявания през годините на жизнения цикъл срокът на откупуване (PB) се изчислява по формулата:

$$(14.5) SPB = \frac{I_0}{B}$$

Пример: Нека необходимата инвестиция (I_0), за подмяна на генератор на топлина е 10 000 лв. с ДДС, а очакваните нетни годишни икономии (B) да са 1 390 лв./год. с ДДС.

$$SPB = \frac{10000}{1390} = 7,19 \text{ год.}$$

14.2.7 Вътрешна норма на възвръщаемост

Означение – Internal Rate of Return (IRR)

Размерност – %

Вътрешната норма на възвръщаемост (IRR) е лихвеният процент или рентабилността, вследствие от направената инвестиция.

Възможно е да се определи по анюитетни таблици при известни лихвен процент и икономическия живот на мерките (пакетите от тях).

Анюитет е периодична парична вноска за погасяване на част от заем заедно със съответната предварително изчислена лихва.

Може да се изчисли и чрез вградена функция в Excel.

Реално IRR е дисконтов процент, който измерва възвръщаемостта на инвестицията въз основа на периодични приходи и може да се използва за решаване, дали проектът (инвестицията) е печеливш, или не е.

IRR е онази стойност на реалния лихвен процент, за който NPV е равна на нула. Двата показателя са в тясна връзка.

14.2.8 Нетна сегашна(настояща) стойност

Означение – Net Present Value (NPV)

Размерност – лв.

Нетната сегашна стойност (NPV) на един проект е разликата между сумата на сегашната стойност на всички бъдещи годишни нетни икономии за жизнения цикъл на мерките, намалена с началната инвестиция. Това е много важен показател за рентабилността от въвеждането на единичната енергоспестяваща мярка и пакета от мерки като цяло. Проектът е рентабилен, ако стойността на нетната сегашна стойност е положителна.

Нетната настояща стойност (NPV) се изчислява по формулата:

$$(14.6.1) \quad NPV = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} - I_0, \text{ лв}$$

където:

r е реалният лихвен процент, %;

B_i са нетните приходи за i -тата година от жизнения цикъл, лв./годишно;

n – жизненият цикъл на техническото решение, години;

I_0 – разходите до началото на експлоатационния период, лв.

Ако нетните приходи са еднакви през годините на жизнения цикъл, т.е. ако $B_1 = B_2 = B_3 = \dots = B_n$,

горната формула се опростява до вида:

$$(14.6.2) \quad NPV = B \cdot \frac{1-(1+r)^{-n}}{r} - I_0, \text{ лв}$$

Критерий за ранкиране на предвидените енергоспестяващи мерки е коефициентът на нетна сегашна стойност (NPVQ). Той представлява отношение на нетната сегашна стойност и общата инвестиция:

$$(14.7) NPVQ = \frac{NPV}{I_0}, \text{ лв.}$$

14.2.9 Срок на изплащане

Означение – Term of Repayment (PO)

Размерност – години.

Един от най-важните коефициенти при определяне на осъществимостта на инвестициите е срокът на изплащане на инвестиционен проект. Той показва, колко дълго печалбата от вложените инвестиции в проекта ще бъде по-голяма от всички разходи за него. Формулата изчислява периода на възвръщаемост, след което инвеститорът сравнява получената стойност с неговия приемлив и икономически осъществим период.

Срокът на изплащане представлява реалното време, което е необходимо за възвръщане на инвестицията, т.е. времето, което е необходимо нетната сегашна стойност да стане равна на 0 ($NPV=0$), като се отчита реалният лихвен процент:

Необходимо е да се знаят:

- ✓ Разходи по проекта - размерът на разходите, включващи всички инвестиции, направени от началото на проекта;
- ✓ Нетен доход за годината - печалбата, получена в процеса на работа по проекта, минус всички разходи, включително данъци;
- ✓ Амортизация за годишен период - това са средства, изразходвани за подобряване на проекта, методи за неговото изпълнение (модернизирание на оборудването и др.);
- ✓ Времеperiodът, през който се правят инвестиции.

$$(14.8) NPV = B \cdot \frac{1-(1+r)^{-n}}{r} - I_0 = 0, \text{ лв.}$$

14.2.10 Пример

Вследствие на направен одит за енергийна ефективност е предложена мярка за енергоспестяване – подмяна на генератор на топлина - котел на течно гориво със съвременен термопомпен агрегат „вода-вода”.

Инвестиция (I_0)– 10 000 лв. с ДДС,

Икономически живот на мярката – 15 години

Изчисление на нетните годишни икономии

1. В настоящо (базово) състояние – годишно потребление на топлина произведена от генератор - котел на течно гориво (газъл) – 10 MWh, при цена 200 лв./ MWh с ДДС. Разходи за поддръжка-100 лв./год. с ДДС.

2. В бъдещо състояние – годишно потребление на топлина произведена от генератор термопомпен агрегат „вода-вода” – 3 MWh, при цена 230 лв./ MWh с ДДС. Разходи за поддръжка-20 лв./год. с ДДС.

$$B = (S[MWh]_r \cdot E[\text{лв}/MWh]_r + PП_r) - (S[MWh]_{тп} \cdot E[\text{лв}/MWh]_{тп} + PП_{тп})$$

$$B = 10 \cdot 200 + 100 - 3 \cdot 230 + 20 = 2100 - 710 = 1390 \text{ лв./год. с ДДС.}$$

Изчисление на реалния лихвен процент

Номинален лихвен процент – 10 % = 0,1;

Годишна инфлация – 2 % = 0,02;

Тогава:

$$r = \frac{(0,1-0,02)}{(1+0,02)} \cdot 100 = 7,84, \%$$

Изчисление на прост срок на откупуване

$$SPB = \frac{I_0}{B} = \frac{10\,000}{1\,390} = 7,19 \text{ год.}$$

Разработката на изчисленията е направена в EXCEL (фиг.14.2 и 14.3)

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Реален лихвен процент				
3		$r = \frac{(0,1-0,02)}{(1+0,02)} \cdot 100$		%	r =	0,07843137
4		начална инвестиция		година		PV=FV.1/[(1+r)]^n
5	година	-10000		0	-10000	=E5/((1+\$E\$3)^D5)
6	1	1390		1	1390	=E6/((1+\$E\$3)^D6)
7	2	1390		2	1390	=E7/((1+\$E\$3)^D7)
8	3	1390		3	1390	=E8/((1+\$E\$3)^D8)
9	4	1390		4	1390	=E9/((1+\$E\$3)^D9)
10	5	1390		5	1390	=E10/((1+\$E\$3)^D10)
11	6	1390		6	1390	=E11/((1+\$E\$3)^D11)
12	7	1390		7	1390	=E12/((1+\$E\$3)^D12)
13	8	1390		8	1390	=E13/((1+\$E\$3)^D13)
14	9	1390		9	1390	=E14/((1+\$E\$3)^D14)
15	10	1390		10	1390	=E15/((1+\$E\$3)^D15)
16	11	1390		11	1390	=E16/((1+\$E\$3)^D16)
17	12	1390		12	1390	=E17/((1+\$E\$3)^D17)
18	13	1390		13	1390	=E18/((1+\$E\$3)^D18)
19	14	1390		14	1390	=E19/((1+\$E\$3)^D19)
20	15	1390		15	1390	=E20/((1+\$E\$3)^D20)
21	IRR	=IRR(B5:B20)				
22						=NPV(E3,E6:E20)
23		Нетни годишни икономии				NPV
24	B=	1390 лв/год с ДДС				=F22-1*E5
25						NPVQ
						=F23/10000

Фиг.14.2. Изчисление на реалния лихвен процент, дисконтирана стойност, нетна сегашна стойност и коефициент на нетната сегашна стойност в EXCEL

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Реален лихвен процент					
3	r	7,843137255	% r =		7,843137%	
4		начална инвестиция	година			$PV=FV.1/[(1+r)]^n$
5	година	-10000	0	-10000	-10000	
6	1	1390	1	1390	1288,91	
7	2	1390	2	1390	1195,17	
8	3	1390	3	1390	1108,25	
9	4	1390	4	1390	1027,65	
10	5	1390	5	1390	952,91	
11	6	1390	6	1390	883,61	
12	7	1390	7	1390	819,35	
13	8	1390	8	1390	759,76	
14	9	1390	9	1390	704,50	
15	10	1390	10	1390	653,27	
16	11	1390	11	1390	605,76	
17	12	1390	12	1390	561,70	
18	13	1390	13	1390	520,85	
19	14	1390	14	1390	482,97	
20	15	1390	15	1390	447,84	
21	IRR	10,99%				
22						12 012,48 лв.
23	Нетни годишни икономии				NPV	2 012,485 лв.
24	V=	1390 лв/год с ДДС				
25					NPVQ	0,201 лв.

Фиг.14.3. Изчисление на реалния лихвен процент, дисконтирана стойност, нетна сегашна стойност и коефициент на нетната сегашна стойност в EXCEL

14.3. Специализиран софтуер за икономическа оценка на енергоспестяващи мерки

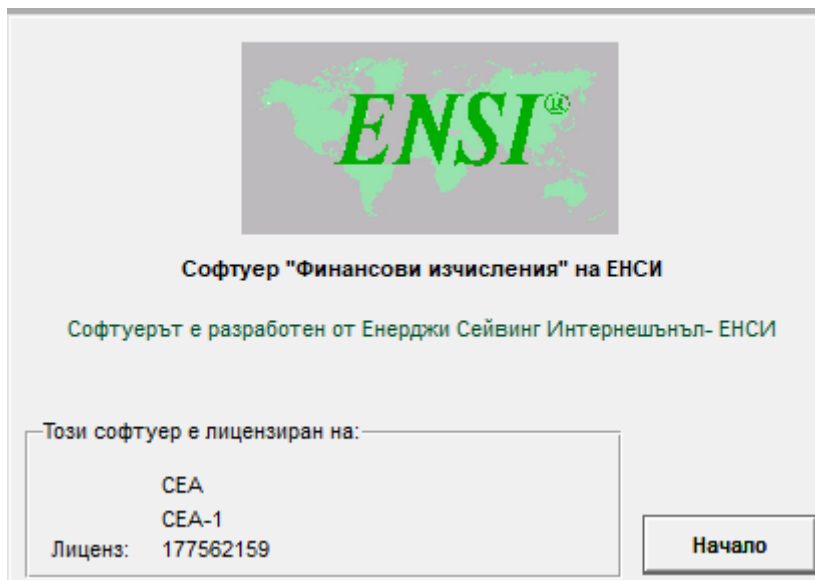
Един възможен софтуер за икономическа оценка е софтуерът “Финансови изчисления”, разработен от норвежката фирма „ENSI“ – „Енерджи сейвинг интернешънъл“.

1. Инсталация

Въвеждат се:

- Фирма
- Пощенски адрес – най-малко 6 символа
- Държава
- Телефон и факс
- Електронна поща
- Потребител

След коректна регистрация се визуализира начален екран:



Фиг. 14.4. Начален екран от програмата

2. Последователност на работа

Натиснете бутон "Нов" и въведете името на проекта. Необходимо е да се дефинира изчислителния метод:

- енергиен в kWh/год или
- в парично изражение в лв.

Трябва да се въведат :

- процент на инфлация и
- реален лихвен процент
- валута – обикновено BGN

Фиг. 14.5. Входни данни за програмата

Запишете кой е направил анализа – фирма или име на физическо лице.

Нов

Данни за проекта

Входни данни за проекта | Данни | Цени на енергията

Изчислено от: *

Адрес:

Телефонен номер:

(*) въведи задължително

Следващ>>

Откажи

Фиг.14.6. Входни данни за програмата

- Избират се до 4 различни енергийни източника, със съответните цени на енергията и цени за мощности.

Нов

Данни за проекта

Входни данни за проекта | Данни | Цени на енергията

	Цена на енергията	Цена за мощност
1: Топлофикация	0,00 BGN/kWh	0,00 BGN/kW *
2: Ел. енергия	0,00 BGN/kWh	0,00 BGN/kW
3: Газьол/Газ	0,00 BGN/kWh	0,00 BGN/kW
4:	0,00 BGN/kWh	0,00 BGN/kW

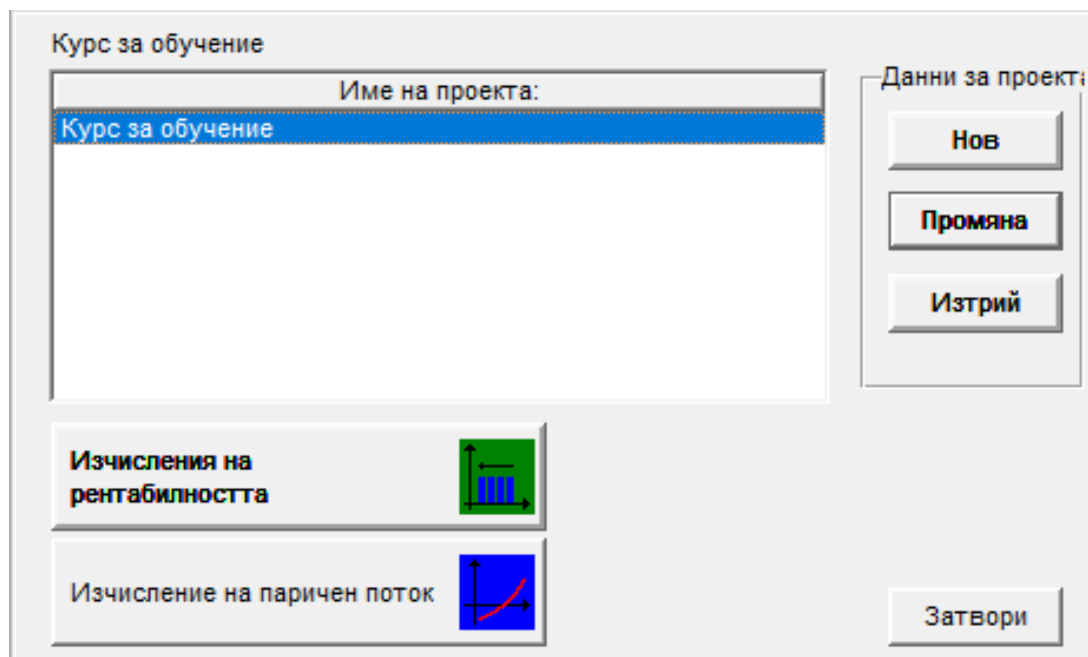
(*) въведи задължително

Следващ>>

Откажи

Фиг.14.7. Входни данни за програмата

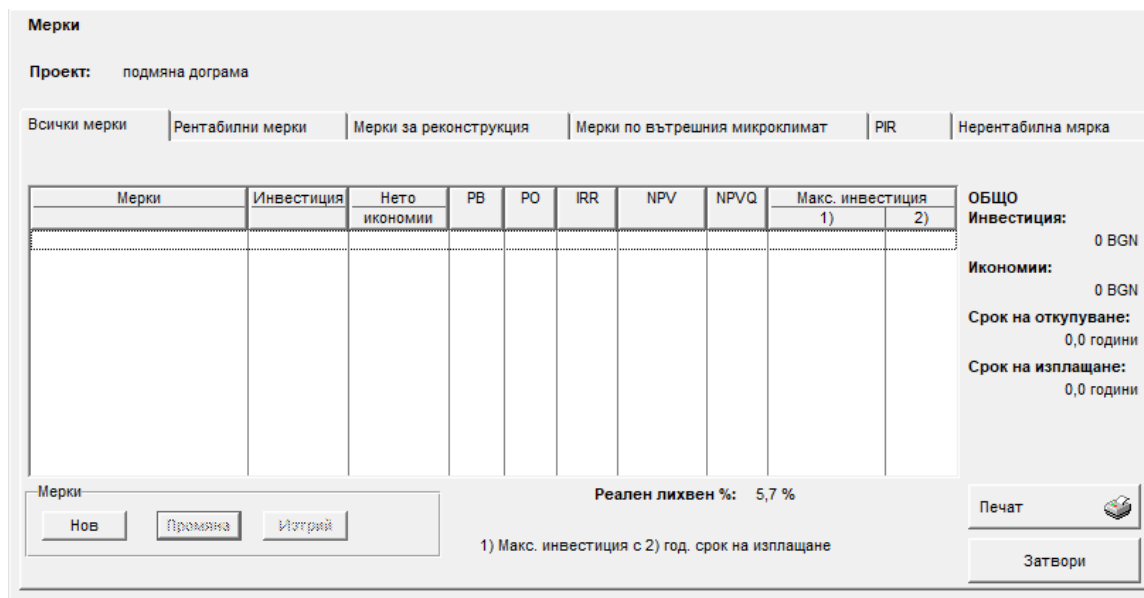
- След въвеждане на необходимите данни, потвърдете с :“ок“
Екранът ще изглежда така:



Фиг. 14.8. Екран от програмата

Два отделни модула:

- Изчисления на рентабилността;
- Изчисления на паричен поток;
- След натискане на бутона „нов“, следва въвеждане на параметрите за съответната мярка. Операцията се повтаря за всяка една предвидена мярка.



Фиг. 14.9. Екран от програмата

- Възможните подходи са определени от началния избор – „в пари“ или „Енергия“.
- ✓ Въведете необходимата инвестиция и очаквана годишна икономия.

- ✓ Въведете годишните разходи за експлоатация & поддръжка (Е&П) – ако има такива.
- ✓ Максималният срок на изплащане се използва за изчисление на максималната рентабилна инвестиция.

Изчисления в парична стойност

Име на проекта:	Курс за обучение
Мярка:	Подмяна на генератор на топлина
Общо инвестиции:	10.000 BGN
Годишни икономии:	1.390 BGN
Годишна Е&П	0 BGN
Нето икономии:	1.390 BGN
Икономически живот:	15 Години
Макс. срок изплащане	15 Години (За изчисление на максималната инвестиция)
Реален лихвен %:	7,84%

Рентабилност		<input type="checkbox"/> Мярка за реконструкция
Срок на откупуване:	7,2	<input type="checkbox"/> Нерентабилна мярка
Срок на изплащане:	11,0	<input type="checkbox"/> Мерки по вътрешния микроклимат
Вътр. норма на възвръщаемост:	11,0 %	
Нетна сегашна стойност:	2.013	
Коеф. на нетна сегашна стойност:	0,20	
Максимална инвестиция	12.045	

Откажи OK

Фиг.14.10. Екран от програмата

Програмата автоматично изчислява:

1. Срок на откупуване (PBP)
2. Нетна сегашна стойност (NPV)
3. Коефициент на нетна сегашна стойност (NPVQ)
4. Вътрешна норма на възвръщаемост (IRR)
5. Срок на изплащане (PO)
6. Максимална инвестиция

Отбележете вида на мярката:

Паричен поток

Проект: Курс за обучение
 Вариант: Вариант 1

Варианти | Условия на заема | Паричен поток

Друго име	Источник 1		Источник 2	
Вариант 1	Годишни икономии:	1.390 BGN	Годишни икономии:	0 BGN
	Годишна Е & П:	0 BGN	Годишна Е & П:	0 BGN
	Нето икономии:	1.390 BGN	Нето икономии:	0 BGN
	Процент на инфлация:	2,0 %	Процент на инфлация:	0,0 %
	Икономически живот:	10 години		
	Собствен капитал:	5.000 BGN		
	Дарение:	0 BGN		
	Заем:	5.000 BGN		
	Общо инвестиции:	10.000 BGN		

Нов вариант Промени вариант Изтрий варианта

Печат

Затвори

Фиг.14.13. Екран от програмата

Въвеждане на паричен поток

Финансови параметри | Условия на заема

Име на проекта: Курс за обучение

Вариант: Вариант 1

Паричен поток - години: 15 year

Собствен капитал: 5.000 BGN

Дарение: 0 BGN

Общо заем: 5,000 BGN

	Источник 1	Источник 2
Годишни икономии:	1.390 BGN	0 BGN
Годишна Е & П:	0 BGN	0 BGN
Нето икономии:	1,390 BGN	0 BGN
Процент на инфлация:	2,0 %	0,0 %

Общо инвестиции: 10.000

Следващ>> OK Откажи

Фиг.14.15. Екран от програмата

За всяко отделно изчисление на паричен поток могат да бъдат въведени три различни източника на финансиране.

Въвеждане на паричен поток

Финансови параметри Условия на заема

Заем от:

Сума:

Лихва:

Год.:

Вноски:

Вид заем: Аноитетен Аноитетен Аноитетен
 Сериен Сериен Сериен

Гратисен период:

Общо инвестиции: 10.000

Фиг.14.16. Екран от програмата

След въвеждане на входната информация, паричният поток се изчислява автоматично.

Паричен поток

Проект: Курс за обучение
Вариант: Вариант 1

Варианти Условия на заема Паричен поток

Год.	Икономии	Експлоатация & поддръжка	Нето икономии	Заем	Нето паричен поток	Акумулиран паричен поток
1	1.390		1.390	2.578	-1.188	-6.188
2	1.418		1.418	2.527	-1.109	-7.297
3	1.446		1.446		1.446	-5.851
4	1.475		1.475		1.475	-4.376
5	1.505		1.505		1.505	-2.871
6	1.535		1.535		1.535	-1.336
7	1.565		1.565		1.565	229
8	1.597		1.597		1.597	1.826
9	1.629		1.629		1.629	3.455
10	1.661		1.661		1.661	5.116
11	1.694		1.694		1.694	6.810
12	1.728		1.728		1.728	8.538
13	1.763		1.763		1.763	10.301
14	1.798		1.798		1.798	12.099
15	1.834		1.834		1.834	13.933
Общо:	24.038		24.038	5.105	BGN	

Фиг.14.17. Екран от програмата

Проект:	Курс за обучение	177562159
Вариант:	Вариант 1	

Финансови параметри

	Източник 1	Източник 2	Паричен поток - години:	15
Годишни икономии [BGN]:	1.390	0	Собствен капитал:	5.000
Годишна Е&П [BGN]:	0	0	Дарение:	0
Нето икономии [BGN]:	1.390	0	Общо заем:	5.000
Процент на инфлация [%]:	2,0	0,0	Общо инвестиции:	10.000
			Валута:	BGN

Условия на заема

Заем от:	Сума [BGN]	Лихва [%]	Год. *	Вноски на:	Вид заем	Гратисен период *
Банка 1	5.000	2,0	2	1 месец	Сериен	Не

ПАРИЧЕН ПОТОК

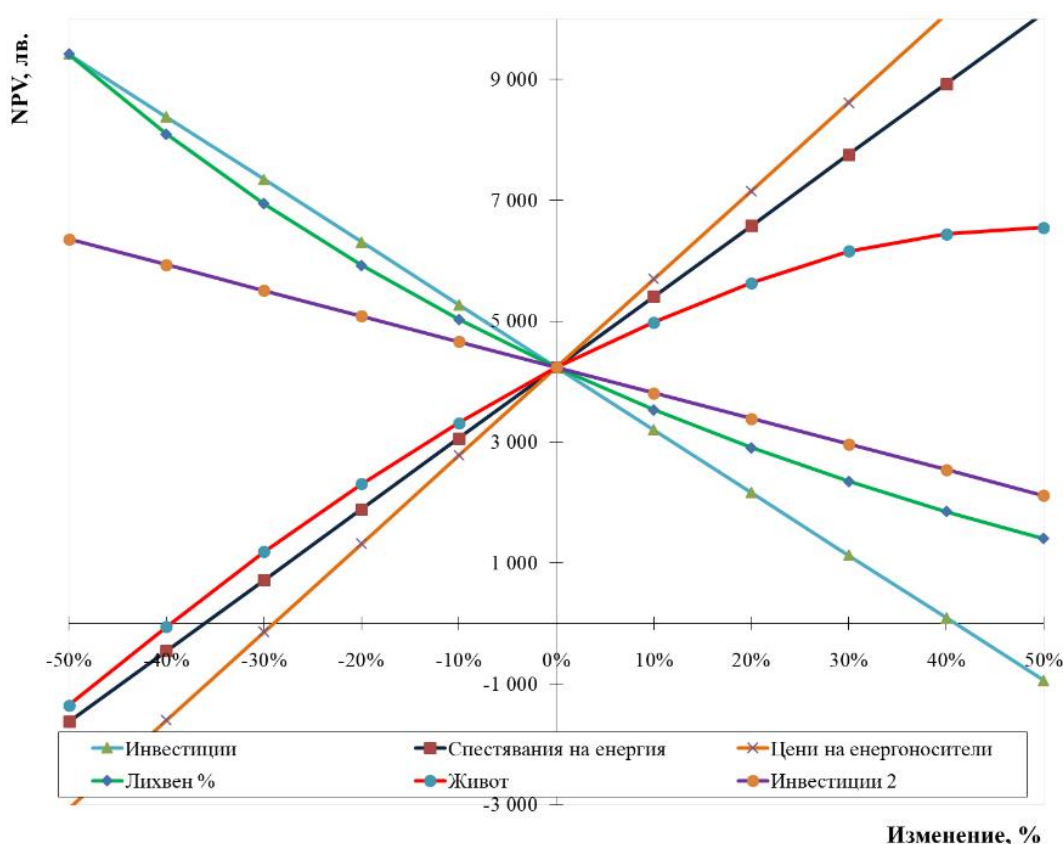
Год.	Икономии	Експлоатация & поддръжка	Нето икономии	Заем *	Нето паричен поток	Акумулиран паричен поток
0					-5.000	-5.000
1	1.390		1.390	2.578	-1.188	-6.188
2	1.418		1.418	2.527	-1.109	-7.297
3	1.446		1.446		1.446	-5.851
4	1.475		1.475		1.475	-4.376
5	1.505		1.505		1.505	-2.871
6	1.535		1.535		1.535	-1.336
7	1.565		1.565		1.565	229
8	1.597		1.597		1.597	1.826
9	1.629		1.629		1.629	3.455
10	1.661		1.661		1.661	5.116
11	1.694		1.694		1.694	6.810
12	1.728		1.728		1.728	8.538
13	1.763		1.763		1.763	10.301
14	1.798		1.798		1.798	12.099
15	1.834		1.834		1.834	13.933
Общо:	24.038		24.038	5.105		

* Период за изплащане на заема = Години + Гратисен период

Фиг.14.18. Екран от програмата

14.4. Анализ на чувствителността на резултатите

Анализът на чувствителността на конкретен проект [30] осигурява възможност за идентифициране на най-важните показатели, влияещи върху върху ефективността, ефикасността и рентабилността на проекта. При икономическия анализ на енергоспестяващите мерки и оценка за рентабилността на дадена мярка или пакет от мерки основният критерий, на който е базиран анализа на чувствителността е нетната настояща стойност (NPV), а по-рядко - нормата на възвръщаемост (IRR). След това се определят променливите компоненти, като например инвестиции, цени на енергоносители, живот на мярката и т.н. Анализът на чувствителността се разработва с графична интерпретация графика, която позволява бърза оценка на най-критичните места при изпълнението на предвидените ЕСМ. (Фиг. 14.19).



Фиг. 14.19. Чувствителност на нетна сегашна стойност, за примерна ЕСМ

При изчисление на NPV се променя стойността на един от параметрите, а всички останали параметри остават с базовата си стойност. Чрез показаният подход може да се оцени рискът за дадена ЕСМ (или пакет от мерки) по отдалечеността на точките, които се получават при пресичане на линиите с абсцисната ос. Пресечните точки показват, при каква относителна промяна на съответния параметър нетната сегашна стойност се получава нула.

ГЛАВА 15

СЕРТИФИКАТИ ЗА ЕНЕРГИЙНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДИ. ОБРАЗЦИ ЗА НОВИ И ЗА СЪЩЕСТВУВАЩИ СГРАДИ, НОРМАТИВЕН РЕД И ПРАВИЛА ЗА СЕРТИФИЦИРАНЕ. ИЗГОТВЯНЕ НА СЕРТИФИКАТИТЕ ЗА ЕНЕРГИЙНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДИ

15.1. Условия и ред

ЗЕЕ, Чл. 48 от 12.03.2021 г. Условията и редът за извършване на обследване за енергийна ефективност и сертифициране на сгради, на части от сгради, както и условията и редът за изготвяне на оценка на енергийните спестявания се определят с наредба, издадена от министъра на енергетиката и министъра на регионалното развитие и благоустройството. Това е НАРЕДБА № Е-РД-04-2 от 16 декември 2022 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради (Наредбата).

Сградите за обществено обслужване в експлоатация с разгъната застроена площ над 250 кв. м и сградите в експлоатация подлежат на задължително обследване и сертифициране.

Енергийните характеристики на нова сграда се удостоверяват със сертификат за енергийни характеристики на нова сграда.

- Сертификатът за енергийни характеристики на нова сграда удостоверява енергийните характеристики на нова сграда преди въвеждането ѝ в експлоатация, включително нивото на потребление на енергия и съответстващия му клас по скалата на класовете на енергопотребление от наредбата по чл. 31, ал. 4 от Закона за енергийната ефективност (ЗЕЕ), съобразени с изискванията за нови сгради.

- Сертификатът за нова сграда се издава с енергийни характеристики, заложиени в инвестиционния проект – в случаите, когато в процеса на строителството не са променени енергийните характеристики, заложиени по проект, или с енергийни характеристики по екзекутив – когато в процеса на строителството са променени енергийни характеристики на сградата, но те не са по-лоши от заложените в проекта.

- По желание на възложителя сертификатът за енергийни характеристики на нова сграда може да се издаде на етап проектиране на сградата преди издаване на строително разрешение. В този случай сертификатът се издава въз основа на енергийните характеристики, изчислени в част „Енергийна

ефективност“ на инвестиционния проект, при определени условия дефинирани в чл.2 от Наредбата.

Сертификатът за енергийни характеристики на сграда в експлоатация удостоверява енергийните характеристики при нормализирано потребление на енергия в съществуващото състояние на сградата към момента на обследването, прогнозираното ниво на потребление на енергия след прилагане на избран пакет от енергоспестяващи мерки и съответстващия му клас на енергопотребление по скалата на класовете на енергопотребление от наредбата по чл. 31, ал. 4 ЗЕЕ.

Сертификатът за енергийни характеристики на нова сграда и на сграда в експлоатация може да се издаде и за част от сграда, когато отделни части от сградата имат различно предназначение, съгласно класификацията по наредбата по чл. 31, ал. 4 ЗЕЕ.

Сертификатът се издава от лицата, вписани в регистъра на АУЕР, съгласно:

1. ЗЕЕ, член 43, ал. 1;

2. ЗЕЕ, член 43, ал. 2 – само за сгради пета категория, съгласно чл. 137, ал. 1, т. 5 от Закона за устройство на територията, с изключение на сградите за обществено обслужване от тази категория.

Сгради от пета категория са:

- жилищни и смесени сгради с ниско застрояване, вилни сгради, сгради и съоръжения за обществено обслужване с разгъната застроена площ до 1000 кв. м или с капацитет до 100 места за посетители;

- производствени сгради с капацитет до 50 работни места и съоръженията към тях;

- строежи от допълващото застрояване, извън тези по шеста категория;

- реконструкции, преустройства, основни ремонти и смяна предназначението на строежите от тази категория;

- електронни съобщителни мрежи и съоръжения, изградени в урбанизирани територии с ниско застрояване.

До издаването на сертификат за енергийни характеристики на сграда в експлоатация, енергийните характеристики се удостоверяват със сертификат за енергийни характеристики на нова сграда (ЗЕЕ).

Собствениците на нови сгради са длъжни да придобият при условията и по реда на закона сертификат за енергийни характеристики на сграда в експлоатация в срок не по-рано от три и не по-късно от 6 години от датата на въвеждането ѝ в експлоатация.

Сертификатът за енергийни характеристики на сграда в експлоатация се актуализира при извършването на следните дейности, водещи до промяна на енергийните характеристики на сградата:

1. преустройство;

2. реконструкция, основно обновяване или основен ремонт, когато се обхващат над 25 на сто от площта на външните ограждащи конструкции и елементи на сградата.

15.1.1. Условия и ред за издаване на сертификати за енергийни характеристики на нова сграда

Сертификатът за енергийни характеристики на нова сграда се издава само на новоизградена сграда, след завършване на строителството на сградата преди въвеждането ѝ в експлоатация за първи път, или на етап проектиране на сградата преди издаване на строително разрешение.

(2) Сертификат за енергийни характеристики на нова сграда не се издава преди въвеждане в експлоатация на пристрояване и/или надстройка на съществуваща сграда, когато пристройката и/или надстройката е със същото предназначение като това на сградата. Енергийните характеристики, в този случай, се установяват с обследване и се удостоверяват със сертификат за енергийни характеристики на съществуваща сграда, който се издава при условието на чл. 16 от Наредбата.

Сертификат за енергийни характеристики на нова сграда може да се издаде на новоизградена пристройка и/или надстройка на съществуваща сграда, само когато са изпълнени едновременно следните условия:

1. пристройката и/или надстройката има различно предназначение от съществуващата сграда, към която се извършва дострояването;
2. пристройката и/или надстройката изпълнява условието на чл. 3, ал. 3 от наредбата за обособяването ѝ като част от сграда, която може да се сертифицира с отделен сертификат.

Сертификат за енергийни характеристики на нова сграда не се издава в следните случаи: след основно обновяване, основен ремонт, реконструкция или преустройство с промяна на енергийни характеристики на съществуваща сграда, за които се изисква последващо въвеждане на сграда или част от сграда в експлоатация в рамките на издаденото разрешение за строеж. Подобрените енергийни характеристики, както и постигнатите енергийни спестявания в тези случаи се установяват с обследване и се удостоверяват със сертификат за енергийни характеристики на съществуваща сграда и при условието на чл. 16 от наредбата.

Сертификат за енергийни характеристики на нова сграда се издава, когато новата сграда е изградена в съответствие с проектните параметри за енергийна ефективност, постигнатите енергийни характеристики на сградата в процеса на строителство са еднакви или по-добри от проектните и сградата отговаря най-малко на нормативно определения минимален клас на енергопотребление за нови сгради от наредбата по чл. 31, ал. 4 от

ЗЕЕ. В случаите, в които постигнатите енергийни характеристики в процеса на строителството се различават от проектните, но не са по-лоши от тях, сертификатът за енергийни характеристики на новата сграда се издава въз основа на енергийните характеристики по „екзекутив“.

Класът на енергопотребление на нова сграда се определя по скалата на класовете на енергопотребление, съгласно наредбата по чл. 31, ал. 4 от ЗЕЕ.

Сертификатът за енергийни характеристики на нова сграда се издава от лице по чл. 43, ал. 1, съответно по чл. 43, ал. 2 ЗЕЕ, вписано в регистъра по чл. 44, ал. 1 ЗЕЕ, по образец, съгласно приложение № 1 и е със срок на валидност 10 години.

15.1.2. Условия и ред за издаване на сертификати за енергийни характеристики на сграда в експлоатация

Сертифицирането за енергийна ефективност на сгради в експлоатация и на части от сгради в експлоатация има за цел да удостовери актуалното състояние на потреблението на енергия в сградите, енергийните характеристики и съответствието им със скалата на класовете на енергопотребление, определени с наредбата по чл. 31, ал. 4.

Сертификатът за енергийни характеристики на сграда в експлоатация е със срок на валидност до 10 години. Срокът на валидност на сертификата се определя, както следва:

1. 10 години – за сгради с клас на енергопотребление „А“ от скалата на класовете на енергопотребление, както и за сгради, които покриват изискванията на националното определение за сгради с близко до нулево потребление на енергия;

2. 8 години – за сгради с клас на енергопотребление „В“ от скалата на класовете на енергопотребление;

3. 6 години – за сгради с клас на енергопотребление „С“ от скалата на класовете на енергопотребление;

4. 4 години – за сгради с клас „D“, клас „E“, клас „F“ и клас „G“ от скалата на класовете на енергопотребление.

- Нов сертификат за енергийни характеристики на сграда в експлоатация се издава след преустройство, изпълнение на енергоспестяващи мерки или извършване на строителни и монтажни работи, водещи до промяна на енергийните характеристики на сградата: реконструкция, основно обновяване или основен ремонт, който обхваща над 25 на сто от площта на външните ограждащи конструкции и елементи на сградата, и преустройство на съществуваща сграда, при което се променят енергийните ѝ характеристики.

- С изтичане на срока на валидност на сертификата.

Нов сертификат се издава не по-рано от една календарна година след изпълнението на енергоспестяващи мерки или извършването на строителните и монтажните работи, за която е наличен регистриран разход на енергия по видове горива и енергии, използвани в сградата.

Какво обхващат сертификатите?

1. Сертифицирането на част от сграда в експлоатация се извършва въз основа на обследване за енергийна ефективност на тази част от сградата.

2. Когато отделни части от сградата имат различно предназначение и са обособени като топлинни зони (една или повече от една за съответното предназначение) и всяка от зоните има климатизиран обем по-малък от 90 на сто от общия климатизиран обем на сградата, сертификат за енергийни характеристики се издава отделно за всяка зона по скала, съответстваща на предназначението на съответната зона.

3. При наличие на топлинна зона с климатизиран обем, равен или по-голям от 90 на сто от общия климатизиран обем на сградата, сертификат за енергийни характеристики се издава за цялата сграда, в съответствие със скалата за категорията сгради, към която тази зона принадлежи.

Отделна част от сграда, която се класифицира по едно предназначение, съгласно наредбата по чл. 31, ал. 4 ЗЕЕ, може да обединява климатизирани обеми в тази част от сградата на една или на повече от една топлинна зона, определени по критериите от приложение № 1 на наредбата по чл. 31, ал. 4 ЗЕЕ. Сертификатът се издава за всяка част от сградата съобразно функционалното ѝ предназначение при спазване на условията по т.1 и 2, независимо от начина, по който е извършено топлинното зонироване във всяка част от сградата (всяка отделна част е обособена като една или като повече от една топлинна зона).

Кои сгради не се сертифицират?

1. Молитвените домове на законно регистрираните вероизповедания в страната;

2. Временните сгради с планирано време за използване до две години;

3. Нежилищни сгради с ниско потребление на енергия, използвани за селскостопанска дейност;

4. Производствените сгради и части от сгради с производствено предназначение;

5. Жилищните сгради, които се използват по предназначение до 4 месеца годишно или като алтернатива през ограничен период от време в годината и са с очаквано потребление на енергия, по-малко от 25 на сто от очакваното при целогодишно използване;

6. Обособени сгради с разгъната застроена площ до 50 кв. м.

Сгради културни ценности, включени в обхвата на Закона за културното наследство, могат да бъдат обследвани за енергийна ефективност и да бъдат сертифицирани, доколкото изпълнението на някои минимални изисквания за енергийни характеристики не води до нарушаване на архитектурните и/или художествените характеристики на сградата.

15.2. Съдържание на сертификата за енергийни характеристики на нова сграда

Чл. 8. от Наредба № Е-РД-04-2 от 16 декември 2022 г.

(1) Сертификатът за енергийни характеристики на нова сграда се издава в три страници и съдържа:

1. пореден номер, дата на издаване и срок на валидност;
2. означение дали се издава преди разрешение за строеж, или преди въвеждане в експлоатация;
3. означение, идентифициращо новата сграда като такава, с близко до нулата потребление на енергия;
4. информация за функционалното предназначение на сградата, адреса ѝ по местонахождение, уникален код – идентификатор по смисъла на Закона за кадастъра и имотния регистър;
5. информация за общите геометрични характеристики (разгъната застроена площ, обща климатизирана площ, общ климатизиран обем);
6. потреблението на първична енергия, както следва:
 - а) първична енергия от невъзобновяеми източници, $EP_{,nren}$, изразена като специфично ($kWh/m^2г.$) и общо годишно потребление ($kWh/г.$);
 - б) първична енергия от възобновяеми източници, $EP_{,ren}$, изразена като специфично ($kWh/m^2г.$) и общо годишно потребление ($kWh/г.$);
 - в) обща първична енергия $EP_{,tot}$, изразена като специфично ($kWh/m^2г.$) и общо годишно потребление ($kWh/г.$);
 - г) изнасяна първична енергия $E_{we;exp}$ общо годишно потребление ($kWh/г.$);
7. клас на енергопотребление, определен по първична енергия съгласно скалата на класовете на енергопотребление от G до A, и стойността на общата интегрирана енергийна характеристика „специфично годишно потребление на първична енергия“ ($kWh/m^2г.$) в границите на удостоверения клас, изчислена въз основа на проектните енергийни или екзекутивни енергийни характеристики на новата сграда; общата интегрирана енергийна характеристика се удостоверява в полето на синята указателна стрелка на скалата и отразява стойността на „специфичното годишно потребление на първична енергия“ по изпълнен проект след приключване на строителството, преди въвеждане на новата сграда в експлоатация;

8. потреблението на потребна енергия, изразено като общо годишно потребление (MWh/г.), и разпределението на потребна енергия в относителен дял на компонентите на енергийния баланс на сградата;

9. нетната площ на ограждащите елементи на конструкцията, коефициентите на топлопреминаване през ограждащите елементи, изчислени по проект и постигнати по изпълнен проект, и нормативните им стойности за сравнение;

10. енергийни характеристики на системите за генериране на енергия за осигуряване на микроклимата (показатели, характеризиращи технологичните процеси за отопление и вентилация, ефективностите на генераторите на топлина и студ, наличие на система за сградна автоматизация и управление, както е определена в § 1, т. 42 от допълнителните разпоредби на ЗЕЕ);

11. информация за използваните енергийни ресурси и генераторите на топлина и/или студ в сградата;

12. разпределението на потребна енергия по основни компоненти на енергийния баланс на сградата – специфично и общо потребление на брутната потребна енергия за отопление, вентилация, охлаждане, гореща вода, осветление и уреди, изразени в kWh/m²г. и в kWh/г.;

13. отоплителни денградуси;

14. климатичната зона, в която се намира сградата;

15. генерирани емисии CO₂ от сградата, изчислени на база брутна потребна енергия, и дял на енергията от възобновяеми източници, изчислен на база общата първична енергия;

16. препоръки, когато е приложимо;

17. наименование на лицето, извършило сертифицирането, и регистрационен номер на удостоверението за вписването му в публичния регистър по чл. 44, ал. 1 от ЗЕЕ, име, фамилия и подпис на лицето, което издава сертификата, печат.

(2) Номерът на сертификата се състои от 12 позиции, съдържащи данни за лицето, издало сертификата:

1. първите 4 позиции са регистрационният номер на лицето в публичния регистър по чл. 44, ал. 1 от ЗЕЕ, следващите 3 позиции – буквените идентификационни данни, изписани с главни букви на кирилица, и последните 5 позиции – поредният номер на сертификата;

2. буквената идентификация се избира от лицето по чл. 43, ал. 1 или 2 от ЗЕЕ и го идентифицира еднозначно за срока на валидност на удостоверението за вписване.

(3) Сертификатите за енергийни характеристики на нова сграда, издадени от едно лице по чл. 43, ал. 1 или 2 от ЗЕЕ, следват поредна номерация.

15.3. Съдържание на сертификата за енергийни характеристики на сгради в експлоатация

Чл. 16. (1) от Наредба № Е-РД-04-2 от 16 декември 2022 г. Сертификат за енергийни характеристики на сграда в експлоатация се издава от лице по чл. 43, ал. 1, съответно по чл. 43, ал. 2 от ЗЕЕ, вписано в публичния регистър по чл. 44, ал. 1 от ЗЕЕ, по образец, съгласно приложение № 2 от наредбата.

(2) Сертификат за енергийни характеристики на сграда в експлоатация се издава след всяко обследване за енергийна ефективност на сградата въз основа на резултатите от обследването.

(3) Челната (първа) страница на сертификата съдържа представителни данни, които се поставят на видно място в сградата, и показва:

1. клас на енергопотребление и стойност на общата интегрирана енергийна характеристика на сградата „специфично годишно потребление на енергия“ в kWh/m²г. към момента на извършеното обследване;

2. прогнозирания клас на енергопотребление и стойност на общата интегрирана енергийна характеристика на сградата „специфично годишно потребление на енергия“ в kWh/m²г., които се очаква да се постигнат след изпълнение на пакет от енергоспестяващи мерки, избран от възложителя/собственика на сградата, след приемане на резултатите от обследването.

(4) В зависимост от избора на възложителя/ собственика на сградата сертификатът за енергийни характеристики на сграда в експлоатация може да се издаде въз основа на:

1. резултатите от оценката на икономически целесъобразния пакет от енергоспестяващи мерки, с който се достига минимално изискваният се клас на енергопотребление по скалата на класовете на енергопотребление за съответната категория сгради, към която сградата принадлежи по предназначение, или

2. резултатите от избран от собственика икономически целесъобразен пакет от мерки измежду предложените в обследването пакети, изискващ по-големи инвестиции, в сравнение с инвестициите за достигане на минимален енергоефективен клас, но водещ до по-големи енергийни спестявания и до по-висок клас на енергопотребление.

(5) В случаите по ал. 3 собственикът е задължен да изпълни избрания от него пакет от мерки за достигане на посочения в сертификата клас след изпълнение на мерките.

(6) Сертификатът за енергийни характеристики на сгради в експлоатация съдържа:

1. пореден номер, дата на издаване и срок на валидност на сертификата;

2. означение, идентифициращо сградата като такава с близко до нулево потребление на енергия и дял на първичната възобновяема енергия за отопление, охлаждане, вентилация, БГВ и осветление, когато сградата отговаря на техническите изисквания за сграда с близко до нулево потребление на енергия;

3. годината на първоначално въвеждане на сградата в експлоатация;

4. срок за освобождаване от данък сгради върху недвижимите имоти по Закона за местните данъци и такси, когато е приложимо;

5. общи геометрични характеристики: разгъната застроена площ, обща климатизирана площ, общ климатизиран обем;

6. клас на енергопотребление, определен по първична енергия, съгласно скалата на класовете на енергопотребление от G до A и стойността на общата интегрирана енергийна характеристика „специфично годишно потребление на първична енергия“ ($\text{kWh/m}^2\text{г.}$) в границите на удостоверения клас, изчислена въз основа на две нива: енергийните характеристики към момента на обследването (актуално състояние) и енергийните характеристики след изпълнение на енергоспестяващи мерки (прогнозирано състояние);

7. потреблението на първична енергия, както следва:

а) първична енергия от невъзобновяеми източници, $EP_{,nren}$, изразена като специфично ($\text{kWh/m}^2\text{г.}$) и общо годишно потребление (kWh/г.);

б) първична енергия от възобновяеми източници, $EP_{,ren}$, изразена като специфично ($\text{kWh/m}^2\text{г.}$) и общо годишно потребление (kWh/г.);

в) обща първична енергия $EP_{,tot}$, изразена като специфично ($\text{kWh/m}^2\text{г.}$) и общо годишно потребление (kWh/г.);

г) изнасяна първична енергия $E_{we,exp}$ общо годишно потребление (kWh/г.);

8. потребна енергия в нормализирано/базово състояние в MWh/г. и генерирани емисии от сградата преди и след изпълнение на ЕСМ; разпределение в относителен дял на годишното потребление на потребна енергия по компоненти на енергийния баланс на сградата; дял на първичната възобновяема енергия от общото потребление на първична енергия в нормализирано състояние и след ЕСМ;

9. площ на плътните и прозрачните ограждащи елементи на конструкцията, коефициентите на топлопреминаване през ограждащите елементи преди и след изпълнение на енергоспестяващи мерки, включително нормативните им стойности за сравнение;

10. енергийни характеристики на системите за генериране на енергия за осигуряване на микроклимата, включително показатели за

технологичните процеси за отопление и вентилация, ефективностите на генераторите на топлина и студ в сградата и приложимите норми за сравнение;

11. наличие на система за сградна автоматизация и управление по смисъла на/съответстваща на предвиденото в § 1, т. 42 от допълнителните разпоредби на ЗЕЕ;

12. използваните енергийни ресурси и генераторите на топлина и студ по видове системи за поддържане на микроклимата в сградата, в системата за осветление и за уредите, потребяващи енергия;

13. разпределението в актуално/нормализирано състояние на потребна енергия по основни компоненти на енергийния баланс на сградата – специфично и общо потребление на брутната потребна енергия за отопление, вентилация, охлаждане, гореща вода, осветление и уреди, изразени в kWh/m²г. и в kWh/г.;

14. отоплителни денградуси;

15. климатичната зона, в която се намира сградата;

16. базово енергопотребление, представено графично чрез базова линия;

17. годишно разпределение на специфичното енергийно потребление, представено графично по компоненти на енергийния баланс на сградата;

18. технически и икономически параметри на оценените за сградата единични енергоспестяващи мерки и групирането им в пакети, оценените инвестиции, спестена потребна енергия, спестени емисии CO₂, разходноефективен пакет, избран от собственика на сградата измежду препоръчаните за изпълнение пакети, общо и специфично потребление на потребна и на първична енергия (невъзобновяема и възобновяема) след изпълнение на избрания пакет от енергоспестяващи мерки, спестени емисии CO₂ от сградата след изпълнение на мерките от избрания пакет;

19. други данни и препоръки за сградата – по преценка на лицето, което издава сертификата;

20. наименованието на лицето, издало сертификата и регистрационен номер на удостоверението за вписването му в публичния регистър по чл. 44, ал. 1 ЗЕЕ, име и фамилия на физическото лице с представителна власт, подписало сертификата.

(7) Когато обследването не предвижда мерки за преминаване в по-горен клас на енергопотребление, класът в колона „След ЕСМ“ остава същият като установения с обследването клас, посочен в колона „Преди ЕСМ“. Числовите стойности на общата интегрирана енергийна характеристика на сградата – „специфично годишно потребление на

първична енергия“ (kWh/m²г.), преди и след изпълнение на мерките се посочват в синята указателна стрелка на скалата.

(8) Номерът на сертификата се състои от 12 позиции, съдържащи данни за лицето, издало сертификата:

1. първите 4 позиции са регистрационният номер на лицето в публичния регистър по чл. 44, ал. 1 от ЗЕЕ, следващите 3 позиции – буквените идентификационни данни, изписани с главни букви на кирилица, и последните 5 позиции – поредният номер на сертификата;

2. буквената идентификация се избира от лицето по чл. 43, ал. 1 или 2 от ЗЕЕ и го идентифицира еднозначно за срока на валидност на удостоверение за вписване.

(9) Сертификатите за енергийни характеристики на сгради в експлоатация, издадени от едно лице по чл. 43, ал. 1 или 2 от ЗЕЕ, следват поредна номерация.

ЛИТЕРАТУРА

1. ЗАКОН за енергийната ефективност Обн., ДВ, бр. 35 от 15.05.2015 г., в сила от 15.05.2015 г., изм. и доп., бр. 105 от 30.12.2016 г., доп., бр. 103 от 28.12.2017 г., в сила от 1.01.2018 г., изм., бр. 27 от 27.03.2018 г., изм. и доп., бр. 38 от 8.05.2018 г., в сила от 8.05.2018 г., изм., бр. 83 от 9.10.2018 г., бр. 21 от 13.03.2020 г., в сила от 13.03.2020 г., изм. и доп., бр. 21 от 12.03.2021 г., в сила от 12.03.2021 г.

2. Наредба № РД-02-20-3 от 9 ноември 2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради.

3. НАРЕДБА № Е-РД-04-1 от 3 януари 2018 г. за обстоятелствата, подлежащи на вписване в регистрите по Закона за енергийната ефективност, вписването и получаването на информация от тези регистри, условията и реда за придобиване на квалификация от консултантите по енергийна ефективност

4. НАРЕДБА № Е-РД-04-2 от 16 декември 2022 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради., 2022;

5. <https://www.testo.com/de-DE/services/testo-kataloge>

6. Калоянов, Н., Енергийни характеристики на сгради. Курс лекции, ТУ-София, 2021;

7. Указания към Делегиран регламент (ЕС) № 244/2012 на Комисията от 16 януари 2012 г. за допълване на Директива 2010/31/ЕС на Европейския парламент и на Съвета относно енергийните характеристики на сградите чрез създаване на сравнителна рамкова методика за изчисляване на оптимални по отношение на разходите равнища на минималните изисквания за енергийните характеристики на сгради и сградни елементи, (ОВ С 115, 19.4.2012г., стр. 1-28), 2012.

1. Кирий А., Асенов А. Измерване на топлинни, хидравлични и механични величини., <http://dtnpe.mediasetbg.com>, 2006 г.

8.НАРЕДБА № Е-РД-04-1 от 22.01.2016 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради издадена от министъра на енергетиката и министъра на регионалното развитие и благоустройството, обн., ДВ, бр. 10 от 5.02.2016 г., в сила от 7.03.2016 г.

9.Калоянов Н. Анализ и синтез на нископотенциални комбинирани системи. Докторска дисертация. Технически университет, 1989

10.Калоянов Н. Теплообменни апарати, Курс лекции, Технически университет София, 2009 г. ISBN 978-954-438-786-0.

11.Калоянов Н. Теплопренасяне, Курс лекции, Технически университет София, 2009 г. ISBN 978-954-438-788-0.

12. Червенков С. Дипломна работа: Експериментално изследване на температурната стратификация в акумулатор от активна слънчева система, 2020 г.
13. Александрова, М. Финансови критерии и техники за оптимизиране на инвестиционния избор при инвестиции в реални активи. „Тракия-М”, С., 2001.
14. Ансофф, И. Стратегическое управление. „Экономика”, М., 1989.
15. Велев, В. Икономика и финанси на минните предприятия. „Мултипак” ООД, С., 1997.
16. Георгиев, Ив., Цв. Цветков. Мениджмънт на фирмените иновации и инвестиции. УИ „Стопанство”, С., 1997.
17. Георгиев, Ив. Основи на инвестирането. „Отворено общество”, С., 1995.
18. Митев, В. Управление на иновациите и инвестициите. Авангард Прима”, С., 2010.
19. Николов, Н., Елена Маринова. Икономика. „Принцепс”, Варна, 1996.
20. Орешарски, Пл., Анализ и управление на инвестициите. ИК „Люрен”, С., 1997.
21. Penrose, E. The Theory of Growth of the Firm, Oxford, 1981.
22. Solvatore, D. Managerial Economics. Harpet Colors, New York, 1991.
23. Wonnacott, T., Wonnacott, R. Introductory Statistics for Business and Economics. Fourth edition, John Wiley & Sons, New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore, 1990.
24. НАРЕДБА № Е-РД-04-3 от 4.05.2016 г. за допустимите мерки за осъществяване на енергийни спестявания в крайното потребление, начините на доказване на постигнатите енергийни спестявания, изискванията към методиките за тяхното оценяване и начините за потвърждаването им. Издадена от министъра на енергетиката, обн., ДВ, бр. 38 от 20.05.2016 г., в сила от 20.05.2016 г., изм. и доп., бр. 79 от 25.09.2018 г.
25. <http://klasikastil.com/files/Investicii.pdf>
26. <https://bg.economy-pedia.com/11038918-internal-rate-of-return-irr#menu-3>
27. <https://bg.excel-lib.net/11705058-how-to-calculate-irr-in-excel-easy-formula>
28. Дуков, Д., Техничко-икономическа оценка на енергоспестяващите мерки и на проектите.
29. Методически указания за извършване на обследване за енергийна ефективност и оценка на енергийни спестявания на промишлени системи и предприятия Проф. д-р инж. Иван Касабов, Доц. д-р инж. Нина Пенкова, Доц. д-р инж. Цветан Божков, Доц. д-р инж. Николай Матанов, Гл. ас. д-р инж. Момчил Василев, Маг. инж. Росен Цеков, Маг. инж. Маргарита Томова, Маг.

иконом. Севдалина Джабарска, Адвокат Светослава Маркова, Издадено от Агенция за устойчиво енергийно развитие, 2019 г.

30. Курс за придобиване на професионална квалификация от физически лица – консултанти по енергийна ефективност, съгласно изискванията на чл. 43 от ЗЕЕ, Сборник лекции, Том 1, 2 и 3, София 2023, ISBN:978-619-167-516-6 ,(e-book PDF).

ЕНЕРГИЙНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДИ

Учебник. Първо издание

Автор:

© гл. ас. д-р инж. Росен Цеков, 2024

Рецензенти:

© доц. д-р инж. Георги Д. Томов

Поръчка № 23 от 2024 г. Формат 60/84/8

ISBN: 978-619-167-515-9 (мека корица)

ISBN: 978-619-167-516-6 (e-book PDF)

Издателство и печат - Техническият университет – София
гр. София, бул. Климент Охридски 8, тел. 02 965 22 26